



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID

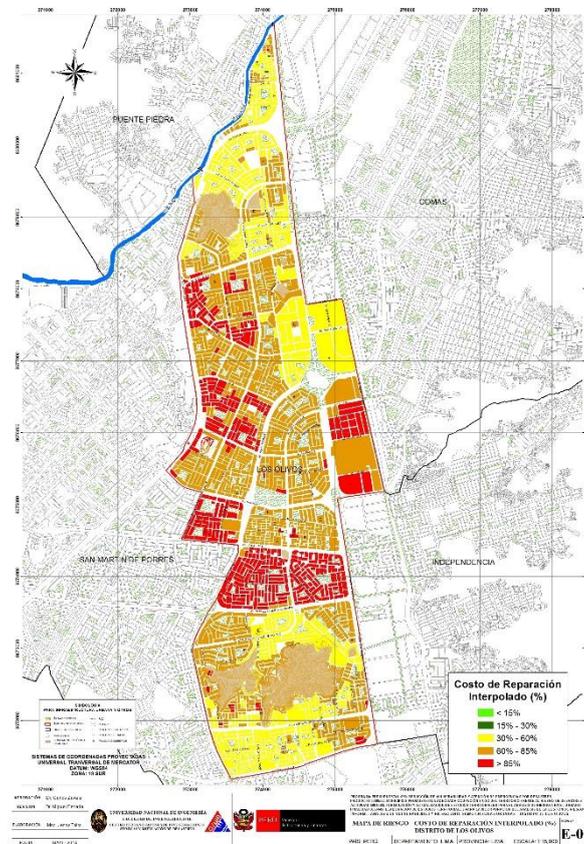


**PROGRAMA PRESUPUESTAL 068:**  
**REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA POR  
DESASTRES**

**PRODUCTO 3000562:**  
**MUNICIPIOS PROMUEVEN LA ADECUADA OCUPACIÓN Y USO DEL  
TERRITORIO FRENTE A L RIESGO DE DESASTRES**

**ACTIVIDAD 5001593:**  
**FORMULACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS TERRITORIALES PARA EL  
ANÁLISIS DE RIESGO A NIVEL URBANO**

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO EN ZONAS URBANAS  
INFORME FINAL – DISTRITO DE LOS OLIVOS**



LIMA – 2014



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



### CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	5
2	OBJETIVOS .....	6
2.1	Objetivo General .....	6
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
3	METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	6
4	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	7
4.1	Organización del Trabajo de Campo .....	7
4.2	Georreferenciación y Compatibilización de Planos.....	11
4.3	Sistematización de la Información .....	11
5	RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES .....	19
6	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES.....	44
6.1	Conceptos Generales.....	44
6.2	Formas de Evaluación.....	44
	<i>Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:</i> .....	46
	<i>Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:</i> .....	46
	<i>Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:</i> .....	47
6.3	Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas .....	47
6.4	EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES.....	50
7	DIAGNÓSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS ..	111
7.1	Definición de Riesgo Sísmico .....	111
8	RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA .....	118
9	PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA .....	119
10	PROPUESTAS REPRESENTATIVAS PARA EL REFORZAMIENTO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EXISTENTES CON DEFICIENCIA DE CONFINAMIENTO .....	123
10.1	Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección .....	124
10.2	Reforzamiento de Columnas de Concreto .....	125
10.3	Reforzamiento de Zapata Existente de Columna.....	126
10.4	Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes .....	127
10.5	Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones.	128



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



### RESUMEN EJECUTIVO DE LA ACTIVIDAD 5001593:

#### ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO EN ZONAS URBANAS INFORME FINAL – DISTRITO DE LOS OLIVOS

- En cumplimiento del Programa Presupuestal 068: Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres, Producto 3000562: Gobiernos Locales con Evaluación de Riesgo ante Sismos y Tsunamis y Actividad 5001593: Formulación y Actualización de Estudios Territoriales para el Análisis de Riesgo a Nivel Urbano, mediante el informe de Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Sismo en Zonas Urbanas, el objetivo del presente informe es elaborar una evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones del distrito de Los Olivos.
- Esta investigación en lo concerniente a microzonificación, se llevó 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 informes de Desarrollo de Microzonificación Ante Sismo y Tsunami 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. Las áreas señaladas en el mapa de microzonificación geotécnica sísmica, reflejan el posible comportamiento sísmico, de manera cuantitativa y de menos a más desfavorable, del suelo del distrito de Los Olivos, 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 a la evaluación de la vulnerabilidad, el objetivo del presente trabajo es la evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones del distrito de Los Olivos, 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.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



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

- 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 Los Olivos, en 24 sectores según la zonificación de identificación que se utilizó para este trabajo.
- 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 Los Olivos puede calificarse como un distrito consolidado donde las viviendas predominan (78% de la muestra analizada) encontrándose que las edificaciones de albañilería representan 94% de las edificaciones del distrito, seguido por edificaciones usadas como vivienda/comercio que representan el 12% de la muestra. La vulnerabilidad de estas edificaciones se ven altamente influenciadas por las prácticas constructivas, 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 aproximadamente el 41% de las edificaciones del distrito poseen un grado de vulnerabilidad alto, el 58% posee una vulnerabilidad de media y el 1% una vulnerabilidad baja.
- Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Los Olivos, 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 aproximadamente 534 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 estudiada. Se encontró que aproximadamente el 1% de las edificaciones tendrían daño leve o permanecerían sin daño en el evento severo. Aproximadamente el 21% de las edificaciones poseerían un daño moderado, mientras que aproximadamente el 47% de las edificaciones tendrían un daño severo y el 31% de las edificaciones colapsarían.
- En el caso especial de las 47 edificaciones esenciales evaluadas (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 5% no tendrían daño o daño muy leve, mientras que 17% tendrían daño severo. El 79% de las edificaciones esenciales podrían experimentar colapso.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



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

**PROGRAMA PRESUPUESTAL 068: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA POR DESASTRES**

**PRODUCTO 3000562: MUNICIPIOS PROMUEVEN LA ADECUADA OCUPACIÓN Y USO DEL TERRITORIO FRENTE A L RIESGO DE DESASTRES**

**ACTIVIDAD 5001593: FORMULACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS TERRITORIALES PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO A NIVEL URBANO**

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO EN ZONAS URBANAS  
INFORME FINAL – DISTRITO DE LOS OLIVOS**

### **1 ANTECEDENTES**

A través de un convenio entre el Gobierno de Japón y el Gobierno de Perú, se viene desarrollando desde el año 2010 el proyecto denominado “Fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres por Terremoto y Tsunami en el Perú”, Proyecto de 5 años, donde la contraparte japonesa se compromete a enviar expertos en las diferentes áreas relacionadas a la ingeniería para la estimación de las amenazas y vulnerabilidades en zonas urbanas y proponer medidas de reducción del riesgo ante los efectos que puedan causar los sismos severos y los posibles tsunamis generados, esto a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón – JICA y de la Agencia Japonesa para la Ciencia y Tecnología – JST. Adicionalmente la cooperación Japonesa se compromete a enviar equipos y programas de cómputo para realizar ensayos y procesar información en las áreas de estructuras, geotecnia y geomática. Por su parte el Gobierno del Perú a través del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería – CISMID/FIC/UNI, se compromete a realizar los estudios de campo, el procesamiento de información y la elaboración de informes dentro del marco de este proyecto. Para la ejecución de los trabajos que demandan estos estudios se necesita adquirir equipos complementarios y solventar los gastos que demanden todos los investigadores peruanos. Para la ejecución de estas actividades CISMID/FIC/UNI presenta una propuesta de investigación y ejecución de actividades dentro del Programa Presupuestal 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, para complementar los trabajos con los investigadores japoneses y honrar de esta manera el compromiso del Gobierno de Perú. De esta manera, se propone la ejecución del Producto: Gobiernos Locales con Evaluación de Riesgos ante Sismos y Tsunamis, donde se incorpora la Actividad: Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Sismo y Tsunami en Zonas Urbanas, la cual tiene como área objetivo los distritos de Los Olivos, Ancón y Ate y este informe da cuenta de los resultados obtenidos para el distrito de Los Olivos, como parte componente de la actividad mencionada.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Realizar la evaluación del Riesgo Sísmico en Zonas Urbanas del distrito de Los Olivos en concordancia con el objetivo general del Programa Presupuestal 068 “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres”.

### 2.2 Objetivos Específicos

1. Elaborar una base de datos Geoespacial de una muestra de las edificaciones del distrito de Los Olivos.
2. Analizar la vulnerabilidad física frente a amenaza sísmica de las edificaciones incluyendo las esenciales en el distrito de Los Olivos. Entre las edificaciones esenciales se consideran hospitales, escuelas, comisarías, iglesias, bomberos, local municipal principal, puentes.
3. Elaborar un mapa de riesgo para un escenario sísmico, donde se presenten las áreas del distrito con los diferentes niveles de daño probable ante la ocurrencia de un sismo severo.
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.

## 3 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, ingeniería geomática 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 y proponer medidas de prevención y mitigación.

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, que conforma parte del Programa Presupuestal 068.

Adicionalmente se coordina con las autoridades del gobierno local para que proporcionen 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,



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



análisis y generación de mapas con la información que sirvan como base para elaboración de la microzonificación sísmica y determinación del riesgo.

### 4 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

#### 4.1 Organización del Trabajo de Campo

##### 4.1.1 Preparación de Actividades, Coordinación y Personal

Para el desarrollo de las actividades del levantamiento de datos de campo, se inició el trabajo con la selección de los ingenieros coordinadores, se organizaron grupos de trabajo asignando tres personas por cada grupo para el levantamiento de información de campo. El personal seleccionado fue formado por un grupo de jóvenes ingenieros, estudiantes de postgrado 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 poder representar de la mejor manera las tipologías constructivas de nuestro país, resaltando el sistema estructural, los materiales utilizados y en general las condiciones físicas de la edificación.

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

Este procedimiento se basa en la toma de información en edificaciones de adobe, albañilería, quincha y concreto armado. 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 del cual se toma el detalle de su información a través de una ficha de inspección estructural. El lote representativo es aquel que representa de la mejor manera las características promedio de los lotes de la manzana evaluada.

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

Para la valoración en campo de las características de las edificaciones se utiliza una ficha de evaluación elaborada por nuestra institución para la evaluación rápida de estructuras, la cual se presenta en la Figura 1.

La Ficha está dividida en cinco áreas:

- Número de pisos
- Material
- Usos
- Sistema Estructural
- Conservación

Esta información es complementada con la toma de fotografías del lote representativo de la manzana, donde se pueda identificar a la estructura de la edificación. Posteriormente estas fotografías se codifican para que coincidan con el identificador

del lote y de esta manera poder almacenar la fotografía o fotografías en la base de datos geoespacial.

(a)

CONVENIO CISMID/FICUNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO ESTUDIO DE RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE COMAS					
INFORMACIÓN DE LA MANZANA CÓDIGO DE LA MANZANA:					
LEYENDA PARA LA CODIFICACIÓN DEL LOTE					
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 Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo M Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos N Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles L Construcción Informal en Albañilería A Adobe y Quincha C Pórticos de Concreto W Estructura de Concreto Armado con Placas I Pórticos de Concreto con Vanos Rigidizados con Mampostería L Estructura Celular de Concreto F Pórtico de Acero Resistentes a Momento B Pórtico de Acero Arriostrados con Diagonales U Estructura de Perfiles Livianos W Entramados de Madera T 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 5 - Numero					
Foto 1 - Numero	Actuar lote representativo				Foto 2 - Numero
Foto 3 - Numero					Foto 4 - Numero

(b)

CONVENIO CISMID/FICUNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO ESTUDIO DE RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE COMAS					
CÓDIGO DE MANZANA			CÓDIGO INTERNO		
ESTRUCTURACIÓN					
Material	Adobe		Mampostería		Concreto
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	Catamina	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
Confinamiento	Si		No		Tubular/Hueco
Fisuras	Si		No		
Tarrajeo	Si		No		
Estado de conservación	Bueno		Regular		Malo
Actuar lote representativo					

**Figura 1.** (a) Formato de ayuda para codificación del lote y (b) Formato de evaluación para la edificación representativa de la manzana.

### 4.1.2 Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo

- a) Preparación de planos para la toma de datos: Basado en la información de planos georreferenciados 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. Para facilitar el trabajo de los grupos evaluadores, el área a evaluar se dividió en 24 sectores, tal como se muestra en el mapa E-01.



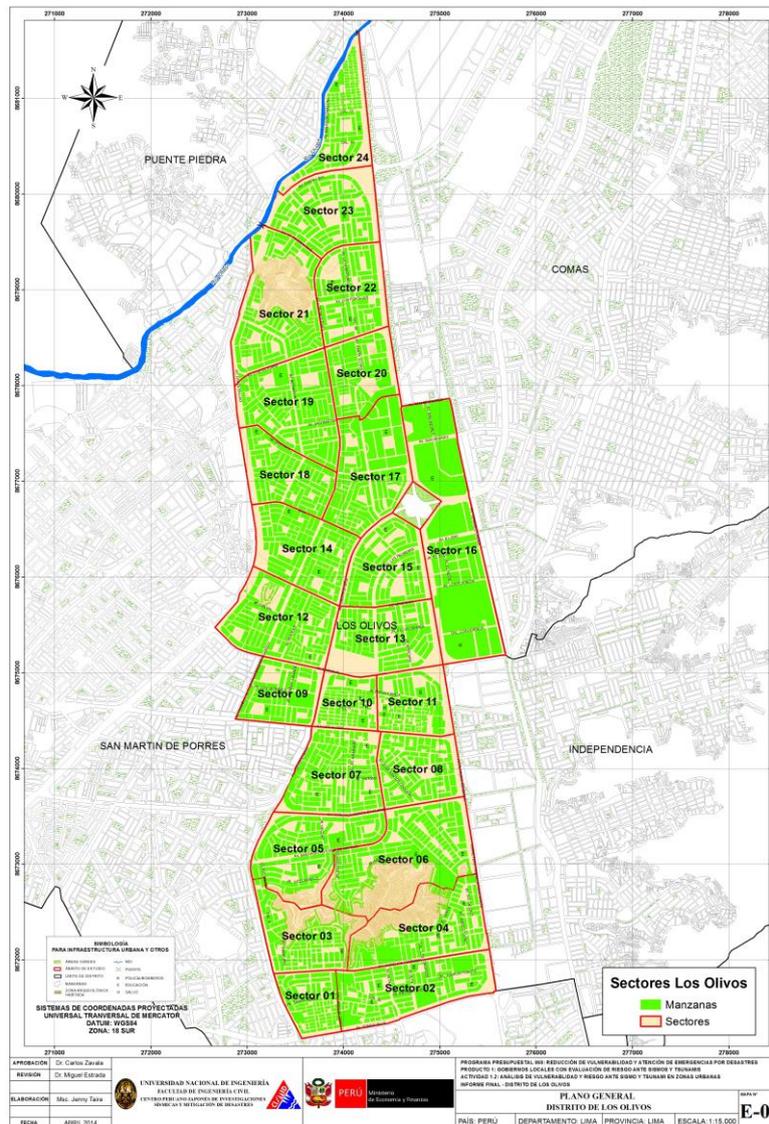
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



- b) Para la determinación de los límites del área a evaluar, se coordinó con funcionarios del Ministerio de Vivienda, de manera que se evaluara la totalidad del área urbana, con los diferentes niveles de ocupación y consolidación urbana. Adicionalmente, se prepararon mapas sobrepuestos en imágenes de Google Earth para la determinación exacta de estas áreas. Hay que mencionar que el área evaluada por el equipo geotécnico es un poco mayor, ya que también se evaluaron zonas de posible crecimiento urbano.
- 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. 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 cálculo con campos similares al de la ficha. Posteriormente toda esta información es codificada y llevada a una base de datos en una plataforma de sistema de información geográfica (SIG) para su georreferenciación espacial.

La sectorización del distrito se muestra en la Figura 2, que se adjunta a continuación, en donde son identificados los 24 sectores en que se dividió el distrito de Los Olivos.



**Figura 2.** Sectores de evaluación del distrito de Los Olivos.

#### 4.1.3 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 llevada a una base de datos en formato SHAPE, la cual fue procesada por el programa ArcGIS. 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, entre otras características de la ficha de levantamiento de datos.



- c) Verificación de los datos adquiridos  
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 evaluó el 37% de las manzanas del distrito.

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 tomadas en el lugar además de una verificación de la información de la base de datos.

#### 4.2 Georreferenciación y Compatibilización de Planos

- a) Definición del sistema de georreferenciación  
Según normatividad actual, todos los planos producidos deben estar georreferenciados 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 de coordenadas WGS 84 mediante los parámetros por defecto que presenta el programa ArcGIS.

#### 4.3 Sistematización de la Información

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos geoespacial donde se integraron no sólo 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.

##### 4.3.1 Ubicación de las manzanas a evaluar

Para la selección de la ubicación de las manzanas a evaluar se utilizó una función estadística de distribución probabilística. La distribución que se utilizó fue la



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



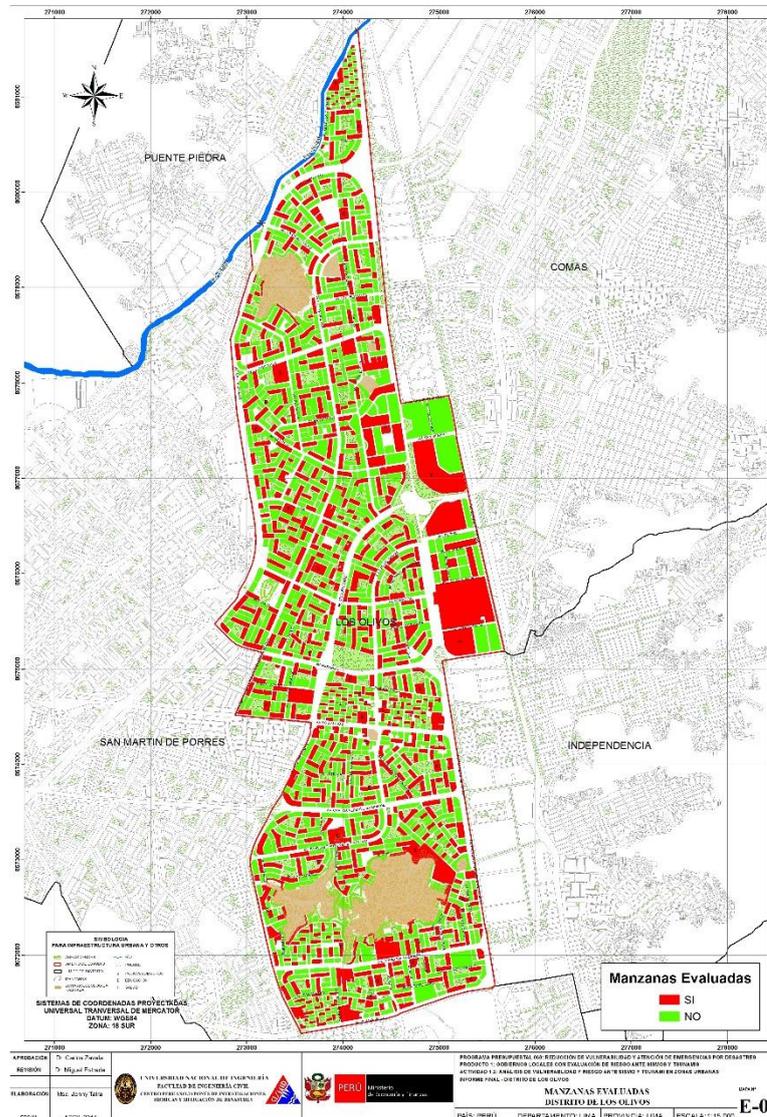
distribución uniforme. En estadística la distribución uniforme es una distribución de probabilidad cuyos valores tienen la misma probabilidad de ocurrencia de todos los valores posibles dentro del rango de valores.

Se define la función de probabilidad uniforme como:

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

Donde:  $a$  y  $b$  son los límites geográficos para el distrito de Los Olivos 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 selecciones de las manzanas. Es así que se generaron números aleatorios que siguen una distribución uniforme. En la Figura 3 se presenta el total de las 1890 manzanas del distrito, y en color rojo las evaluadas y en color verde las no evaluadas. Se presentan las 698 manzanas evaluadas en color rojo y las no evaluadas en color verde. El porcentaje de manzanas a evaluar es de 30%, lo cual hace una muestra significativa. En el Mapa E-02 se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.



**Figura 3.** Manzanas totales (1890) versus manzanas seleccionadas (698).

En el presente trabajo se optó por considerar un nivel de confianza del 97% bajo el supuesto que exista un error del orden del 1.93% en la desviación estándar, dando como resultado que el tamaño de la muestra es del 20% de población total de las manzanas. Esto produce un tamaño de muestra 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 de muestra mínimo de 495 manzanas. En el presente estudio se mejoró notablemente este valor al considerar una muestra de 698 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%.

**4.3.2 Elaboración de la base de datos geo-espacial**

Organizada la información a recolectar y las manzanas dónde 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 selección del lote representativo, se considera aquel que representa las características más frecuentes, es decir, aquella edificación que se repite más veces, dentro de la manzana evaluada. En la Figura 4 se muestra la base de datos de las características de las edificaciones representativas de cada una de las manzanas levantadas.

CONVENIO CISMID/FIC/UNI - PP068 MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS														
Levantamiento de Información - LOS OLIVOS														
Num	Sec_Mza	CodMza	LoteRepre	Cond. De Cimentación			FisuraCol	FisuraVig	FisuraMur	Muros			FotoRepres	
				CimentA	CimentH	Techo				FabricaAlb	TipoAlb	Confina		Tarrajeo
1	S01_1	71	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00337.jpg
2	S01_2	339	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00341.jpg
3	S01_3	144	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00342.jpg
4	S01_4	1010	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00343.jpg
5	S01_5	194	04MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00344.jpg
6	S01_6	1405	04MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00345.jpg
7	S01_7	15	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00346.jpg
8	S01_8	507	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00347.jpg
9	S01_9	781	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00359.jpg
10	S01_10	784	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00352.jpg
11	S01_11	1399	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00353.jpg
12	S01_12	737	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00354.jpg
13	S01_13	152	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00355.jpg
14	S01_14	633	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00357.jpg
15	S01_15	1436	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00358.jpg
16	S01_16	1398	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00359.jpg
17	S01_17	1012	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00361.jpg
18	S01_18	1834	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00360.jpg
19	S01_19	197	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	..Fotos\Fotos_S01\DSC00362.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.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



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

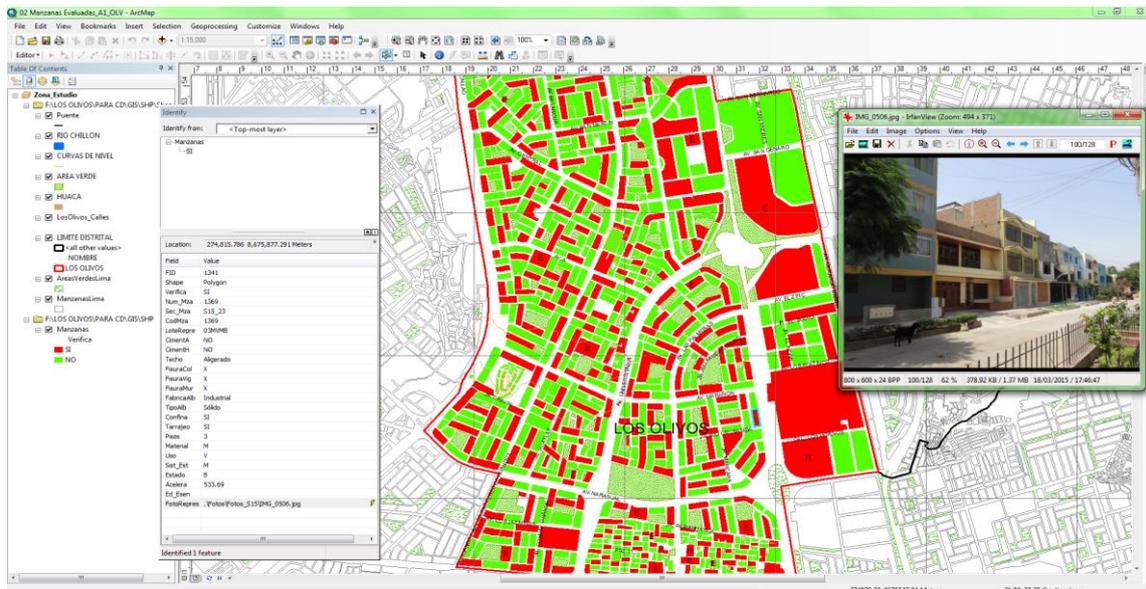
La Tabla 1 presenta la base de datos descriptiva. En esta tabla se muestran todos los campos ordenados alfabéticamente. Esta base de datos contiene la integración de todos los datos, es decir de los datos levantados en campo así como los valores obtenidos del procesamiento de la información, para finalizar 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 reparación
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 tarrajeo
Techo	Tipo de techo
TipoAlb	Tipo de unidad de albañilería
Uso	Tipo de uso
Verifica	Se evalúa

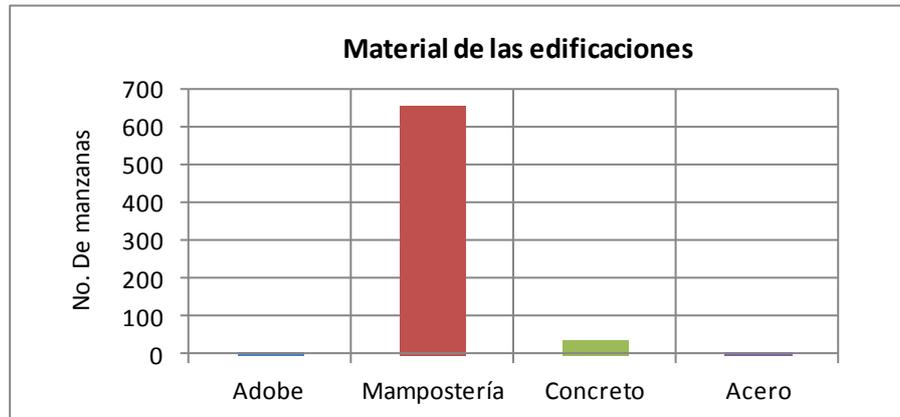
La Figura 5 muestra el detalle de los datos de una manzana evaluada. Como se puede apreciar en esta base de datos geo-espacial se ha integrado una imagen de satélite, obtenida desde Google Earth, la información cartográfica de los bordes de las manzanas y dentro de la base de datos descriptiva además de la información levantada en campo se encuentra la información procesada. Adicionalmente, se han integrado fotografías 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 para su procesamiento.

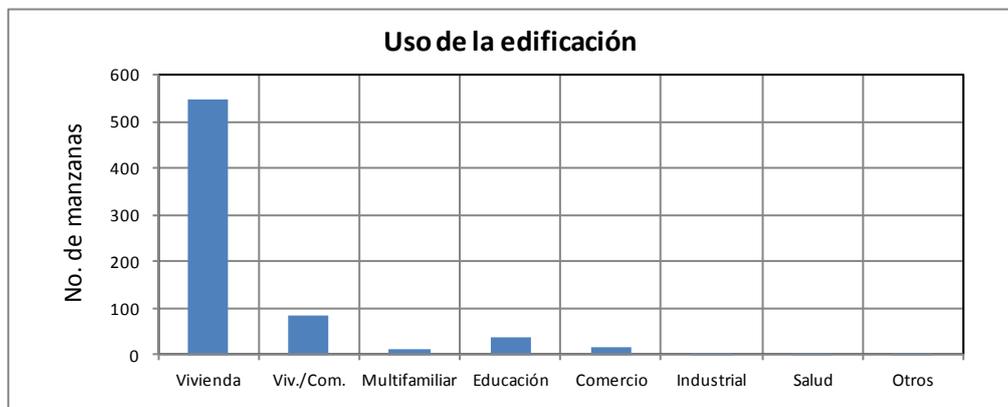
Como resumen de los datos adquiridos en campo se presenta en el mapa E-03 el número de pisos, en el mapa E-04 el material predominante de la edificación, en el mapa E-05 el uso de suelo, en el mapa E-06 el sistema estructural y en el mapa E-07 se muestra el estado de conservación.

En el mapa E-04, referente a los materiales existentes en las edificaciones del distrito de Los Olivos, se realizó un análisis estadístico de la muestra, dando como resultado la gráfica que se presenta en la Figura 6, donde es notorio que el material predominante es la mampostería de ladrillo que representa el 94% de la muestra. Debe destacarse que existen edificaciones de concreto que representan un 5% de la muestra, así como edificaciones de adobe que representan el 1% de muestra.



**Figura 6.** Distribución de los materiales de construcción de la muestra del distrito de Los Olivos.

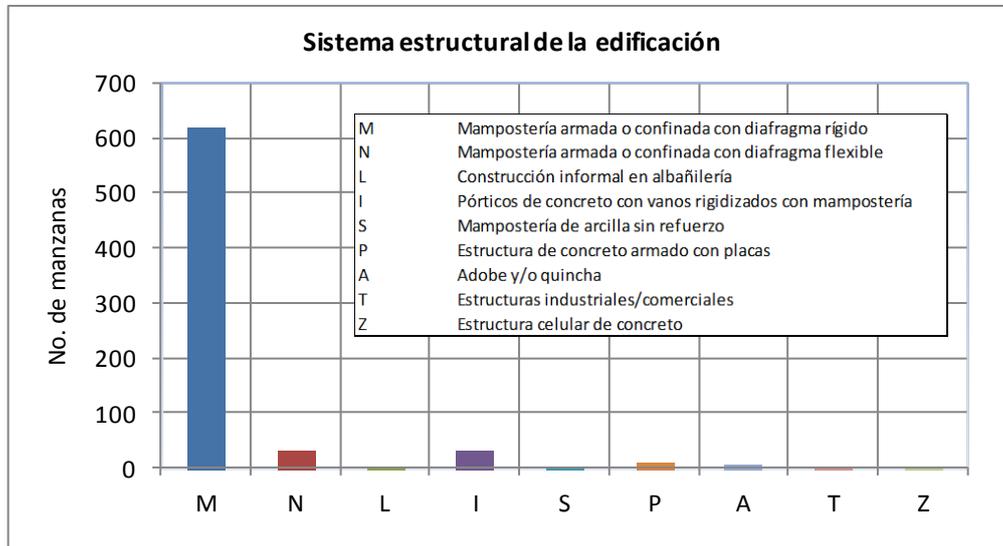
En el mapa E-05 se presenta las manzanas evaluadas y clasificadas de acuerdo al uso del suelo de las edificaciones. En la Figura 7 se presenta el resumen estadístico de la muestra en lo referente al uso del suelo o uso de la edificación de la muestra estudiada. Puede leerse que es predominante el uso en viviendas que ocupan un 78% de la muestra, seguido de viviendas-comercio que representan el 12% de la muestra, los colegios que representan un 5%, el comercio representa el 2% y las edificaciones multifamiliares que representan un 1% de las edificaciones en el área estudiada.



**Figura 7.** Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Los Olivos.

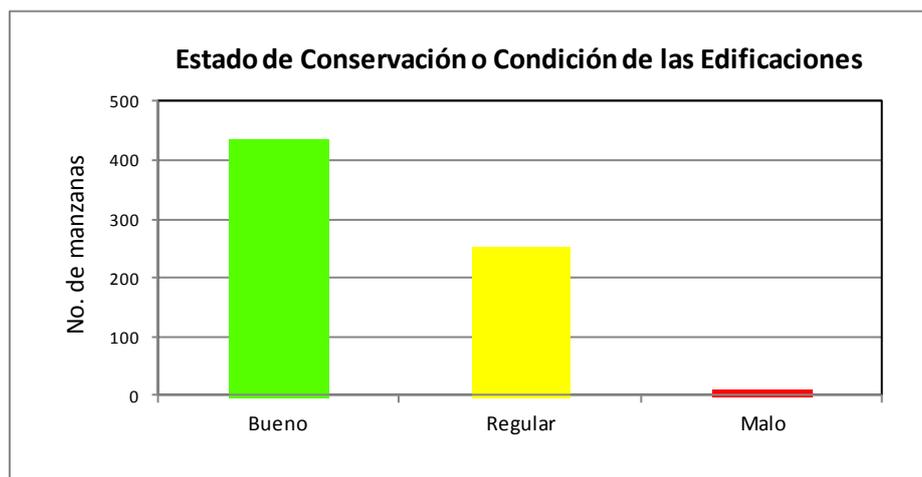
En el mapa E-06 se presenta el levantamiento de información de las manzanas evaluadas relacionadas con el sistema estructural usado en las edificaciones. La Figura 8 presenta la distribución del uso de los sistemas estructurales que se obtuvo de la estadística de la muestra usada en el distrito de Los Olivos. En el gráfico se entiende que el sistema estructural más utilizado es la mampostería de ladrillos de arcilla con diafragmas o techos rígidos que ocupa el 88% de la muestra. Le siguen a este sistema en uso la albañilería confinada con diafragma o techo flexible con un 4% de la muestra, que generalmente se tiene en el último nivel de la edificación, al igual que los pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería con un 4%.

Por otro lado un 1% de la muestra está representado por estructuras de concreto armado con placas, así como que las viviendas de adobe.



**Figura 8.** Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Los Olivos.

El mapa temático E-07 presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Los Olivos. La Figura 9 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 62.6% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 36.1% de la muestra presenta un estado regular de conservación, en contra de un 1.3% que presenta un mal estado de conservación.



**Figura 9.** Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Los Olivos.

## **5 RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES**

### **SECTOR 01**

El sector 01 limita por el Este con la calle Miguel Grau; por el Sur con Avenida Tomas Valle; por el Oeste con la Avenida Universitaria y por el Norte con la Avenida Angélica Gamarra. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 01, se tomaron en cuenta con un total de 27 manzanas las cuales fueron evaluadas.

Del levantamiento del sector 01, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 03 pisos, donde el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada). En general, este sector presenta un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Viviendas de albañilería confinada del Sector 01.

### **SECTOR 02**

El sector 02 limita por el Este con la avenida Alfredo Mendiola; por el Sur con avenida Tomas Valle; por el Oeste con la calle Miguel Grau y por el Norte con la avenida Angélica Gamarra. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 02, se tomaron en cuenta con un total de 33 manzanas las cuales fueron evaluadas.

Del levantamiento del sector 02, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 03 pisos, donde el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada). En general, este sector presenta un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 11. En el lado izquierdo de la Figura 11 se muestra la vivienda representativa de 03 niveles, mientras que en el lado derecho se muestra una edificación con el mismo sistema estructural de uso comercial.



Figura 11. Viviendas de albañilería confinada del Sector 02.

### **SECTOR 03**

El Sector 03 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito, entre las avenidas Universitaria, Angélica Gamarra, y Av. Principal. Este sector se caracteriza por ser principalmente residencial, con viviendas de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de tres pisos como se muestra en la Figura 12. El material predominante es la albañilería de ladrillo artesanal sólido y tubular, con un sistema estructural de mampostería confinada y techo aligerado.



Figura 12. Viviendas típicas del Sector 03.

En la avenida Universitaria se encuentra una zona comercial como se muestra en la Figura 13. En general, las edificaciones del sector se encuentran de regular a buen estado de conservación.



Figura 13. Zona comercial del Sector 03.

#### SECTOR 4

El Sector 4 está ubicado en la parte Sur del distrito, entre la Av. Angélica Gamarra, Av. Principal, Calle Fortín Caycho y Av. Globo Terráqueo (Carretera Panamericana Norte). En este sector se evaluaron 30 manzanas. Las edificaciones de este sector son de dos y tres pisos en mayoría cuyo material es albañilería del tipo tubular y dedicado a viviendas, como puede apreciarse en la Figura 14.



Figura 14. Edificaciones del sector 4 de tres y dos pisos.

Predomina el sistema estructural de albañilería, en buen estado de conservación, en algunos casos humedad en la base de los muros, pero en ningún caso asentamientos. Es en general un sector consolidado, hay viviendas en proceso de ampliación, tal como se ve en la Figura 15.



**Figura 15.** Viviendas del sector 4.

En este sector puede apreciarse edificaciones para uso de viviendas y de vivienda-comercio en las zonas adyacentes a las avenidas tal como se ve en la Figura 16.



**Figura 16.** Vivienda - comercio.

### **SECTOR 05**

El Sector 05 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito, teniendo como principales vías las avenidas Universitaria, Carlos Izaguirre y Santiago Antúnez de Mayolo. Las viviendas son de tres pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de dos y cuatro pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo aligerado como se muestra en la Figura 17. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y ladrillo pandereta en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 17. Viviendas típicas del Sector 05.

En las avenidas Universitaria, Antúnez de Mayolo y Carlos Izaguirre se encuentra la zona comercial del sector, con edificaciones de albañilería confinada de dos a cuatro pisos, como se observa en la Figura 18.



Figura 18. Zona comercial del sector.

## SECTOR 06

El Sector 06 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito, teniendo como principales vías las avenidas Alfredo Mendiola, Carlos Izaguirre y Santiago Antúnez de Mayolo. Las viviendas son de tres pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de dos y cuatro pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo aligerado como se muestra en la Figura 19. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y ladrillo pandereta en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 19. Viviendas típicas del Sector 06.

En las avenidas Alfredo Mendiola, Antúnez de Mayolo y Carlos Izaguirre se encuentra la zona comercial del sector, con edificaciones de albañilería confinada de tres pisos, como se observa en la Figura 20.



Figura 20. Zona comercial del sector.

### SECTOR 07

El sector 07 limita por el Este con la Avenida Las Palmeras; por el Sur con la avenida Carlos Alberto Izaguirre; por el Oeste con la avenida Universitaria y por el Norte con la avenida Los Alisos. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 07, se tomaron en cuenta con un total de 39 manzanas las cuales fueron evaluadas.

Del levantamiento del sector 07, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 03 pisos, donde el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada).

En general, este sector presenta un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 21.



Figura 21. Viviendas de albañilería confinada del Sector 07.

Así mismo dentro del sector se muestran viviendas comerciales muchas de ellas son de 03 pisos, como a continuación se presentan en la Figura 22.



Figura 22. Viviendas comerciales del Sector 07.

### SECTOR 08

El sector 08 limita por el Este con la avenida Alfredo Mendiola; por el Sur con la avenida Carlos Alberto Izaguirre; por el Oeste con la avenida Las Palmeras y por el Norte con la avenida Los Alisos. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 08, se tomaron en cuenta con un total de 31 manzanas las cuales fueron evaluadas.

Del levantamiento del sector 08, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 03 pisos, seguidamente por 02 pisos, donde el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada). En general, este sector presenta un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Viviendas de albañilería confinada del Sector 08.

Así mismo dentro del sector se muestran viviendas comerciales muchas de ellas son de 03 pisos ubicadas por la avenida Carlos Alberto Izaguirre y calles cercanas, como a continuación se presentan en la Figura 24.



Figura 24. Viviendas comerciales del Sector 08.

### SECTOR 09

El sector 09 limita por el Este con la avenida Universitaria; por el Sur con avenida Los Alisos; por el Oeste con la avenida Huandoy y por el Norte con la avenida Naranjal. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 09, se tomaron en cuenta con un total de 19 manzanas las cuales fueron evaluadas.

Del levantamiento del sector 09, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 03 pisos, seguidamente por 02 pisos, donde el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada). En general, este sector presenta un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Viviendas de albañilería confinada del Sector 09.

Así mismo dentro del sector se muestran viviendas comerciales muchas de ellas son de 03 pisos donde el comercio se ubica en el primer piso, como a continuación se presentan en la Figura 26.



Figura 26. Viviendas comerciales del Sector 09.

## SECTOR 10

El Sector 10 está ubicado entre las Av. Naranjal por el norte, la Av. Los Alisos por el sur, Av. Las Palmeras por el este y la Av. Universitaria por el oeste. En este sector se evaluaron 31 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda, en buen estado de conservación. No hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones, esto puede apreciarse en la Figura 27.



**Figura 27.** Edificaciones de albañilería del sector 10.

Predomina el sistema estructural de albañilería de dos niveles con techo aligerado, tal como se ve en la Figura 28.



**Figura 28.** Edificaciones de dos niveles con techo aligerado.

En la mayoría de viviendas se ha usado ladrillo industrial sólido, pero además se ha notado que se usa ladrillo pandereta y ladrillo artesanal, como se ve en la Figura 29.



**Figura 29.** Viviendas construidas con ladrillo pandereta (izquierda) y ladrillo artesanal sólido (derecha).

### SECTOR 11

El Sector 11 está delimitado por la Av. Naranjal por el norte, la Av. Los Alisos por el sur, Av. Alfredo Mendiola por el este y la Av. Las Palmeras por el oeste. En este sector se evaluaron 32 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda, en buen estado de conservación, no hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones. En la Figura 30 se muestran viviendas del sector 11.



**Figura 30.** Edificaciones de albañilería.

Predomina el sistema estructural de albañilería de dos y tres niveles con techo aligerado, tal como se ve en la Figura 31.



**Figura 31.** Edificaciones de dos y tres niveles.

En la mayoría de viviendas se ha usado ladrillo industrial sólido, pero además se ha notado que se usa ladrillo pandereta y ladrillo artesanal, como se ve en la Figura 32.



Figura 32. Viviendas construidas con ladrillo pandereta y ladrillo artesanal solido.

### SECTOR 12

El Sector 12 está ubicado, entre la Av. Universitaria y Av. El Naranjal y entre la Av. Canta Callao y Av. Marañón. En este sector se evaluaron 39 manzanas. Las edificaciones de este sector son de dos y tres pisos en su mayoría, cuyo material es albañilería tubular y sólida y dedicada a viviendas, o comercio local, especialmente en las avenidas principales, como puede apreciarse en la Figura 33.



Figura 33. Edificaciones del sector 12, de dos y tres pisos, viviendas y comercio (en avenidas).

En este sector se ubica un centro de expendio de combustible, tal como se ve en la Figura 34.



**Figura 34.** Centro de expendio de combustible.

En este sector se pudo observar dos conjuntos habitacionales de edificios multifamiliares en albañilería confinada de 3 y 5 pisos. También hay recientes ampliaciones o crecimiento de las viviendas en altura. Esto se ve en la Figura 35.



**Figura 35.** Conjunto habitacional y construcciones recientes.

### SECTOR 13

El Sector 13 está ubicado entre las avenidas Universitaria, Marañón, Carretera Panamericana Norte y Av. Naranjal. En este sector se evaluaron 29 manzanas. Las edificaciones de este sector son de dos y tres pisos en mayoría, cuyo material es albañilería tubular y sólida y dedicado a viviendas (hasta 5 pisos), como puede apreciarse en la Figura 36.



**Figura 36.** Edificaciones del sector 13, de tres pisos, hasta 5 pisos para viviendas.

Predomina el sistema estructural de albañilería en buen estado de conservación. En este sector, se observa a lo largo de avenida ubicación de viviendas comercio, los cuales se ve en la Figura 37.



**Figura 37.** Viviendas comercio en sector 13.

El crecimiento en altura es progresivo (provisional o permanente), se observa el uso de cobertura de plancha ondulada (liviana) en los niveles más altos. Esto se ve en la Figura 38.



**Figura 38.** Uso de cobertura liviana sobre las paredes del último nivel.

### SECTOR 14

El Sector 14 se encuentra ubicado en la parte central del distrito, entre las avenidas Universitaria, Marañón, Canta Callao, Próceres de Huandoy y Av. A. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo aligerado como se muestra en la Figura 39. Se pudo observar el uso de ladrillo pandereta principalmente en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 39. Viviendas típicas del Sector 14.

Durante el recorrido se observaron viviendas de adobe de un piso y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 40.



Figura 40. Viviendas de adobe.

En las avenidas Universitaria, Marañón y Próceres de Huandoy se encuentra la zona comercial del sector, con edificaciones de albañilería confinada de dos y tres pisos, como se observa en la Figura 41.



Figura 41. Zona comercial del sector.

### SECTOR 15

El Sector 15 está delimitado por la Av. Universitaria por el norte, la Av. Marañón por el sur, Av. Panamericana por el este y la Av. Universitaria por el oeste. En este sector se evaluaron 28 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda, en buen estado de conservación, no hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones, en la Figura 42 se muestran viviendas del sector 15.



Figura 42. Edificaciones de albañilería.

Predomina el sistema estructural de albañilería de tres y dos niveles con techo aligerado, tal como se ve en la Figura 43.



Figura 43. Edificaciones de tres y dos niveles.

Se ha usado ladrillo industrial sólido, pandereta y ladrillo artesanal, pero predomina el uso de ladrillo pandereta, tal como se ve en la Figura 44.



Figura 44. Viviendas construidas con ladrillo pandereta y ladrillo artesanal sólido.

## SECTOR 16

El sector 16 limita por el Este con la avenida Gerardo Unger; por el Sur con la avenida Naranjal; por el Oeste con la Carretera Panamericana Norte y por el Norte con la avenida San Bernardo. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 16, se tomaron en cuenta con un total de 10 manzanas las cuales fueron evaluadas.

Del levantamiento del sector 16, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 03 pisos. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada).

En general, este sector presenta un regular estado de conservación y el uso de las edificaciones es del tipo comercial e industrial, como se muestra en la Figura 45.



Figura 45. Viviendas de albañilería confinada del Sector 16.

### SECTOR 17

El Sector 17 está delimitado por el Jr. San Fernando por el norte, la Av. Universitaria por el sur, Av. Alfredo Mendiola por el este y la Av. Próceres de Huandoy por el oeste. En este sector se evaluaron 31 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda, en buen estado de conservación. No hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones, esto puede apreciarse en la Figura 46.



Figura 46. Edificaciones de albañilería.

Predomina el sistema estructural de albañilería de tres y dos niveles con techo aligerado, tal como se ve en la Figura 47.



**Figura 47.** Edificaciones de dos y tres niveles.

Se ha usado ladrillo industrial sólido, pandereta y ladrillo artesanal, pero predomina el uso de ladrillo pandereta, como se ve en la Figura 48.



**Figura 48.** Viviendas construidas con ladrillo pandereta y ladrillo artesanal sólido.

### SECTOR 18

El Sector 18 está delimitado por la Av. Central por el norte, la Av. A por el sur, Av. Proceres de Huandoy por el este y la Av. Canta Callao por el oeste. En este sector se evaluaron 25 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda, en buen estado de conservación. No hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones, esto puede apreciarse en la Figura 49.



Figura 49. Edificaciones de albañilería.

Predomina el sistema estructural de albañilería de dos y tres niveles con techo aligerado, tal como se ve en la Figura 50.



Figura 50. Edificaciones de uno y dos niveles.

En la mayoría de viviendas se ha usado ladrillo industrial sólido pero además se ha notado que se usa ladrillo pandereta y ladrillo artesanal, como se ve en la Figura 51.



Figura 51. Viviendas construidas con ladrillo pandereta y ladrillo artesanal sólido.

### **SECTOR 19**

El sector 19 limita por el Este con la avenida Los Próceres; por el Sur con la avenida Central; por el Oeste con la avenida Canta Callao y por el Norte con la avenida Dos de Octubre. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 19, se tomaron en cuenta un total de 33 manzanas para ser evaluadas.

Del levantamiento del sector 19, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 03 pisos. Al igual que en los demás sectores, el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada).

En general, este sector presenta un regular estado de conservación y el uso de las edificaciones es del tipo vivienda, como se muestra en la Figura 52.



**Figura 52.** Viviendas de albañilería confinada del Sector 19.

### **SECTOR 20**

El sector 20 limita por el Este con la avenida Alfredo Mendiola; por el Sur con la avenida Holanda y Jirón San Fernando; por el Oeste con la avenida Los Próceres (Av. Huandoy) y por el Norte con la avenida Dos de Octubre. Para el levantamiento estructural de la zona del Sector 20, se tomaron en cuenta un total de 16 manzanas para ser evaluadas.

Del levantamiento del sector 20, se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 02 pisos. Al igual que en los demás sectores, el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada).

En general, este sector presenta un regular estado de conservación y el uso de las edificaciones es del tipo vivienda, como se muestra en la Figura 53.



Figura 53. Viviendas de albañilería confinada del Sector 20.

### SECTOR 21

El Sector 21 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito, entre las avenidas 2 de Octubre, Los Próceres y La Cordialidad. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de uno y tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo aligerado como se muestra en la Figura 54. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal sólido y pandereta en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 54. Viviendas típicas del Sector 21.

Se observaron edificaciones multifamiliares de cuatro y cinco pisos en concreto y albañilería confinada en buen estado, como se muestra en la Figura 55. Además se observaron viviendas de adobe y albañilería informal ya que no cuentan con elementos de confinamiento, como se muestra en la Figura 56.



Figura 55. Edificaciones multifamiliares.



Figura 56. Viviendas de adobe.

## SECTOR 22

El Sector 22 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito, entre las avenidas 2 de Octubre, Los Próceres y la carretera Panamericana Norte. Las viviendas son de tres pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de dos y cuatro pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo aligerado como se muestra en la Figura 57. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal sólido y pandereta en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 57. Viviendas típicas del Sector 22.

En las avenidas Los Próceres y Alfredo Mendiola se encuentra la zona comercial del sector, con edificaciones de albañilería confinada de dos, tres y cuatro pisos, como se observa en la Figura 58.



Figura 58. Zona comercial del sector.

### SECTOR 23

El Sector 23 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito, entre las avenidas La Cordialidad, Los Próceres, Alfredo Mendiola y Canta Callao. Las viviendas son de tres pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de dos pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo aligerado como se muestra en la Figura 59. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal sólido principalmente en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 59. Viviendas típicas del Sector 23.

En las calles 7 y La Honradez se ubica una zona comercial con edificaciones entre dos y cuatro pisos de albañilería confinada en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 60.



Figura 60. Zona comercial del Sector 23.

#### SECTOR 24

El Sector 24 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito, entre las avenidas Canta Callao, Alfredo Mendiola y Malecón Chillón. Las viviendas son de dos y tres pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo aligerado como se muestra en la Figura 61. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal sólido y pandereta en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 61. Viviendas típicas del Sector 24.

Durante el recorrido se observaron viviendas de adobe de un piso y techo de cobertura ligera en mal estado de conservación, como se muestra en la Figura 62.



Figura 62. Viviendas de adobe.

## 6 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES

### 6.1 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.

### 6.2 Formas de Evaluación

La evaluación de la vulnerabilidad puede realizarse básicamente usando dos criterios: método determinístico y método por criterio.

#### 6.2.1 Método Determinístico

El método determinístico se basa en un estudio detallado de la estructura. Este tipo de 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, para producir un diagnóstico de la respuesta sísmica y encontrar si la edificación resistirá las fuerzas y desplazamientos inducidos por el terremoto.

#### 6.2.2 Método por Criterio

El método por criterio o método empírico están basados, en simplificaciones dadas por la experiencia y desarrolladas por expertos con la finalidad de que 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 y así obtener un diagnóstico de su estado luego del evento.

#### 6.2.3 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



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



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 volumen respectivo 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 zona evaluada. Posteriormente, 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:

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



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



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 a la base de datos de experimentación muros, paneles y módulos a escala natural ensayados en CISMID a lo largo de sus 27 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 en una plataforma SIG para producir los resultados esperados en los productos mediante los mapas de vulnerabilidad.

A continuación se presenta un resumen de los resultados, dando un énfasis en la zona con mayor vulnerabilidad.

### **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 a 60% 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 blandos.
- Muros altos de ladrillo o adobe, de poco espesor y sin ningún arriostre.
- Edificaciones construidas con materiales inestables y provisionales, sin ningún tipo de arriostre ni 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



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



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 terreno 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, donde el costo de reparación sea menor el 30% de su valor. 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.
- Edificaciones en laderas de los cerros, donde su cimentación generalmente se apoya en muros de contención de piedra (pircas secas) no recomendables para tomar fuerzas de sismo.

En la Figura 63 se representa la vulnerabilidad de las edificaciones evaluadas, considerando los criterios antes expuestos, para los niveles identificados.

### **6.3 Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas**

- Lotes:** Se evaluaron la totalidad de los lotes representativos de la muestra, siendo el material predominante la albañilería, con presencia en el 94%.
- Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 94% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de 1 piso (3%), 2 pisos (39%), 3 pisos (53%) y 4 pisos (5%). 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 93% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes, no teniendo el 1% de las viviendas evaluadas, elementos de refuerzo vertical.
- Coberturas y Sistema de techos:** Del total de lotes inspeccionados, el 88% de ellos tienen techos aligerados de ladrillo con viguetas de concreto armado, y el 4%, poseen coberturas de calamina, esteras o madera. Estas coberturas se



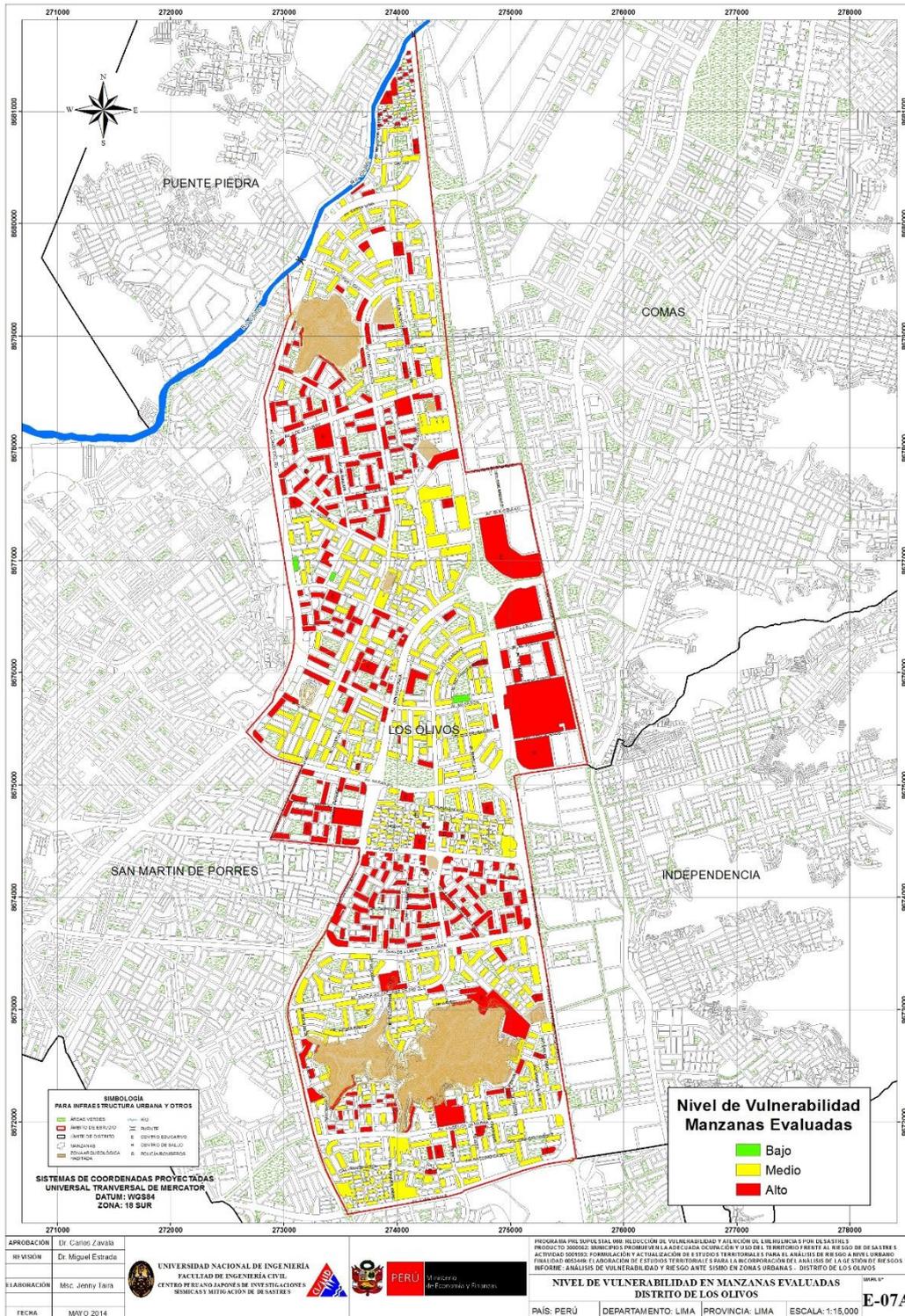
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



concentran en los sectores emergentes como las laderas de cerros y asentamientos humanos.

- d) **Estado de Conservación:** El estado de conservación de las construcciones en un 62.6% es aceptable y bueno. Un 36.1% de las viviendas muestran un estado de conservación regular y otro 1.3% de las viviendas 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 63.** Mapa de vulnerabilidad de las edificaciones de las manzanas evaluadas.

#### 6.4 Evaluación de Edificaciones Esenciales

Para la evaluación de las edificaciones esenciales se consideraron aquellos colegios, centros de salud de diferente nivel, comisarías, cuartel de bomberos, etc., de manera que en el análisis estructural se considere esta condición de esencial para el cálculo de su respuesta sísmica. Bajo esta premisa, se encontró su demanda para las condiciones del terreno y según el escenario sísmico.

#### SECTOR 01

- Colegio Daniel Alcides Carrión, su estado de conservación es regular. El sistema estructural consiste en pórticos rigidizados por muros de mampostería de dos niveles, como se muestra en la Figura 64.



Figura 64. Colegio Daniel Alcides Carrión.

- I.E. N° 2006 Santa Rosa de Lima, como se muestra en la Figura 65. Este centro educativo tiene un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de tres niveles.



Figura 65. I.E. N 2006 Santa Rosa de Lima.

- I.E. Paraíso del Saber, su estado de conservación es regular. El sistema estructural consiste en pórticos rigidizados por muros de mampostería de dos niveles, como se muestra en la Figura 66.



Figura 66. I.E. Paraíso del Saber.

- Iglesia, como se muestra en la Figura 67. El sistema estructural consiste en pórticos de un nivel.



Figura 67. Iglesia del Sector 01.

## SECTOR 02

- Colegio Particular Baden Powell, su estado de conservación es regular. El sistema estructural consiste en pórticos rigidizados por muros de mampostería de hasta cinco niveles, como se muestra la Figura 68.



Figura 68. Colegio Particular Baden Powell.

- Colegio Pamer, como se muestra en la Figura 69. Este centro educativo tiene un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de tres niveles adicionalmente una azotea.



**Figura 69.** Colegio Pamer.

- Colegio José Abelardo Quiñones Gonzales, mostrado en la Figura 70, el cual consta de dos niveles de regular estado de conservación. Su sistema estructural son de pórticos rigidizados por muros de mampostería.



**Figura 70.** Colegio José Abelardo Quiñones Gonzales.

- Policlínico Trébol de un nivel con un sistema estructural de albañilería confinada, mostrando un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 71.



Figura 71. Policlínico Trébol

- Compañía de Bomberos Los Olivos N°161, el cual consta de dos niveles de regular estado de conservación. Su sistema estructural son de pórticos rigidizados por muros de mampostería (Ver Figura 72).



Figura 72. Compañía de Bomberos Los Olivos N°161.

- Iglesia, como se muestra en la Figura 73. El sistema estructural consiste en pórticos de un nivel.



Figura 73. Iglesia del Buen Pastor

### SECTOR 03

- Colegio La Merced, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada con techo de calamina en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 74.



Figura 74. Colegio La Merced.

- I.E.P. N°3078 Héroes del Cenepa. Ver Figura 75.



Figura 75. I.E.P Héroes del Cenepa.

### SECTOR 04

En este sector se encuentran edificaciones esenciales, entre las que destacan hasta 5 colegios, la mayoría privados, también tenemos una Universidad, la Comisaría Sol de Oro y un Mercado. Se muestra la Universidad y tres Colegios, los cuales se muestran en la Figura 76. Casi todos se ubican en edificios de 3 o más pisos de albañilería o pórticos de concreto con muros de ladrillo. Estas edificaciones se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 76.** Vista de dos locales de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, y tres colegios privados.

Asimismo, tenemos en este sector 4, la Comisaría de Sol de Oro y el Mercado Conzac, edificaciones de concreto y albañilería. Se muestran en la Figura 77.



**Figura 77.** Comisaría y Mercado.

## SECTOR 05

- I.E. Palmas Reales, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado y cobertura ligera en los diferentes pabellones, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 78.



Figura 78. I.E. Palmas Reales.

- Colegio Nacional César Vallejo, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 79.



Figura 79. Colegio Nacional César Vallejo.

- I.E.I. San Martín de Porres, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 80.



Figura 80. I.E.I. San Martín de Porres.

- I.E.P. New Garden, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 81.



**Figura 81.** I.E.P. New Garden.

- I.E.P. Inicial Niños Líderes, edificación de un piso de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 82.



**Figura 82.** I.E.P. Inicial Niños Líderes.

- I.E.P. Corazón de Cristo, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 83. Se observa el uso de ladrillo pandereta en los muros de la edificación.



**Figura 83.** I.E.P. Corazón de Cristo.

- Colegio Santa María de la Providencia, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto, albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 84. Se observa el uso de ladrillo pandereta en los muros de la edificación.



**Figura 84.** Colegio Santa María de la Providencia.

- C.E.P. William Prescott, edificación de cinco pisos de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 85.



**Figura 85.** C.E.P. William Prescott.

- Colegio San Columbano, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos albañilería y techo aligerado, en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 86. Se observa la presencia de columnas cortas en la estructura.



**Figura 86.** Colegio San Columbano.

- Inicial Nuevo Amanecer, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 87.



**Figura 87.** Inicial Nuevo Amanecer.

- Nido Mundo Kids, edificación de un piso de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 88.



Figura 88. Nido Mundo Kids.

- Colegio Pestalozzi, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 89. En los niveles superiores se observaron construcciones en drywall.



Figura 89. Colegio Pestalozzi.

- Nido Marianistas, edificación de dos piso de albañilería confinada y techo de cobertura ligera, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 90.



Figura 90. Nido Marianistas.

- Colegio Particular No Escolarizado J. Gutenberg, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 91.



**Figura 91.** Colegio Particular No Escolarizado J. Gutenberg.

- I.E.I.P. Russelito, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 92.



**Figura 92.** I.E.I.P. Russelito.

- Colegio San Sebastian, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 93.



Figura 93. Colegio San Sebastian.

- Nido Mi Pequeño Mundo, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 94. En el tercer nivel se observa una construcción en drywall y techo de cobertura ligera.



Figura 94. Nido Mi Pequeño Mundo.

- I.E.P. Cristo Rey, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 95.



Figura 95. I.E.P. Cristo Rey.

- I.E.P. Giovanni Bosco, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 96.



Figura 96. I.E.P. Giovanni Bosco.

- Iglesia, edificación de un piso de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 97.



Figura 97. Iglesia.

- Mercado – Centro Comercial Covida, edificación de dos pisos con pórticos de concreto, albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 98.



Figura 98. Mercado – Centro Comercial Covida.

### SECTOR 06

- I.E.I. N°017 Virgen de la Medalla Milagrosa, edificación de un piso, como se muestra en la Figura 99.



**Figura 99.** I.E.I N°017 Virgen de la Medalla Milagrosa.

- I.E. N°2015 Manuel Gonzales Prada, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 100. Se observa la presencia de columnas cortas en la estructura.



**Figura 100.** I.E. N°2015 Manuel Gonzales Prada.

- I.E.I.P. Mi Pequeño Mundo, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 101.



Figura 101. I.E.I.P. Mi Pequeño Mundo.

- Nido Angelitos de Jesús, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 102.



Figura 102. Nido Angelitos de Jesús.

- Academia Pitágoras, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 103.



Figura 103. Academia Pitágoras.

- Nido Mundo Kids, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 104.



Figura 104. Nido Mundo Kids.

- I.E.P. Robert Letourneau, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado, muros de albañilería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 105.



Figura 105. I.E.P. Robert Letourneau.

- I.E.P. San Pio X, edificación de cinco pisos con pórticos de concreto armado, muros de albañilería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 106.



Figura 106. I.E.P. San Pio X.

- Colegio Mercurio Alto, edificación de un piso con pórticos de concreto armado, muros de albañilería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 107.



Figura 107. Colegio Mercurio Alto.

- Universidad Alas Peruanas, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado, muros de albañilería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en Figura 108.



Figura 108. Universidad Alas Peruanas.

- Instituto Superior ISOTUR, edificación de cinco pisos con pórticos de concreto armado, muros de albañilería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 109.



**Figura 109.** Instituto Superior ISOTUR.

- Municipalidad de Los Olivos, edificación de cuatro pisos con concreto armado y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 110.



**Figura 110.** Municipalidad de Los Olivos.

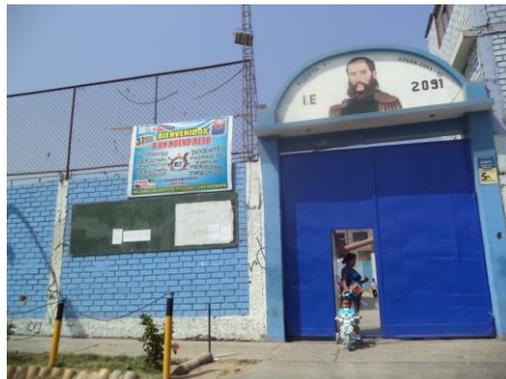
## SECTOR 07

- Institución Educativa Privada Christian Bernard, como se muestra en la Figura 111. Este centro educativo tiene un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de cinco niveles adicionalmente una azotea.



**Figura 111.** Institución Educativa Privada Christian Bernard.

- I.E. N°2091 Mariscal Andrés Avelino Cáceres, su estado de conservación es regular. El sistema estructural consiste en pórticos rigidizados por muros de mampostería hasta el segundo nivel y el tercer nivel es flexible, como se muestra en la Figura 112.



**Figura 112.** I.E. N°2091 Mariscal Andrés Avelino Cáceres.

- Institución Educativa Carlos Chiyoteru Hirahoka, como se muestra en la Figura 113. Este centro educativo tiene un regular buen de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de dos niveles.



**Figura 113.** I.E. Carlos Chiyoteru Hirahoka.

- Institución Educativa Primaria Palmeras School, muestra un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de tres niveles (Ver Figura 114).



**Figura 114.** I.E. Primaria Palmeras School.

- I.E.I. N°022 Semillitas del Futuro, muestra un buen estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de dos niveles, como se muestra en la Figura 115.



**Figura 115.** I.E.I. N°022 UGEL 02 Semillitas del Futuro.

- En la Institución Educativa Chavín de Huantar, muestra un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de uno a dos niveles, esto debido a que existe desnivel en el terreno, como se muestra en la Figura 116.



Figura 116. I.E. N°2016 Chavín de Huantar.

#### SECTOR 08

- I.E.P. San Juan Bautista de la Salle, donde se observa su sistema estructural conformado por pórticos de concreto con muros de albañilería de tres pisos y el ultimo nivel es de cobertura ligera mostrando un regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 117.



Figura 117. I.E.P. San Juan Bautista de la Salle

- Institución Educativa N°327 Almirante Grau, esta institución es de un nivel y su sistema estructural es de albañilería confinada de regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 118.



Figura 118. Institución Educativa N°327 Almirante Grau.

- Institución Educativa N°2089 Micaela Bastidas, cuenta con dos niveles con un sistema estructural porticado con muros rigidizados y con un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 119.



Figura 119. Institución Educativa N°2089 Micaela Bastidas.

- Colegio Católico Padre Champagnat, tiene dos locales contiguos como se muestra en la Figura 120, el primer local cuenta con cuatro niveles y el segundo local con cinco niveles. En ambos locales se muestra que el sistema estructural son pórticos de concreto con muros de albañilería y cuentan con un buen estado de conservación.



**Figura 120.** Colegio Católico Padre Champagnat.

- Colegio Matemático Honores, se observa un sistema estructural de pórticos de concreto con albañilería de hasta tres niveles y adicionalmente con una azotea, este colegio presenta un regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 121.



**Figura 121.** Colegio Matemático Honores

- Colegio Cruz Saco, tiene dos viviendas contiguas uno es de cuatro pisos de sistema estructural aporricado y el otro fue una estructura para uso vivienda de dos pisos. Para ambos casos se muestran con un regular estado de conservación (Ver Figura 122).



Figura 122. Colegio Cruz Saco.

- Institución Educativa Privada La Libertad, de cuatro niveles con un sistema estructural de pórticos de concreto con albañilería mostrando un regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 123.



Figura 123. Institución Educativa Privada La Libertad.

- Colegio Martín Adán, presenta un sistema estructural de pórticos de concreto con albañilería de cuatro niveles y en el último nivel cuenta con una azotea mostrando un regular estado de conservación. (Ver Figura 124).



Figura 124. Colegio Martín Adán

- Institución Educativa Privada Naciones Unidas, la cual presenta un sistema estructural de pórticos de concreto con muros de albañilería de tres niveles de losa de concreto y el último con cobertura ligera, como se muestra en la Figura 125.



**Figura 125.** Institución Educativa Privada Naciones Unidas.

- En este sector se encontraron una iglesia (Ver Figura 126), torre de alta tensión (Ver Figura 127) y tanque de agua (Ver Figura 128). Todas estas edificaciones se encuentran de buen a regular estado de conservación.



**Figura 126.** Iglesia del sector 08.



**Figura 127.** Torre de Alta Tensión del sector 08.



Figura 128. Tanque de agua del sector 08.

- Mercados (lado izquierdo - Panamericana Norte y lado derecho - Asociación de Comerciantes del Mercado EL Olivar de Las Palmeras) como se muestran en la Figura 129. En ambos mercados se muestran un regular estado de conservación y el sistema estructural son de pórticos de concreto con albañilería.



Figura 129. Mercados del sector 08.

### SECTOR 09

- I.E. N°2007 Rosa de las Américas, como se muestra en la Figura 130. Este centro educativo tiene un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de dos niveles.



Figura 130. I.E. N°2007 Rosa de las Américas.

- Colegio Santo Domingo de los Olivos, donde se observa su sistema estructural conformado por pórticos de concreto con muros de albañilería de dos pisos y el último nivel es de cobertura ligera mostrando un regular estado de conservación. (Ver Figura 131).



Figura 131. Colegio Santo Domingo de los Olivos.

- Colegio Nuestra Señora de Fátima, con un sistema estructural porticado de concreto y albañilería de tres niveles, además muestra un buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 132.



Figura 132. Colegio Nuestra Señora de Fátima.

- Iglesia (Ver Figura 133) y Tanque de agua (Ver Figura 134). Todas estas edificaciones se encuentran de buen a regular estado de conservación y su sistema estructural son de pórticos de concreto.



Figura 133. Iglesia Los Santos Arcángeles del sector 09.



Figura 134. Tanque de agua del sector 09.

## SECTOR 10

En este sector se encuentran algunas edificaciones esenciales, entre otros el Instituto Superior Tecnológico Público Manuel Arévalo Cáceres, construidos con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería, de 2 niveles; el colegio Bartolomé Herrera, construidos con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería, de 4 niveles. Estas edificaciones se muestran en la Figura 135. Estas edificaciones se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 135.** Instituto Superior Tecnológico Público Manuel Arévalo Cáceres.

El Colegio Nuestra Sra. de las Mercedes y I.E.I. Cuna Jardín Los Libertadores, construidos con un sistema de albañilería. Estas edificaciones se muestran en la Figura 136. Estas edificaciones se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 136.** Colegio Nuestra Sra. de las Mercedes y la IEI Cuna Jardín Los Libertadores.

Centro de Salud Sagrado Corazón de Jesús que pertenece al Ministerio de Salud con sistema estructural de albañilería de dos pisos en buen estado de conservación. Se muestra en la Figura 137.



**Figura 137.** Centro de Salud Sagrado Corazón de Jesús.

### SECTOR 11

- Colegio Jorge Basadre Grohmann, edificación de dos niveles con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 138.
- Colegio Perú Japón, construido con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería de 2 niveles. Esta edificación se muestra en la Figura 138 y se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 138.** Colegio Jorge Basadre Grohmann y el Colegio Perú Japón.

- Colegio María Reina, edificación de cuatro niveles construido con un sistema de albañilería en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 139.
- Colegio Cayetano Heredia, construido con un sistema de albañilería de cinco niveles. Esta edificación se muestra en la Figura 139 y se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 139.** Colegio María Reina y Cayetano Heredia.

- Colegio Santa Rosa de Quives, edificación de seis niveles construido con un sistema de albañilería como se muestra en la Figura 140.

- Colegio Carlos Cueto Fernandini, edificación de dos niveles construido con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería como se muestra en la Figura 140.



**Figura 140.** Colegio Santa Rosa de Quives y Colegio Carlos Cueto Fernandini.

- Centro de Salud Carlos Cueto Fernandini, del Ministerio de Salud con sistema estructural de albañilería de dos pisos en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 141.



**Figura 141.** Centro Centro de Salud Carlos Cueto Fernandini.

## SECTOR 12

En este sector se encuentran edificaciones esenciales, entre las que destacan hasta 7 colegios o institutos de educación (uno estatal y 6 privados incluyendo una guardería), dos de los cuales se muestran en la Figura 142. Algunos se han instalado en predios originalmente de viviendas y adaptados (los de educación inicial) y en otros casos en edificios de 3 o más pisos de albañilería o pórticos de concreto con muros de ladrillo (primaria, secundaria). Los colegios estatales por lo general hacen uso de manzanas completas y con pabellones de 2 pisos, y 3 pisos de pórticos de concreto armado y tabiques de albañilería, que albergan las aulas. Estas edificaciones se encuentran, en general, en buen estado de conservación.



Figura 142. Colegios estatal y privado .

En este sector 12, asimismo, se ubican también un Complejo Deportivo del IPD y un Grifo, se muestran en la Figura 143.



Figura 143. Complejo Deportivo y Grifo.

### SECTOR 13

En este sector 13 las edificaciones esenciales son básicamente los colegios, habiéndose identificado hasta 6 colegios o institutos de educación (incluidos nidos). En la Figura 144 se muestran dos locales de los colegios privados, éstos desarrollan sus instalaciones en vertical, en edificios de 3 o 4 pisos., con buen mantenimiento.



Figura 144. Colegios privados: de educación inicial y secundaria.

Asimismo, en este sector 13 se ubica una dependencia de la Policía Nacional DIRINCRI, en un edificio de tres niveles de albañilería confinada, en buen estado de mantenimiento, como se muestra en la Figura 145.



**Figura 145.** DIRINCRI.

#### **SECTOR 14**

- I.E. Nuevo Perú, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 146. Se observa la presencia de columnas cortas en la estructura.



**Figura 146.** I.E. Nuevo Perú.

- I.E.I. N°013 Pastorcitos de Fátima, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 147.



Figura 147. I.E.I. N°013 Pastorcitos de Fátima.

- I.E. N°3040 Veinte de Abril, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 148.



Figura 148. I.E.P. N°3040 Veinte de Abril.

- Jardín Edwards Deming, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 149.



Figura 149. Jardín Edwards Deming.

- Pre Kinder Nuestra Señora del Rocío, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 150. Se observa el uso de ladrillo pandereta en el nivel superior.



**Figura 150.** Pre Kinder Nuestra Señora del Rocío.

- I.E.P. San Juan Bautista, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada, pórticos de concreto y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 151.



**Figura 151.** I.E.P. San Juan Bautista.

- I.E.P. El Nazareno Milagroso, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 152.



Figura 152. I.E.P. El Nazareno Milagroso.

- I.E.P. Cristo Rey de Reyes, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 153. Se observa el uso de ladrillo pandereta en la construcción de los muros del último nivel.



Figura 153. I.E.P. Cristo Rey de Reyes.

- Centro de Salud Laura Caller - MINSA, edificaciones de uno y dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 154.



Figura 154. Centro de Salud Laura Caller – MINSA.

- Comisaría P.N.P. Laura Caller Iberico, edificaciones de uno y dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 155.



Figura 155. Comisaría P.N.P. Laura Caller Iberico.

#### SECTOR 15

- Colegio Casa de los Niños, edificación construida con un sistema de albañilería como se muestra en la Figura 156. Se encuentra en buen estado de conservación.
- Colegio Von Humboldt, edificación de cuatro pisos construido con un sistema de albañilería. Esta edificación se muestra en la Figura 156. Se encuentran en buen estado de conservación.



Figura 156. Colegio Casa de los Niños y el colegio Von Humboldt.

- Colegio Avante Inicial, edificación de tres niveles construido con un sistema de albañilería como se muestra en la Figura 157 y se encuentra en buen estado de conservación.

- I.E. N°2087 Republica Oriental del Uruguay, construido con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería. Esta edificación se muestra en la Figura 157 y se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 157.** Colegio Avante Inicial y el colegio, I.E. N°2087 Republica Oriental del Uruguay.

- Colegio Inicial N° 375, construido con un sistema de albañilería de dos pisos como se muestra en la Figura 158.
- Colegio Saco Oliveros, construido con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería, como se muestra en la Figura 158.



**Figura 158.** El Colegio Inicial N° 375 y el colegio Saco Oliveros.

- Policlínico Villasol, con sistema estructural de albañilería de un piso en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 159.



Figura 159. Policlínico Villasol.

### SECTOR 16

- Hospital Municipal de los Olivos, como se muestra en la Figura 160. Este centro Hospitalario tiene un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de cuatro niveles.



Figura 160. Hospital Municipal de los Olivos.

- Universidad de Ciencias y Humanidades, como se muestra en la Figura 161. Este centro educativo tiene un regular estado de conservación con tres edificaciones en todas ellas su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería desde siete a nueve niveles.



Figura 161. Universidad de Ciencias y Humanidades.

### SECTOR 17

- I.E. N°2022, construido con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería como se muestra en la Figura 162. Se encuentra en buen estado de conservación.
- Colegio San Antonio de Jesús, construido con un sistema de albañilería. Esta edificación se muestra en la Figura 162 y encuentran en buen estado de conservación.



Figura 162. Colegio I.E. N°2022 y Colegio San Antonio de Jesús.

- Colegio La Recoleta, construido con un sistema de albañilería, como se muestra en la Figura 163. Se encuentra en buen estado de conservación.
- Colegio Innova Schools, cuya edificación consta de tres niveles. Esta edificación se muestra en la Figura 163 y se encuentran en buen estado de conservación.



Figura 163. Colegio La Recoleta y Colegio Innova Schools.

- Colegio Nuestra Señora de Lourdes, construido con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería, como se muestra en la Figura 164.



Figura 164. Colegio Nuestra Señora de Lourdes.

- Reservorio de agua de la empresa SEDAPAL, como se muestra en la Figura 165.



Figura 165. Reservorio de agua.

### SECTOR 18

- I.E. Enrique Mejía Ochoa construido con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con albañilería, como se muestra en la Figura 166. Esta edificación se encuentra en buen estado de conservación.
- Consorcio Educativo La Católica construido con un sistema de albañilería como se muestra en la Figura 166. Esta edificación se encuentra en buen estado de conservación.



**Figura 166.** I.E. Enrique Mejía Ochoa y Consorcio Educativo La Católica.

- Institución Educativa San Antonio de Padua y un colegio del cual no se pudo identificar el nombre, ambos construidos con un sistema de albañilería, como se muestran en la Figura 167. Estas edificaciones se encuentran en regular estado de conservación.



**Figura 167.** Centros educativos de albañilería.

- Centro de Salud Enrique Milla Ochoa perteneciente al MINSA, construido con un sistema de albañilería de un nivel, como se muestra en la Figura 168.



Figura 168. Centro de Salud Enrique Milla Ochoa - MINSA.

### SECTOR 19

- Colegio Privado Ateneo Matemático, como se muestra en la Figura 169. Este centro educativo tiene un regular estado de conservación, y su sistema estructural está compuesto por pórticos rigidizados por muros de mampostería de tres niveles a medio construir y el último nivel es de cobertura ligera.



Figura 169. Colegio Privado Ateneo Matemático.

- Institución Educativa N°2024 Fujimori, de dos a tres niveles con un sistema estructural de pórticos de concreto con mampostería rigidizados, la institución muestra un regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 170.



**Figura 170.** Institución Educativa N°2024 Fujimori.

- Institución Educativa Inicial N°018 Okinawa, de un nivel y sus sistema estructural es de albañilería confinada de regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 171.



**Figura 171.** Institución Educativa Inicial N°018 Okinawa.

- Colegio Privado Galileo Galilei, se muestra una estructura de cinco niveles con un sistema estructural de pórticos con muros rigidizados de regular estado de conservación como se muestra en la Figura 172.



**Figura 172.** Colegio Privado Galileo Galilei.

- En el Colegio Melgar Millenium, como se muestra en la Figura 173. Se observa una estructura de cinco niveles con un sistema estructural de pórticos con muros rigidizados de regular estado de conservación.



**Figura 173.** Colegio Melgar Millenium.

- Escuela Metropolitana de Emprendedores de los Norteños, como se muestra en la Figura 174. Se observa un sistema estructural de pórticos de concreto con albañilería y losa de concreto a dos aguas mostrando un regular estado de conservación.



**Figura 174.** Escuela Metropolitana de Emprendedores de los Norteños.

## SECTOR 20

- I.E. Inicial Los Rosales de Pro, de un nivel con un sistema estructural de albañilería confinada de regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 175.



Figura 175. I.E. Inicial Los Rosales de Pro.

## SECTOR 21

- Colegio Monserrat, edificación de cinco pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 176. Se observa el uso de ladrillo pandereta en la construcción de los muros del último nivel. Además, se observa discontinuidad en una de las columnas de confinamiento en el cuarto piso, lo que afectaría a la estructura debido a un sismo.



Figura 176. Colegio Monserrat.

- I.E.P. Charles Dickens, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada, losa aligerada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 177.



Figura 177. I.E.P. Charles Dickens.

- I.E.P. Yahve, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada, losa aligerada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 178.



Figura 178. I.E.P. Yahve.

- Centro de Estimulación Temprana Huellitas de Amor, edificación de tres pisos en albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 179.



Figura 179. Centro de Estimulación Temprana Huellitas de Amor.

## SECTOR 22

- I.E. N°2025 Inmaculada Concepción, edificaciones de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 180. Se observa la presencia de columnas cortas y el picado de columnas para la colocación de los marcos metálicos de las ventanas en la estructura en uno de los bloques.



Figura 180. I.E. N°2025 Inmaculada Concepción.

- I.E. N°3091 Huaca de Oro, edificaciones de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado y de calamina en distintos bloques, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 181.



Figura 181. I.E. N°3091 Huaca de Oro.

- Colegio Saco Oliveros, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 182.



**Figura 182.** Colegio Saco Oliveros.

- Colegio Santa Mónica, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 183.



**Figura 183.** Colegio Santa Mónica.

- I.E.P. Amigos de Jesús, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 184.



**Figura 184.** I.E.P. Amigos de Jesús.

- Colegio Privado de Jesús, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 185. Se observa el uso de ladrillo pandereta en los muros de los últimos niveles.



**Figura 185.** Colegio Privado de Jesús.

- I.E.P. D.J., edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 186.



**Figura 186.** I.E.P. D.J.

- I.E.I.P. La Puerta del Saber, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 187. Se observa el uso de ladrillo pandereta en los muros de los últimos niveles.



Figura 187. I.E.I.P. La Puerta del Saber.

- Colegio Kids Exploring, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 188.



Figura 188. Colegio Kids Exploring.

- I.E.P. San Pablo Apostol, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada, pórticos de concreto y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 189.



Figura 189. I.E.P. San Pablo Apostol.

- I.E.I.P. Mundo Feliz, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 190.



Figura 190. I.E.I.P. Mundo Feliz.

- Iglesia, edificación de dos pisos de pórticos de concreto, albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 191.



Figura 191. Iglesia.

### SECTOR 23

- I.E. N°2095 Herman Busse de la Guerra, edificaciones de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 192.



Figura 192. I.E. N°2095 Herman Busse de la Guerra.

- Kinder Arguedas, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 193.



Figura 193. Kinder Arguedas.

- Colegio Privado Arguedas, edificación de seis pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 194.



Figura 194. Colegio Privado Arguedas.

- I.E.P. José María Arguedas, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 195.



Figura 195. I.E.P. José María Arguedas.

- Colegio Saco Oliveros, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 196.



**Figura 196.** Colegio Saco Oliveros.

- I.E.P. William Shakespeare, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 197.



**Figura 197.** I.E.P. William Shakespeare.

- I.E.P. Ateniense, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 198.



**Figura 198.** I.E.P. Ateniense.

- Colegio Divino Maestro, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada y pórticos de concreto, losa aligerada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 199.



**Figura 199.** Colegio Divino Maestro.

- I.E.P. José y María, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 200.



**Figura 200.** I.E.P. José y María.

- I.E.P. Círculo Ingeniería, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 201. Se observó el uso de ladrillo pandereta en los muros de la estructura.



**Figura 201.** I.E.P. Círculo Ingeniería.

- Nido Mundo Feliz, Figura 202.



**Figura 202.** Nido Mundo Feliz.

- Iglesia, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 203.



**Figura 203.** Iglesia.

- Comisaría PNP Pro, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 204.



**Figura 204.** Comisaría PNP Pro.

## SECTOR 24

- I.E. N°001 Niño Jesús de Praga, edificaciones de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 205.



Figura 205. I.E. N°001 Niño Jesús de Praga.

- I.E. N°3095 Perú Kawachi, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 206.



Figura 206. I.E. N°3095 Perú Kawachi.

- I.E.P. Virgen de Las Mercedes, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 207. Se observa el uso de ladrillo pandereta en el último nivel de la edificación.



Figura 207. I.E.P. Virgen de Las Mercedes.

- I.E.P. Inca Garcilaso de la Vega, edificaciones de dos, tres y cuatro pisos de albañilería confinada, pórticos de concreto y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 208.



Figura 208. I.E.P. Inca Garcilaso de la Vega.

- Colegio Trilce, edificación de cinco pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 209.



Figura 209. Colegio Trilce.

- I.E.P. San Agustín de Los Olivos, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 210.



**Figura 210.** I.E.P. San Agustín de Los Olivos.

- Guardería Niño Jesús, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 211. Se observa el uso de ladrillo pandereta en los muros de la edificación.



**Figura 211.** Guardería Niño Jesús.

- Centro Médico Parroquial e Iglesia, edificaciones de un piso de albañilería confinada, techo aligerado y cobertura ligera respectivamente, en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 212.



Figura 212. Centro Médico Parroquial e Iglesia.

## 7 DIAGNÓSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS

### 7.1 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 para 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 muestran 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 Los Olivos, 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 estudio.

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 ( $\Delta\delta_i/h_i$ ) en cada lote. Este costo de reparación ( $Cr$ ) 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.

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

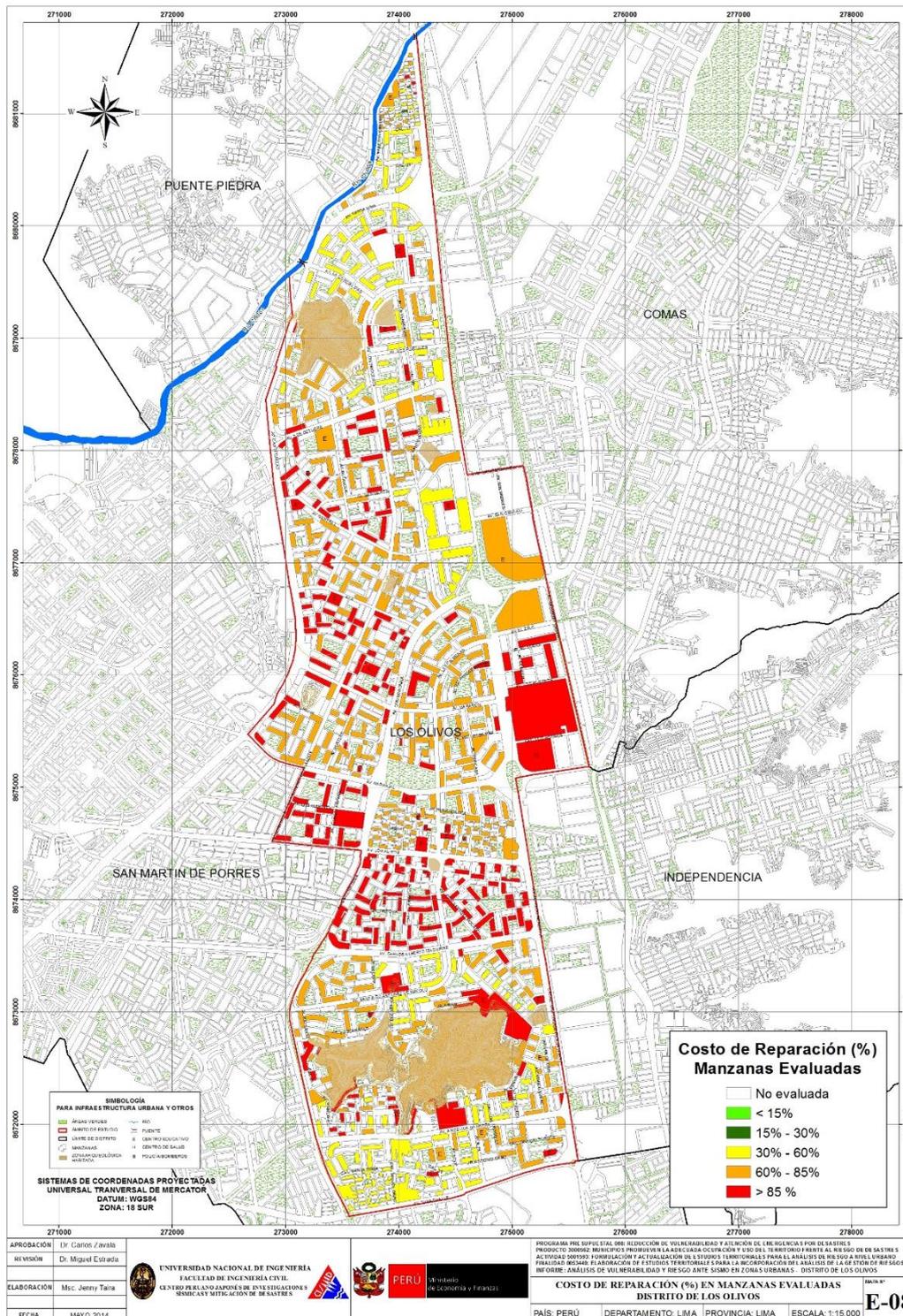
Para la evaluación del riesgo se consideró cada registro de la base de datos produciendo el diagnóstico de la distorsión y en base a esta se elaboró el mapa que representa el costo de reparación representativo para la manzana, considerando los resultados del lote representativo.

El desarrollo de este diagnóstico se realizó mediante el proceso que se presenta en la Figura 213.



Figura 213. Proceso de generación del mapa de riesgo.

Basados en la información de campo se evaluaron 698 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa E-08 de costo de reparación mostrado en la Figura 214.



**Figura 214.** 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



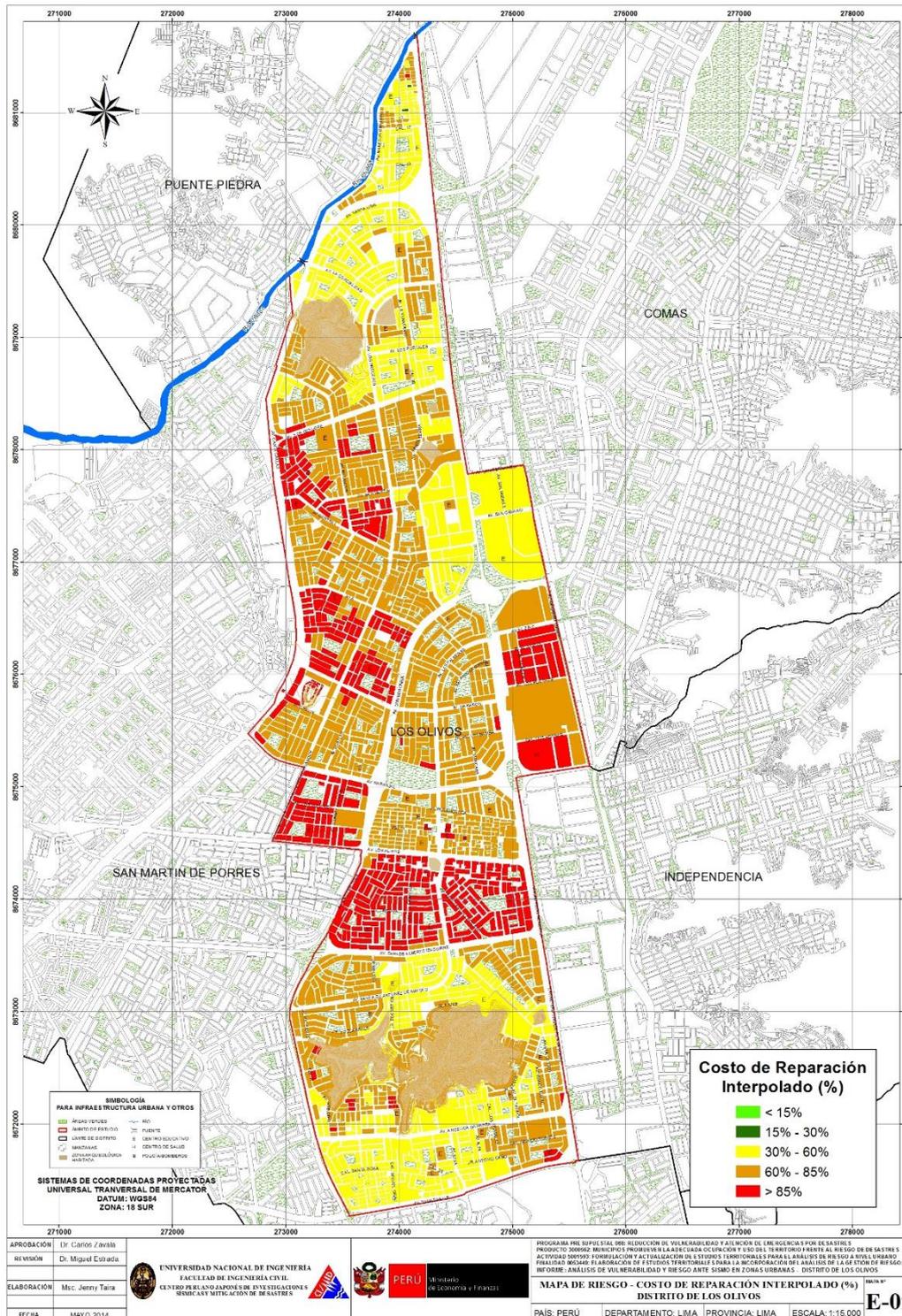
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



imagen (raster) donde el valor de cada pixel es el valor del costo de reparación interpolado para una edificación construida sobre esta ubicación. 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 215 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Los Olivos.



**Figura 215.** 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 las edificaciones de las manzanas evaluadas del distrito de Los Olivos.

**Tabla 2.** Resultados del daño en el distrito de Los Olivos para un escenario de sismo severo.

Color	Rango	Nivel Daño	Número de Mzas	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	0	0.0%		
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	0.3%	0.3%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	148	21.2%	21.2%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	331	47.4%	47.4%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	217	31.1%	31.1%	Colapso
			698	100.0%		

El mapa E-08 presenta el riesgo expresado como porcentaje del costo de la edificación para el distrito de Los Olivos bajo un escenario del sismo. 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 15~30% del valor de la edificación. Los sectores en amarillo tendrían un 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 edificaciones con costos de reparación entre 85% a más. Estos dos últimos grupos son diagnosticados como los grupos con indicadores de edificaciones en riesgo de colapso que corresponden al 47% de las edificaciones con daño severo y 31% con riesgo a colapso, para el escenario propuesto. Las aceleraciones asumidas para el diagnóstico son las presentadas en el informe de la 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 siguientes.

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

Color	Rango	Nivel Daño	Número de Mzas	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	0	0.0%		
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	4.8%	4.8%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	0	0.0%	0.0%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	7	16.7%	16.7%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	33	78.6%	78.6%	Colapso
			42	100%		

Los resultados para las edificaciones esenciales son presentados en el mapa E-09A, donde puede apreciarse los resultados que se presentan en la Tabla 3, que muestra



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



que el 78% de las edificaciones esenciales experimentarían colapso, debido al nivel de demanda sísmica extrema sobre sus sistemas estructurales y los suelos donde se ubican.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



### 8 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 Los Olivos, 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 94% de las edificaciones del distrito de Los Olivos son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5% de edificaciones de concreto y un 1% de edificaciones de adobe. 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%) 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 657 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 509 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 34 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 549 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 60% 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.



## 9 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 Los Olivos, se estudió la composición de la muestra levantada en campo. Los resultados que se muestran en la Tabla 4 presentan que en el 94.1% de los casos las edificaciones de este distrito son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5.2% de edificaciones de concreto y 0.6% de edificaciones de adobe. 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 4.** Composición por material de la muestra estudiada.

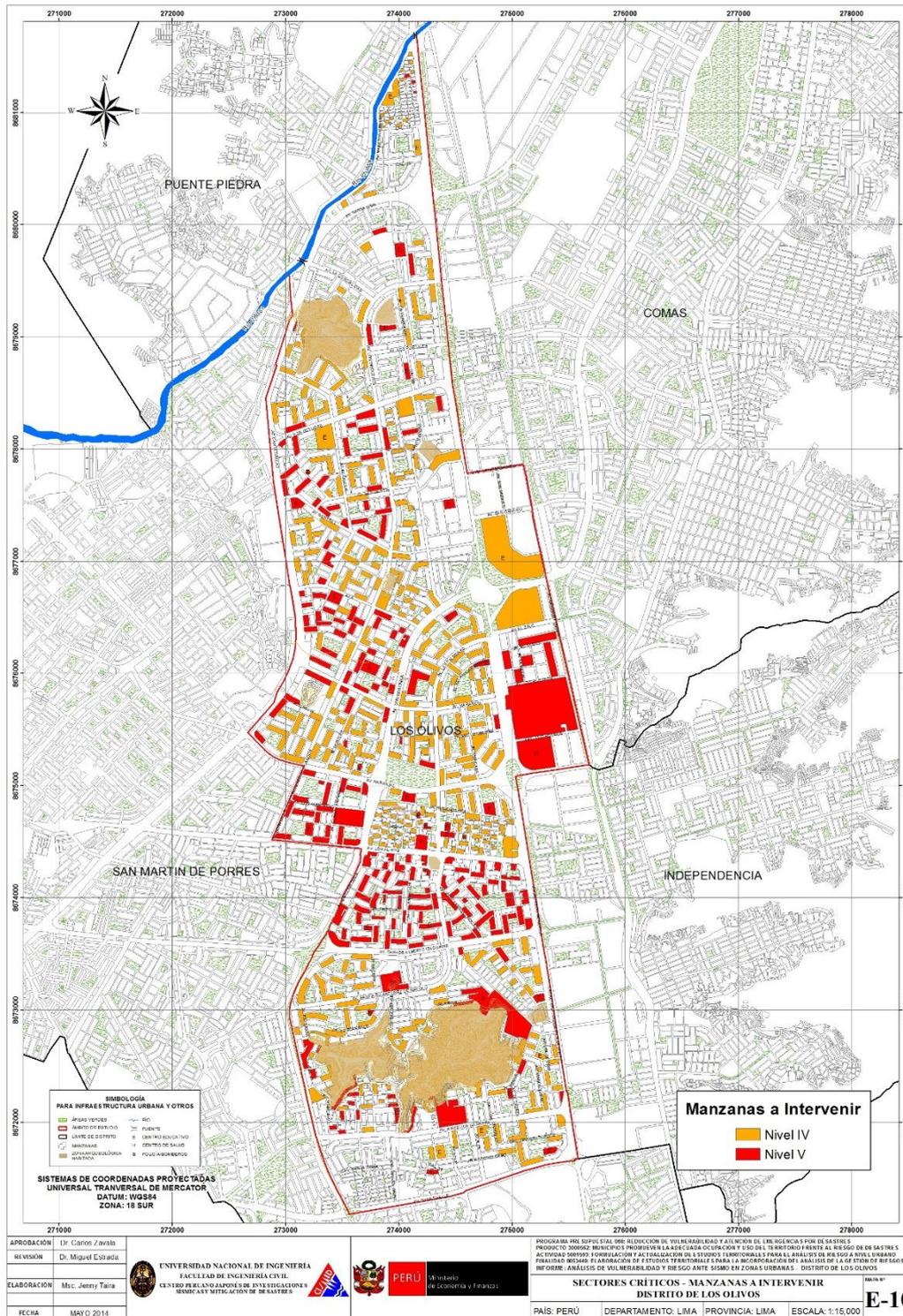
Material	Manzanas	%
Adobe	4	0.6%
Concreto	36	5.2%
Mamposteria	657	94.1%
Acero	1	0.1%
Total	698	100.0%

Por otro lado, luego del diagnóstico 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 5 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 657 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 509 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las 36 edificaciones de concreto, 34 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.

**Tabla 5.** Composición de la muestra por nivel de daño esperado.

Adobe	Nivel I	0	
	Nivel II	0	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	5	5
Mamposteria	Nivel I	0	
	Nivel II	2	
	Nivel III	146	
	Nivel IV	320	
	Nivel V	189	509
Concreto	Nivel I	0	
	Nivel II	0	
	Nivel III	2	
	Nivel IV	11	
	Nivel V	23	34
Acero	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	1	1

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 549 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. La ubicación de estas edificaciones es presentada en la Figura 216, donde se muestran aquellas viviendas cuyo costo de reparación es superior al 60% 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 216. Ubicación de manzanas a intervenir.**

Las viviendas en zonas de laderas, en su mayoría han sido edificadas con materiales livianos, de carácter provisional (latas, cartones, planchas de madera contraplacada, etc.) que desde la óptica estructural su modelación y diagnóstico es complejo y escapa



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

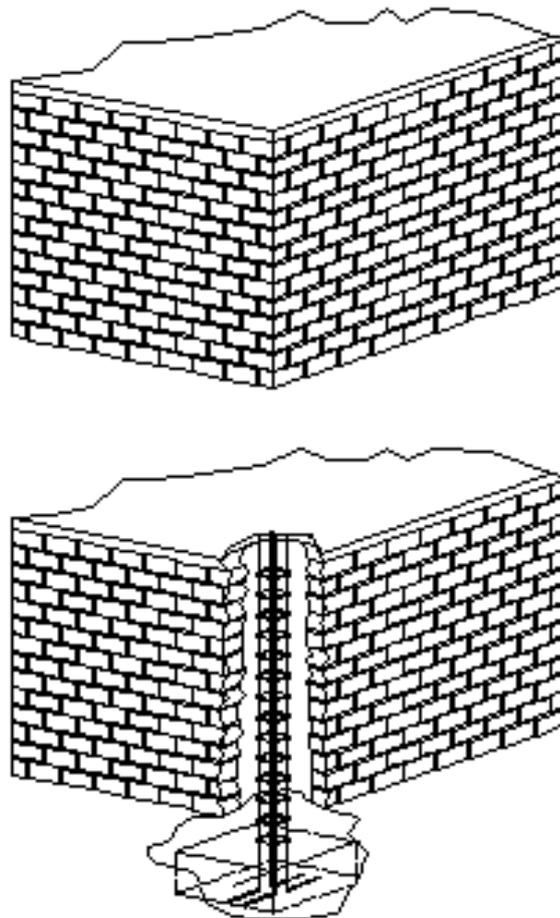
## CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



a los métodos racionales de análisis estructural y resistencia de materiales, debido a lo cual no se presenta un diagnóstico estructural de los mismos.

## 10 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 217.** Detalle de inclusión de columnas de reforzamiento en muro sin confinamiento existente.

### 10.1 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 218 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 218.** 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 219. Reforzamiento con bandas de refuerzo.

## 10.2 Reforzamiento de Columnas de Concreto

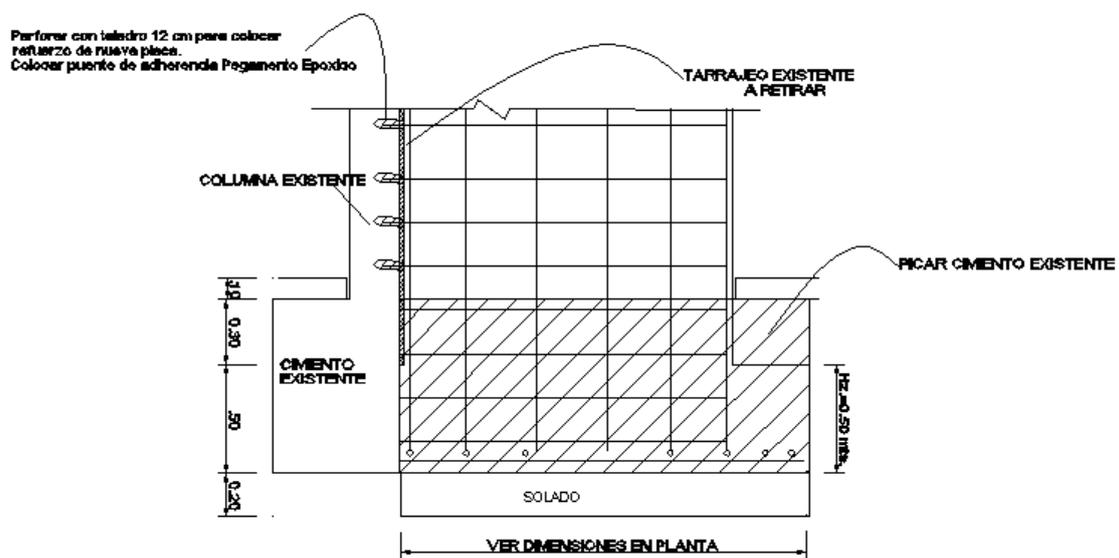
Cuando existen deficiencias en las secciones de concreto es necesario realizar el incremento de la sección considerando la extracción del recubrimiento y el uso de resinas epóxicas para pegar el concreto existente con el concreto nuevo, formando un suplemento de la columna con deficiencia estructural. En la Figura 220 se muestran



incrementarse. La Figura 221 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 epóxicas para pegar el concreto existente con el nuevo concreto, al igual que la fijación de la nueva armadura del elemento a reforzar.

#### 10.4 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 222 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 223 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 222.** Detalle de refuerzo de columna con placa y su cimentación.

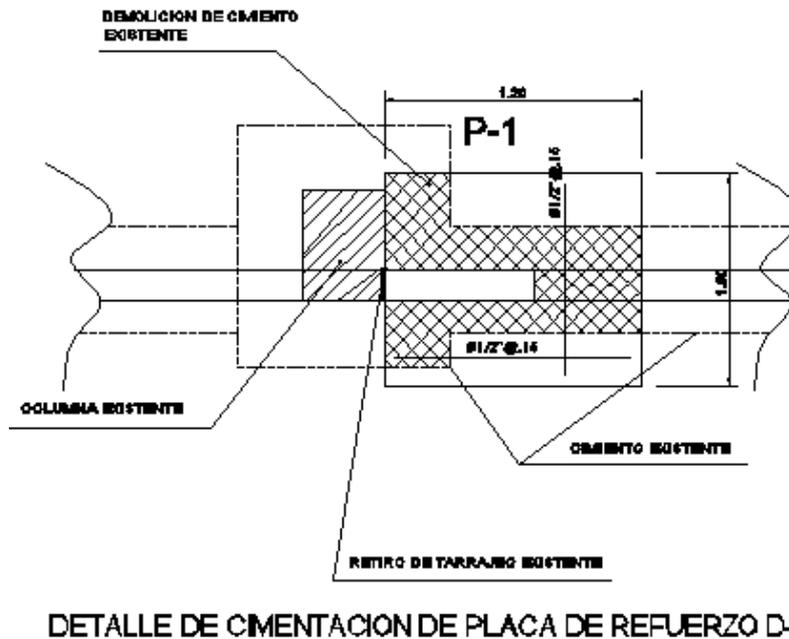


Figura 223. Detalle de la cimentación de la placa visto en planta.

### 10.5 Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones

- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 94.1% de las edificaciones del distrito de Los Olivos son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5.2% 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 657 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 655 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 36 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 549 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 60% 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.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



Siguiendo estas recomendaciones y con la asesoría de un ingeniero estructural se lograra disminuir el riesgo en estas edificaciones.

### Referencias

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