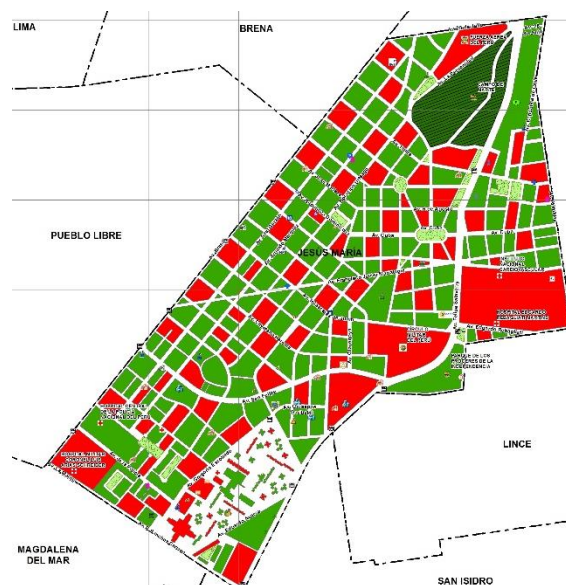


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PROGRAMA PRESUPUESTAL	0068: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES
PRODUCTO	3000562. MUNICIPIOS PROMUEVEN LA ADECUADA OCUPACIÓN Y USO DEL TERRITORIO FRENTE AL RIESGO DE DESASTRES
ACTIVIDAD	5001593. FORMULACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS TERRITORIALES PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO A NIVEL URBANO
FINALIDAD	0053449. ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TERRITORIALES PARA LA INCORPORACIÓN DEL ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS
INFORME	ANÁLISIS DE RIESGO EN ZONAS URBANAS DEL DISTRITO DE JESÚS MARÍA



LIMA, JUNIO 2017



ÍNDICE

ÍNDICE	1
LISTA DE FIGURAS	3
LISTA TABLAS.....	6
1. ANTECEDENTES.....	7
2. INTRODUCCIÓN	7
3. MAPAS DE VULNERABILIDAD	8
3.1. Exploración de Campo de Tipo Muestral.....	8
3.1.1. Preparación de Actividades, Coordinación y Personal.....	8
3.1.2. Metodología de toma de datos.....	8
3.1.3. Plantilla para la encuesta.....	9
3.1.4. Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo	11
3.1.5. Procedimiento y control de calidad de datos de campo	13
3.1.6. Georeferenciación y Compatibilización de Planos	13
3.1.7. Sistematización de la Información.....	14
3.1.8. Ubicación de las manzanas a evaluar	14
3.2. Informe de campo.....	16
3.2.1. Edificaciones.....	16
3.2.2. Edificaciones esenciales	18
3.3. Base de datos geo-espacial	31
3.3.1. Mapa de Uso de Suelo	33
3.3.2. Mapa de Materiales Predominantes	35
3.3.3. Mapa de Alturas de Edificación	36



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

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



3.3.4.	Mapa de Tipologías Estructurales	37
3.3.5.	Mapa de Estado de Conservación	39
3.3.6.	Mapa de Vulnerabilidad	40
4.	MAPAS DE RIESGO	46
4.1.	Elaboración de Estudio de Riesgo para un Escenario Sísmico	46
4.2.	Mapa de riesgo de las edificaciones evaluadas para un escenario sísmico	47
4.3.	Conclusiones de evaluación del riesgo sísmico para un escenario de sismo severo	49
5.	REFERENCIAS	51



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Formato de Ayuda para Codificación del Lote	10
Figura 2. Formato de evaluación para la edificación representativa de la manzana	11
Figura 3. Sectores de evaluación del distrito de Jesús María	12
Figura 4. Manzanas totales (282) versus manzanas seleccionadas (85)	15
Figura 5. Edificaciones del sector 1; vivienda de mampostería de dos y pisos	16
Figura 6. Viviendas de mampostería de dos y tres pisos de uso vivienda comercio del sector 01	17
Figura 7. Edificaciones multifamiliares del sector 01	17
Figura 8. Viviendas típicas del Sector 02.....	18
Figura 9. Edificios multifamiliares de concreto armado ubicadas en el sector 02.....	18
Figura 10. Hospital Edgardo Rebagliati Martins.....	19
Figura 11. Instituto Nacional Cardiovascular "Carlos Alberto Peschiera Carrillo"	19
Figura 12: Museo de Historia Natural UNMSM	20
Figura 13 CEPRE Universidad Agraria la Molina.....	20
Figura 14: Ministerio de Salud	20
Figura 15 Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC).....	20
Figura 16: Edificio del Ministerio de Trabajo y promoción del empleo.....	21
Figura 17: Universidad Nacional de Música.....	21
Figura 18: Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP)	21
Figura 19 Casa de la Juventud.....	21
Figura 20: I Institución Educativa Domingo Savio	22
Figura 21: Colegio Saco Oliveros	22
Figura 22: Contraloría General de la República.....	22
Figura 23: Jurado Nacional de Elecciones.....	22
Figura 24: Radio Libre	23
Figura 25: C.E.P Colegio Trilce	23
Figura 26: Universidad de Ciencias e Informática.....	23



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



Figura 27: Universidad Inca Garcilaso de la Vega	23
Figura 28: I.E.V Diego Ferré.....	24
Figura 29: Universidad Alas Peruanas	24
Figura 30: Escuela Nacional de Administración Pública	24
Figura 31: Universidad San Martín de Porres.....	24
Figura 32: Centro Cultural de Jesús María	25
Figura 33: Colegio Teresa Gonzales de Fanning.....	25
Figura 34: Colegio Lidershship school.....	25
Figura 35: C.E.P. Colegio Isaac Newton	25
Figura 36: Institución Educativa N°1098 CAP. FAP. José Abelardo Quiñones	26
Figura 37: I.E.P Divino Maestro.....	26
Figura 38: Colegio Particular Santa María de Fátima	26
Figura 39 Universidad San Martín de Porres.....	26
Figura 40: Fuerza Aérea del Perú SIVAN.....	27
Figura 41 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología	27
Figura 42: Anexo de la Municipalidad de Jesús María.....	27
Figura 43 Municipalidad de Jesús María	27
Figura 44: Mercado “San José”	28
Figura 45 La parroquia San José y Jesús María.....	28
Figura 46. El Centro de Salud Jesús María	28
Figura 47 Policlínico Peruano-Japonés	29
Figura 48. Universidad Sergio Bernales	29
Figura 49. Universidad del Pacífico	30
Figura 50. I.E. Franciscanos de Nuestra Señora del Buen Consejo	30
Figura 51. Colegio “Los Álamos”	30
Figura 52. Iglesia “San Antonio de Padua”	30
Figura 48. Base de datos de los lotes representativos por manzana.....	31



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



Figura 49. Base de datos Geo-espacial, integración de información cartográfica, descriptiva y procesamiento.....	33
Figura 50. Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Jesús María.....	34
Figura 51. Mapa de Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Jesús María	34
Figura 52. Distribución de los materiales de construcción de la muestra del distrito Jesús María.....	35
Figura 53. Mapa de Distribución de los materiales de construcción predominante del distrito de Jesús María.....	35
Figura 54. Distribución del número de pisos de las edificaciones del distrito de Jesús María	36
Figura 55. Mapa temático del número de pisos de las edificaciones del distrito de Jesús María.....	37
Figura 56. Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Jesús María	38
Figura 57. Mapa del uso del sistema estructural muestra del distrito de Jesús María.....	38
Figura 58. Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Jesús María.....	39
Figura 59. Mapa del estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Jesús María.....	39
Figura 60. Edificación representada por un sistema equivalente	41
Figura 61. Mapa de vulnerabilidad del Distrito de Jesús María	45
Figura 62. Proceso de generación del mapa de riesgo.....	47
Figura 63. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas	48
Figura 64. Imagen de interpolación del costo de reparación (método IDW).....	49



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

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



LISTA TABLAS

Tabla 1. Descripción de los campos de la base de datos	32
Tabla 2. Resultados del daño en el distrito de Jesús María para un escenario de sismo severo	50
Tabla 3. Resultado de daño esperado en edificaciones esenciales	50



Análisis de Riesgo en Zonas Urbanas del Distrito de Jesús María

1. ANTECEDENTES

El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) tiene entre sus programas presupuestales al Programa Presupuestal PP-068, “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres”, asignando recursos a las instituciones públicas competentes, para el desarrollo de estudios para establecer el riesgo a nivel territorial. La Universidad Nacional de Ingeniería es receptora de un presupuesto anual asignado por el MEF, para el desarrollo de los estudios de riesgo a nivel territorial, cuya unidad ejecutora del presupuesto es el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). CISMID es una institución de sólido prestigio internacional, cuya misión es la difusión de conocimientos en prevención y mitigación de desastres a través de la investigación y aplicación de tecnologías propias para contribuir al desarrollo sostenible y prosperidad de los pueblos del país. Entre sus competencias se encuentra el desarrollo de estudios de microzonificación sísmica, vulnerabilidad sísmica de edificaciones y evaluación del riesgo sísmico en áreas urbanas.

El presente informe desarrollado en el marco del Programa Presupuestal PP-068, presenta el estudio de microzonificación sísmica y análisis de riesgo en zonas ubicadas en el distrito de Jesús María.

2. INTRODUCCIÓN

El distrito de Jesús María es uno de los 43 distritos de la provincia de Lima. Posee un área de 4.57 Km². Limita con los siguientes distritos, por el Norte con Breña y el Cercado de Lima; por el Oeste con Pueblo Libre; por el Sur con Jesús María del Mar y San Isidro y por el Este con Lince y el Cercado de Lima.

Acerca de la Historia del distrito de Jesús María

El distrito de Jesús María se formó sobre parte de las áreas de lo que fueron en la época pre inca los Señoríos de Maranga y Cuismanco (1440 d.C.), rincones donde moraron los más antiguos habitantes del Valle del Rímac.

En la época colonial muchas de las edificaciones prehispánicas fueron transformándose en tierras de cultivo de frutales y caña de azúcar, entre otros. Debido a esta condición, en la era republicana, todo el distrito estaba constituido por un conjunto de chacras, haciendas y fundos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



Hace más de 40 años, la zona aún no delimitada de Jesús María se caracterizaba por ser agrícola, encontrándose incluida entre tres distritos, Jesús María del Mar, Pueblo Libre y Cercado de Lima.

El año 1930 sus pobladores decidieron organizarse formalmente y crear la agrupación de vivienda Jesús María. En 1931 se forma la Comisión Cívica Pro – Distrito de Jesús María, presidida por el Sr. Enrique Majuelos. En 1956 se expide la primera ley que disponía la creación del distrito de Jesús María, la cual no llega a promulgarse.

Recién el 13 de diciembre de 1963 se promulga la Ley de Creación Política del distrito, N° 14763 y se publica en el diario oficial El Peruano 17 de diciembre del mismo año. Sin embargo, no se pudo contar con una administración sino hasta las elecciones municipales de noviembre de 1966. De esta manera, el Ing. José Benavides Muñoz se convierte en el flamante primer alcalde del distrito de Jesús María, iniciando su gestión a partir de enero de 1967.

3. MAPAS DE VULNERABILIDAD

3.1. Exploración de Campo de Tipo Muestral

3.1.1. 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.

3.1.2. 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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



inspección estructural. El lote representativo es aquel que presenta de la mejor manera las características promedio de los lotes de la manzana evaluada.

3.1.3. Plantilla para la encuesta

Para la valoración en campo de las características de las edificaciones se utiliza una ficha de evaluación de elaborada por nuestra institución para la evaluación rápida de estructuras, la cual se presenta en la Figura 1 y Figura 2. La Ficha está dividida en cinco áreas:

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

Esta información es complementada con la toma de fotografías en cada esquina de la manzana y 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PROGRAMA PRESUPUESTAL PP-068 REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA CISMID/FIC/UNI - ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE JESÚS MARÍA				
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)	Vivienda (V)	S Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo	(B) Bueno
	Mampostería (M)	Vivienda y Comercio (Y)	M Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos	(R) Regular
	Concreto (C)	Comercio (C)	N Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles	(M) Malo
	Quincha (Q)	Multifamiliar (M)	L Construcción Informal en Albañilería	
	Acero (S)	Policia o Bomberos (B)	A Adobe y Quincha	
	Madera (W)	Educativo (E)	C Pórticos de Concreto	
	Otro (O)	Hospital (H)	W Estructura de Concreto Armado con Placas	
		Industrial (I)	I Pórticos de Concreto con Vanos Rigidizados con Mampostería	
		Baldío (B)	L Estructura Celular de Concreto	
		Otros (O)	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	
<p>*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 Valdio Use (V)</p> <p>1AVSR → (1) + (2) + (3) + (4) + (5) 1PISOS + ADOBE + USO VIVIENDA + MAMPOSTERIA DE ARCILLA SIN REFUERZO + REGULAR</p>				
Foto 5 - Numero <input style="width: 50px;" type="text"/>				
Foto 1 - Numero <input style="width: 50px;" type="text"/>	Achurar lote representativo			Foto 2 - Numero <input style="width: 50px;" type="text"/>
Foto 3 - Numero <input style="width: 50px;" type="text"/>				Foto 4 - Numero <input style="width: 50px;" type="text"/>

Figura 1. Formato de Ayuda para Codificación del Lote

PROGRAMA PRESUPUESTAL PP-068					
REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES					
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA CISMID/FIC/UNI -					
ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE JESÚS MARÍA					
CODIGO DE MANZANA		CODIGO INTERNO			
ESTRUCTURACIÓN					
Material	Adobe	Mampostería	Concreto	Observaciones	
Estado de Conservación	Bueno	Regular	Malo		
Cimentación	Asentamiento	Sí	No		
	Humedad en la Base	Sí	No		
Techo					
Adobe	Mampostería	Concreto	Otros		
Madera	Losa de CA	Losa de CA			
Caña	Aligerado	Aligerado			
Torta Barro	Calamina	Placa Colaborante			
Otro	Otro	Otro			
Elementos Estructurales					
Fisuración					
Columnas	Fisuras	NOTA	Fisura Vertical (V)		
Vigas	Fisuras	Sin Fisuras (X)	Fisura Diagonal (D)		
Muros	Fisuras		Fisura Horizontal (H)		
Estado de Muros					
Unidad	Artisanal	Industrial	Sólido	Tubular/Hueco	
Confinamiento	Sí	No			
Fisuras	Sí	No			
Tarrajeo	Sí	No			
Estado de conservación	Bueno	Regular	Malo		
Acharurar lote representativo					

Figura 2. Formato de evaluación para la edificación representativa de la manzana

3.1.4. 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 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 2 sectores, tal como se muestra en el mapa No. E-01.
- b) Para 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.

c) Distribución de coordinadores responsables de los equipos de evaluadores: Con los cuatro equipos de dos 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 3, que se adjunta a continuación, en donde son identificados en los 2 sectores en que se dividió el distrito de Jesús María.

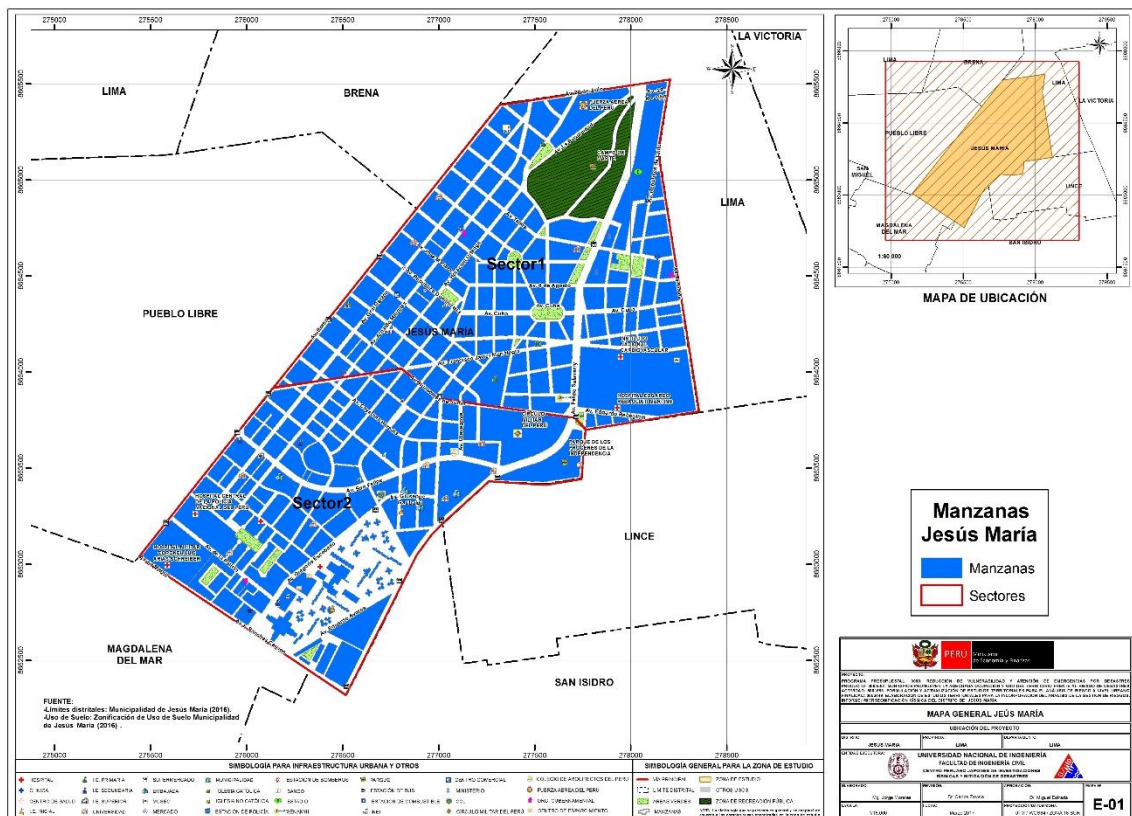


Figura 3. Sectores de evaluación del distrito de Jesús María



3.1.5. Procedimiento y control de calidad de datos de campo

- a) Digitalización de datos de campo en una plataforma de sistemas de información geográfica.

La información recabada en campo fue vertida en una base de datos en formato SHAPE, la cual fue procesada por el programa ArcGIS. La digitalización fue desarrollada por cuatro asistentes y un supervisor, quienes procesaron la información de campo.

- b) Clasificación de datos

Se clasificó la base de datos según las características físicas de los predios levantados como: material predominante, número de pisos, uso y estado de conservación.

- c) Verificación de los datos recogidos

Se llevaron a cabo dos niveles de control de calidad:

c1 - Un control de calidad en campo:

Donde los coordinadores realizaron visitas de campo para verificar la información recolectada por los diferentes equipos tomándose al azar manzanas y lotes que fueron verificadas en el campo. Se realizó el control de calidad durante la campaña de levantamiento de datos por 4 profesionales.

c2 – Un control de calidad en gabinete:

El método de verificación usado fue mediante la comparación de los formatos llenados en campo con las fotografías digitales tomadas en el lugar, la verificación se hace comparando la foto con los atributos de los lotes, por ejemplo observando el número de pisos en la foto y comparándolo con el valor almacenado en la base de datos.

3.1.6. Georeferenciación y Compatibilización de Planos

- a) Definición del sistema de georeferenciación.

Según normatividad actual, todos los planos producidos deben estar georeferenciados usando la proyección del sistema de coordenadas planas UTM, teniendo como base el DATUM WGS84.

- b) Compatibilización de planos provenientes de diferentes fuentes sobre la misma base cartográfica

Los planos que estuvieron en otro sistema de coordenadas fueron convertidos al sistema en mención mediante los parámetros por defecto que otorga el programa ArcGIS.



3.1.7. Sistematización de la Información

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos geoespacial donde se integrarían no solo los datos cartográficos, como los límites de las manzanas, sino también los datos descriptivos de cada una de ellas. Los datos con los sectores, las manzanas y los lotes dentro los límites distritales son implementados al sistema SIG.

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 32% del total de manzanas debe ser evaluado.

3.1.8. Ubicación de las manzanas a evaluar

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

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

Donde, a y b son los límites geográficos para el distrito de Jesús María, 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 número aleatorios que siguen una distribución uniforme. En la Figura 4 se presenta el total de las 282 manzanas del área estudiada del distrito. Se presentan las 85 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 del Anexo I se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.

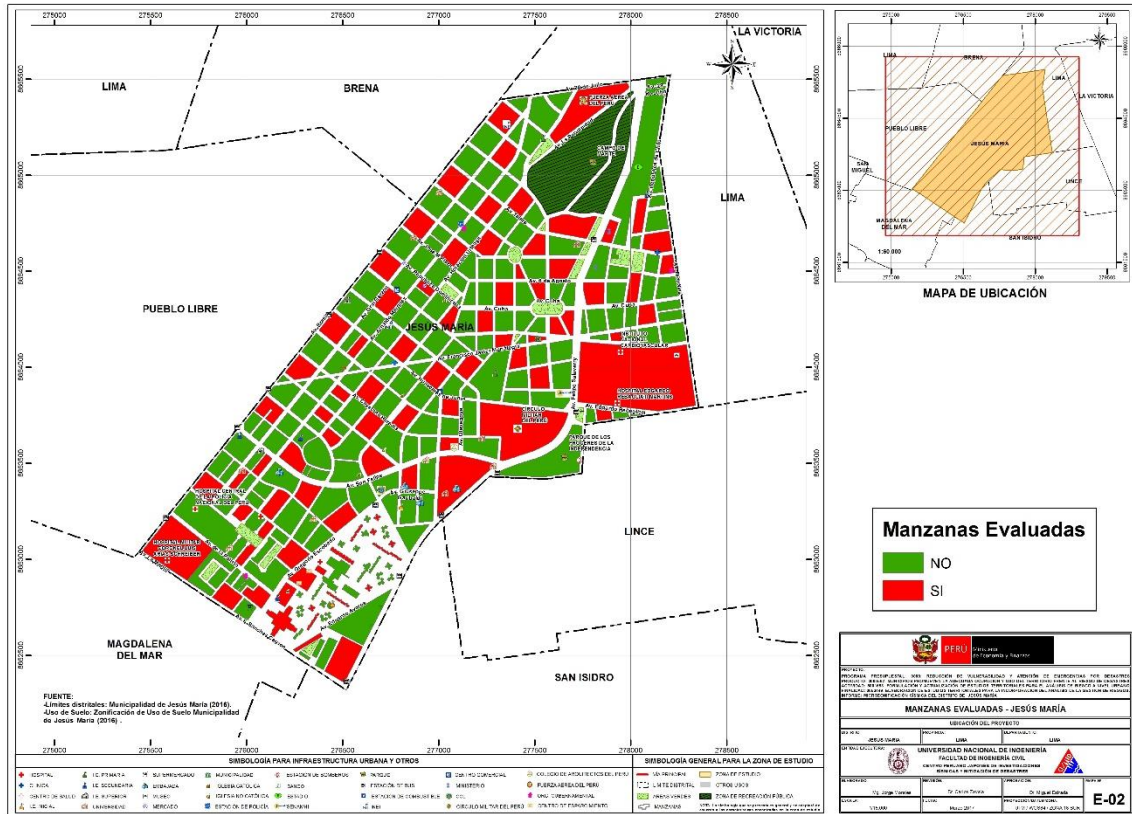


Figura 4. Manzanas totales (282) versus manzanas seleccionadas (85)

En el presente trabajo se optó por considerar un nivel de confianza del 94.8% bajo el supuesto que exista un error del orden del 1.10% en la desviación estándar, dando como resultado que el tamaño de la muestra es del 30% de población total de las manzanas. Esto produce un tamaño muestral calculado en función del tamaño de la población (N), el error en la desviación estándar (α) y el número de unidades de desviación estándar para alcanzar el nivel de confianza deseado (z).

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

Esto produce un tamaño muestral mínimo de 80 manzanas. En el presente estudio se mejoró este valor al considerar una muestra de 85 manzanas, bajo la premisa, con este mayor número de manzanas se cubre mayor área y por lo tanto el análisis tiene una mayor consistencia.

3.2. Informe de campo

3.2.1. Edificaciones

Las edificaciones de vivienda representan la mayor parte de las estructuras ubicadas en el territorio del distrito de Jesús María. Existen edificaciones de varios materiales, combinaciones de material, así como también existen viviendas a medio construir. De acuerdo a la sectorización presentada en ítems anteriores se describe a continuación las viviendas que se consideran como representativas de cada sector:

|

SECTOR 01

El Sector 01 se encuentra ubicado en el distrito de Jesús María, al norte limita con los distritos de Pueblo Libre y Breña y la avenida 28 de julio, al sur colinda con la avenida Húsares de Junín y el sector 02; al oeste con la avenida Brasil y por el este con la avenida Arenales y la avenida República de Chile. El sector cuenta con un total de 46 manzanas.

En el sector 01 las edificaciones en su mayoría son de dos y tres pisos con material predominante de mampostería de uso vivienda y vivienda comercio. Los estados de conservación están entre bueno a regular en su mayoría como se observa en la Figura 5.



Figura 5. Edificaciones del sector 1; vivienda de mampostería de dos y pisos

Asimismo, encontramos edificaciones de dos y tres pisos de uso vivienda comercio y edificaciones multifamiliares de hasta 14 pisos aproximadamente y poseen un estado de conservación regular como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Viviendas de mampostería de dos y tres pisos de uso vivienda comercio del sector 01

Existen nuevas edificaciones multifamiliares en su mayoría construidas a base de muros de ductilidad limitada y pórticos de concreto con placas respectivamente, su sistema estructural es regular en planta y poseen un estado de conservación bueno. (Ver Figura 7).



Figura 7. Edificaciones multifamiliares del sector 01

SECTOR 02

El Sector 02 se encuentra delimitado por el norte con la Av. Francisco Javier Mariátegui, por el sur con la Av. La Marina (límite con el distrito de Magdalena del Mar), por el este con los distritos de Lince y San Isidro y por el oeste con la Av. Brasil (límite con el distrito de Pueblo Libre). Las viviendas son en su mayoría de dos a tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido y techos de losa aligerada como se muestra en la Figura 8. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 8. Viviendas típicas del Sector 02

Excepcionalmente se encontraron edificios multifamiliares de entre 6 y 20 pisos, de concreto armado que contaban con un sistema estructural de pórticos con placas. Estas edificaciones se encuentran también en un buen estado de conservación como se observa en la Figura 9.

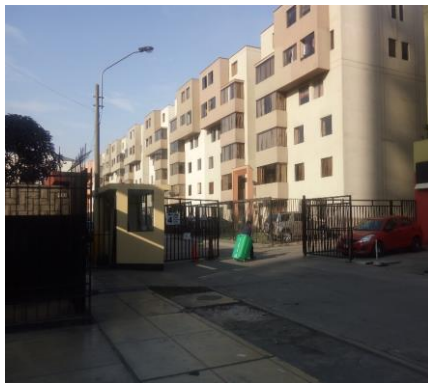


Figura 9. Edificios multifamiliares de concreto armado ubicadas en el sector 02

3.2.2. Edificaciones esenciales

Para la evaluación de las edificaciones esenciales se consideró la edificación típica que formaba parte del complejo sea Colegio, Hospital, posta médica, comisaría, etc., los que podrían ser utilizados como refugio temporal de las personas damnificadas si la autoridad lo cree conveniente, de manera que fue tratada como una edificación sobre la cual deseamos conocer aproximadamente su respuesta sísmica. Bajo esta premisa, se encontró su demanda para las condiciones del estudio, de acuerdo a la demanda dada en el estudio de microzonificación geotécnica sísmica del distrito. A continuación, se presentan las

edificaciones esenciales que se encuentran dentro de la muestra estudiada en los sectores del distrito:

Sector 01

En este sector se encuentran varias edificaciones esenciales, entre los que encontramos:

El Hospital Edgardo Rebagliati Martins, es una edificación de catorce niveles construido a base de un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 10

El Instituto Nacional Cardiovascular "Carlos Alberto Peschiera Carrillo" es una edificación de 03 pisos con sistema estructural de pórticos de concreto armado. Presenta un buen estado de conservación como se observa en la Figura 11.



Figura 10. Hospital Edgardo Rebagliati Martins



Figura 11. Instituto Nacional Cardiovascular "Carlos Alberto Peschiera Carrillo"

Se puede presenciar en la Figura 12 El museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), es una edificación de dos pisos siendo el material predominante mampostería de arcilla sin refuerzo y estado regular de conservación.

El centro de estudios preuniversitarios de la Universidad Agraria la Molina, es una edificación de dos niveles construido a base de pórticos de concreto armado confinados con muros de albañilería y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 13.



Figura 12: Museo de Historia Natural
UNMSM



Figura 13 CEPRE Universidad Agraria la
Molina

En la Figura 14 y Figura 15 se muestran el Ministerio de Salud y el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil son edificaciones de cinco y tres pisos con sistema estructural de pórticos de concreto armado y losa aligerada en cada nivel; la estructura se encuentran en regular y buen estado de conservación.



Figura 14: Ministerio de Salud



Figura 15 Registro Nacional de
Identificación y Estado Civil (RENIEC)

Se puede observar en la Figura 16, El Ministerio de Trabajo y promoción del empleo, es una edificación de doce niveles construido a base de un sistema de pórticos de concreto y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un estado regular de conservación.

La Universidad Nacional de Música, es una edificación de tres niveles construido a base de un sistema de albañilería de arcilla sin refuerzo y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 17.



Figura 16: Edificio del Ministerio de Trabajo y promoción del empleo



Figura 17: Universidad Nacional de Música

La Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP), es una edificación de ocho niveles y la Casa de la Juventud de la municipalidad de Jesús María es una edificación de tres niveles; ambas edificaciones están construidos a base de un sistema de placas de concreto armado y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 18 y en la Figura 19.



Figura 18: Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP)



Figura 19 Casa de la Juventud



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



La Institución Educativa “Domingo Savio” es una edificación de un nivel y I.E.P colegio Saco Oliveros es una edificación de dos niveles, ambas estructuras están construidas con un sistema de albañilería sin elementos de confinamiento y losa aligerada en todos los niveles; la estructura presenta un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 20 y Figura 21.



Figura 20: I Institución Educativa Domingo Savio



Figura 21: Colegio Saco Oliveros

La Contraloría General de la República, es una edificación de ocho niveles y el Jurado Nacional de Elecciones es una edificación de siete niveles; ambas estructuras están construidas a base de un sistema de placas de concreto armado y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un estado bueno de conservación como se muestra en la Figura 22 y Figura 23.



Figura 22: Contraloría General de la República



Figura 23: Jurado Nacional de Elecciones

Radio Libre, es una edificación de dos niveles construido a base de un sistema de albañilería sin bordes de confinamiento y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 24.

El C.E.P Colegio Trilce es una edificación de cinco niveles construido con un sistema estructural de pórticos y placas de concreto armado y losa aligerada en cada nivel. La estructura presenta un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 25.



Figura 24: Radio Libre



Figura 25: C.E.P Colegio Trilce

La Universidad de Ciencias e Informática y la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, son edificaciones de cinco niveles construido a base de un sistema estructural de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y losa aligerada en cada nivel; las estructuras presentan un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 26 y Figura 27.



Figura 26: Universidad de Ciencias e Informática



Figura 27: Universidad Inca Garcilaso de la Vega

El I.E.V Diego Ferré y la Universidad Alas Peruanas son edificaciones de tres niveles construido a base de un sistema estructural de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y losa aligerada en cada nivel; las estructuras presentan un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 28 y Figura 29.



Figura 28: I.E.V Diego Ferré



Figura 29: Universidad Alas Peruanas

La Escuela Nacional de Administración Pública y la Universidad San Martín de Porres, son edificaciones de cinco niveles construidos a base de un sistema estructural de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y losa aligerada en cada nivel; las estructuras presentan un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 30 y Figura 31.



Figura 30: Escuela Nacional de
Administración Pública



Figura 31: Universidad San Martín de
Porres

El Centro Cultural de Jesús María y el Colegio Teresa Gonzales de Fanning son edificaciones de dos niveles construidos a base de un sistema estructural de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y losa aligerada en cada nivel; la estructura presentan un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 32 y Figura 33.



Figura 32: Centro Cultural de Jesús María



Figura 33: Colegio Teresa Gonzales de Fanning

El colegio Lidersion School es una edificación de cuatro niveles y el C.E.P. Colegio Isaac Newton es una edificación de dos niveles; ambas edificaciones son construidos a base de un sistema estructural de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y losa aligerada en cada nivel; las estructuras presentan un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 34 y Figura 35.



Figura 34: Colegio Lidersion school



Figura 35: C.E.P. Colegio Isaac Newton

La Institución Educativa N°1098 “CAP. FAP. José Abelardo Quiñones” y el I.E.P Divino Maestro, son edificaciones de dos niveles construido a base de un sistema de mampostería confinada con diafragma rígido en cada nivel excepto de la Institución Educativa N°1098 “CAP. FAP. José Abelardo Quiñones del último nivel el cual presenta una cubierta de calamina; en general las estructuras presentan un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 36 y Figura 37.



Figura 36: Institución Educativa N°1098
CAP. FAP. José Abelardo Quiñones



Figura 37: I.E.P Divino Maestro

El colegio Particular Santa María de Fátima es una edificación de tres niveles y la Universidad San Martín de Porres es una edificación de cinco niveles, ambas construidos a base de sistema de albañilería confinada y losa aligerada en todos los niveles en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 38 y Figura 39.



Figura 38: Colegio Particular Santa María
de Fátima



Figura 39 Universidad San Martín de
Porres

La fuerza Aérea del Perú es una edificación de nueve niveles construido a base de un sistema estructural de pórticos con placas de concreto y losa aligerada en todos los niveles. La estructura presenta un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 40.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, es una edificación de tres niveles construido a base de un sistema de albañilería confinada y losa aligerada en cada nivel; tiene presencia de humedad en las paredes de la fachada y en general tienen un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 41.



Figura 40: Fuerza Aérea del Perú
SIVAN



Figura 41 Servicio Nacional de Meteorología e
Hidrología

El anexo de la Municipalidad de Jesús María es una edificación de tres niveles y la Municipalidad de Jesús María es una edificación de dos niveles ambas edificaciones construido con un sistema de albañilería de arcilla no reforzada y losa aligerada en cada nivel; la estructura presenta un buen estado de conservación como se muestra en la Figura 42 y Figura 43.



Figura 42: Anexo de la Municipalidad de
Jesús María

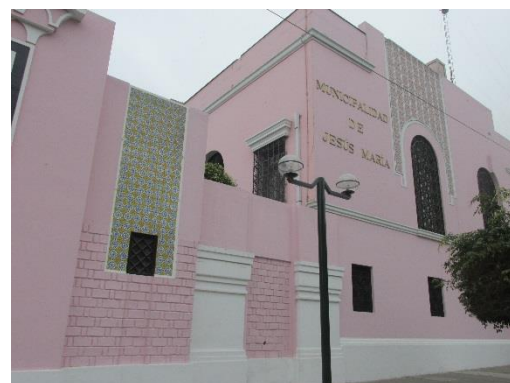


Figura 43 Municipalidad de Jesús María

El mercado “San José”, es una edificación de un nivel construido a base de un sistema de albañilería confinada y losa aligerada; la estructura presenta un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 44.

La parroquia San José y Jesús María es una edificación de un nivel construido a base de un sistema a porticado con muros de albañilería confinada y techo abovedado; la estructura presenta un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 45.



Figura 44: Mercado “San José”



Figura 45 La parroquia San José y
Jesús María

El Centro de Salud Jesús María es una edificación de un nivel construido a base de un sistema de muros de albañilería confinada y techo de cubierta ligera; la estructura presenta un estado regular de conservación como se muestra en la Figura 46.



Figura 46. El Centro de Salud Jesús María

Sector 02

En este sector se encuentra algunas edificaciones esenciales entre los que encontramos el Policlínico Peruano - Japonés, edificación de cinco pisos de pórticos de concreto armado con placas y vanos rigidizados de mampostería con diafragma rígido que se encuentra en un buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 47.

A su vez también se encuentra localizada dentro del Sector 02 la Universidad Sergio Bernales. Esta es una edificación de mampostería confinada de tres pabellones destinadas para aulas de cuatro niveles cada una y encontrándose en un estado de conservación regular, como se aprecia en la Figura 48 respectivamente.



Figura 47 Policlínico Peruano-Japonés



Figura 48. Universidad Sergio Bernales

También se ubica dentro del Sector 02 la Universidad del Pacífico, este edificio posee ocho niveles con sótano y losa aligerada; cuenta con un sistema estructural de placas de concreto armado, reforzado con arriostres diagonales de acero, además se encuentra en un estado de conservación bueno, como se muestra en la Figura 49.

I.E. Franciscanos de Nuestra Señora del Buen Consejo es un colegio con un pabellón de dos y tres pisos respectivamente, que posee un sistema estructural de mampostería confinada con diafragma rígido, con techo de losa aligerada y se encuentran en un buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 50.



Figura 49. Universidad del Pacífico



Figura 50. I.E. Franciscanos de Nuestra Señora del Buen Consejo

Así también encontramos al Colegio “Los Álamos”, edificación de 2 pisos que cuenta con un sistema de mampostería confinada con techos de losa aligerada. Dado que presenta un estado de conservación regular, actualmente se vienen realizando trabajos de mejoramiento en las instalaciones de esta edificación, como se observa en la Figura 51.

La Iglesia Católica “San Antonio de Padua” es una edificación de dos niveles que posee un sistema estructural de mampostería confinada con diafragma rígido y techo metálico de acero. Esta edificación se encuentra en un buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 52.



Figura 51. Colegio “Los Álamos”



Figura 52. Iglesia “San Antonio de Padua”

3.3. Base de datos geo-espacial

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

En cada manzana seleccionada se levantó los datos de todos los lotes que se encuentran en esa manzana, indicándose las características de la edificación, así como el código de la manzana. De todos estos lotes se seleccionó uno representativo el cual es llevado a una base de datos separada para luego ser incorporada a la plataforma SIG. En la 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 53 se muestra la base de datos de las características de las edificaciones representativas de cada una de las manzanas levantadas.

PROGRAMA PRESUPUESTAL 068: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA POR DESASTRE													
ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE JESÚS MARÍA													
Levantamiento de Información - Distrito de Lince - Lima - Lima													
Num	CodMza	LoteRepre	Cond. De Cimentación			FisuraCol	FisuraVig	FisuraMur	Unidad de Albañilería			Tarrajeo	Foto Representativa
			CimentA	CimentH	Techo				FabricaAlb	TipoAlb	Confina		
1	125	03MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140423.jpg
2	45	04MMMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artisanal	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140424.jpg
3	221	03CEPB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140425.jpg
4	184	04CHPB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140430.jpg
5	150	02MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140432.jpg
6	12	03MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140436.jpg
7	104	02MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artisanal	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140440.jpg
8	15	02MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140441.jpg
9	169	10CHPB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140443.jpg
10	24	04MMNR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140444.jpg
11	16	05CEIB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140446.jpg
12	214	18CYCR	NO	NO	Losa de CA	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140448.jpg
13	117	03MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artisanal	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140457.jpg
14	7	03MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artisanal	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140458.jpg
15	37	03MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artisanal	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140460.jpg
16	44	04MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140461.jpg
17	183	03MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140462.jpg
18	123	20CMPB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S01\P1140463.jpg
19	199	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S02\P1140992.jpg
20	153	01AYAR	NO	NO	Madera	X	V	X	ND	ND	NO	NO	.Fotos\Fotos_S02\P1140993.jpg
21	164	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.Fotos\Fotos_S02\P1140998.jpg
22	56	03MVMR	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Artisanal	Sólido	NO	NO	.Fotos\Fotos_S02\P1140999.jpg
23	3	04MMNR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.Fotos\Fotos_S02\P1150002.jpg
24	188	04MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.Fotos\Fotos_S02\P1150026.jpg
25	134	02MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.Fotos\Fotos_S02\P1150008.jpg
26	156	01AVAM	NO	NO	Madera	X	X	X	ND	ND	NO	NO	.Fotos\Fotos_S02\P1150012.jpg
27	198	03MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S02\P1150013.jpg
28	69	05CMIB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.Fotos\Fotos_S02\P1150019.jpg

Figura 53. Base de datos de los lotes representativos por manzana

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

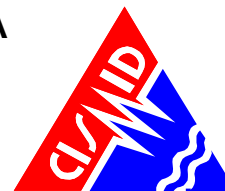


Tabla 1. Descripción de los campos de la base de datos

Nombre del Campo	Descripción
AcelMax	Aceleración máxima del terreno en cm/s ²
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
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 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.

La Figura 54 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.

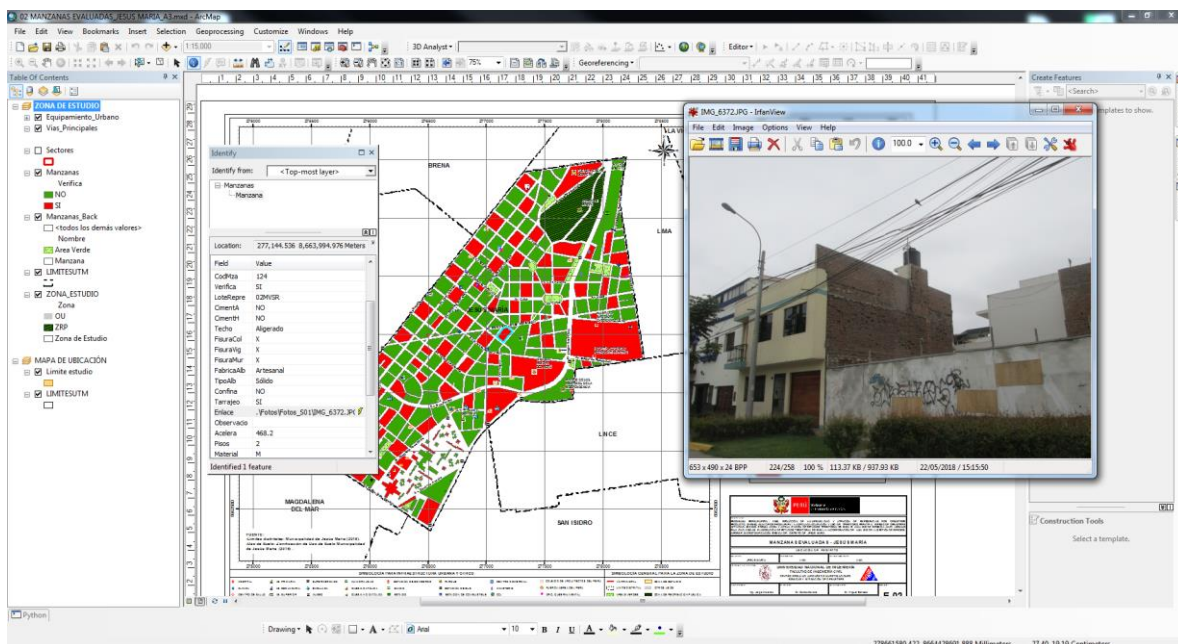


Figura 54. Base de datos Geo-espacial, integración de información cartográfica, descriptiva y procesamiento

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

3.3.1. Mapa de Uso de Suelo

En el mapa E05 (Figura 56) se presenta las manzanas evaluadas y clasificadas de acuerdo al uso del suelo de las edificaciones. En la Figura 55 se presenta el análisis estadístico de la muestra en lo referente al uso del suelo o uso de la edificación de la muestra estudiada. Puede leerse que es predominante el uso en viviendas que ocupan un 34.1% de la muestra, seguido

3.3.2. Mapa de Materiales Predominantes

En el mapa No. E04 (Figura 58), referente a los materiales existentes en las edificaciones del distrito de Jesús María, se realizó un análisis estadístico de la muestra, dando como resultado la gráfica que se presenta en la Figura 57, donde es notorio que el material predominante es la mampostería de ladrillo que representa el 66.0% de la muestra, seguido de las edificaciones de concreto con un 31.8%. Asimismo, existen edificaciones de adobe que representan un 2% de la muestra.

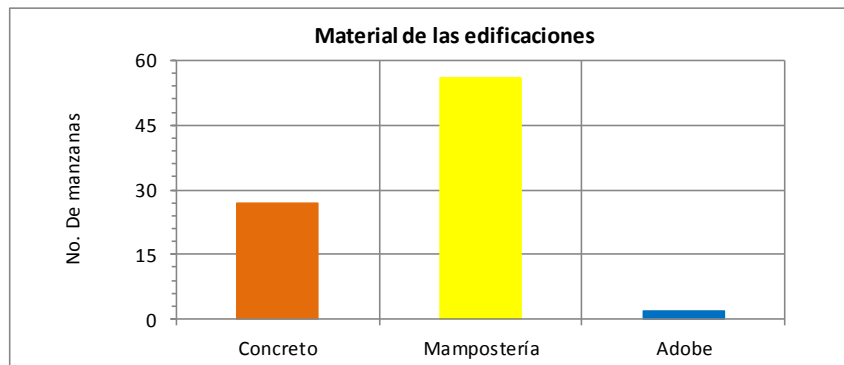


Figura 57. Distribución de los materiales de construcción de la muestra del distrito Jesús María

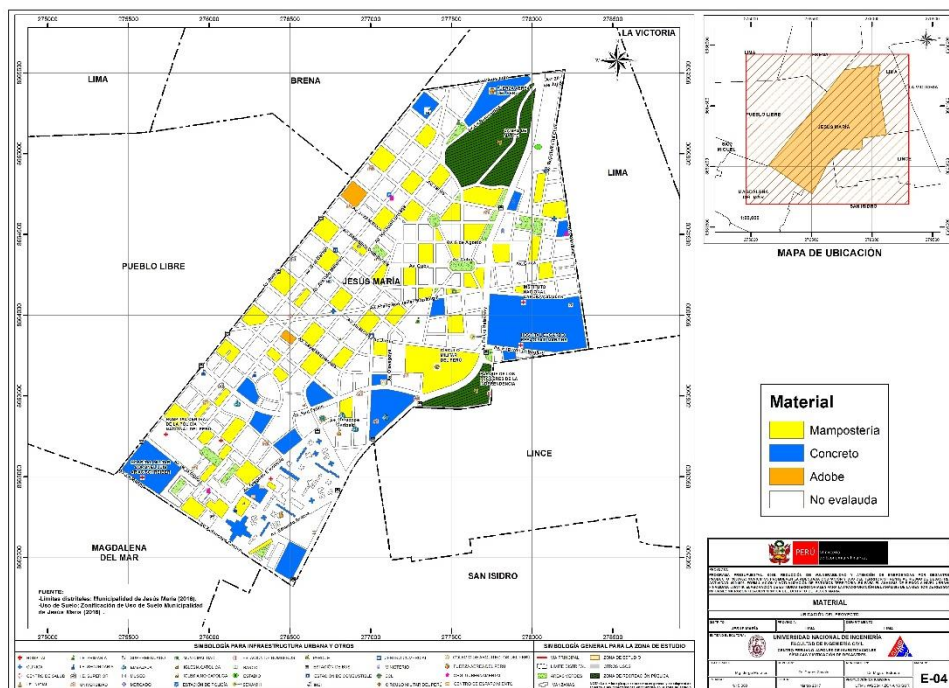


Figura 58. Mapa de Distribución de los materiales de construcción predominante del distrito de Jesús María

3.3.3. Mapa de Alturas de Edificación

En el mapa E-03 (Figura 60) se presenta el levantamiento de información de las manzanas evaluadas relacionadas con el número de pisos de las edificaciones representativas de las manzanas.

Esta distribución de alturas se resume en la Figura 59, donde se puede apreciar que, en el Distrito de Jesús María, predominan las edificaciones de dos pisos que corresponde al 38.8% del total de las edificaciones evaluadas y es la tendencia general en el distrito. En segundo lugar, de niveles de altura son las edificaciones de diez pisos a más y que corresponde al 21.2% del total de las edificaciones evaluadas. Este distrito también cuenta con edificaciones de tres pisos, pero en un porcentaje menor, equivalente al 15.3% del total de las edificaciones evaluadas. También existen edificios de cuatro pisos (10.6%), seis pisos (5.9%), ocho pisos (3.5%), cinco pisos (2.4%), de uno y nueve pisos (1.2%) en la muestra evaluada.

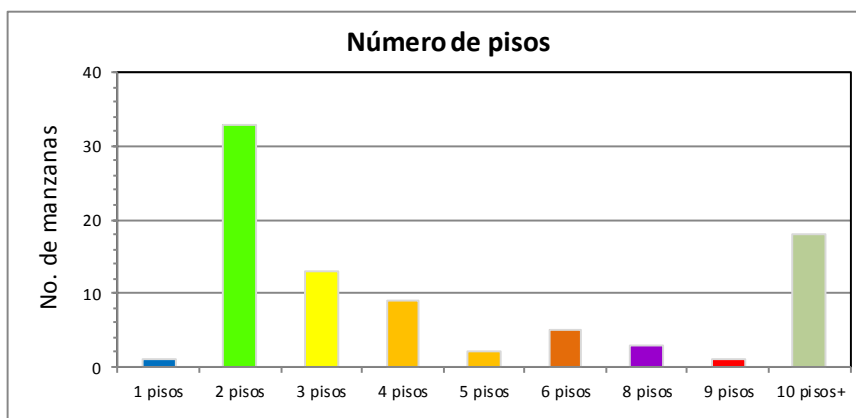


Figura 59. Distribución del número de pisos de las edificaciones del distrito de Jesús María

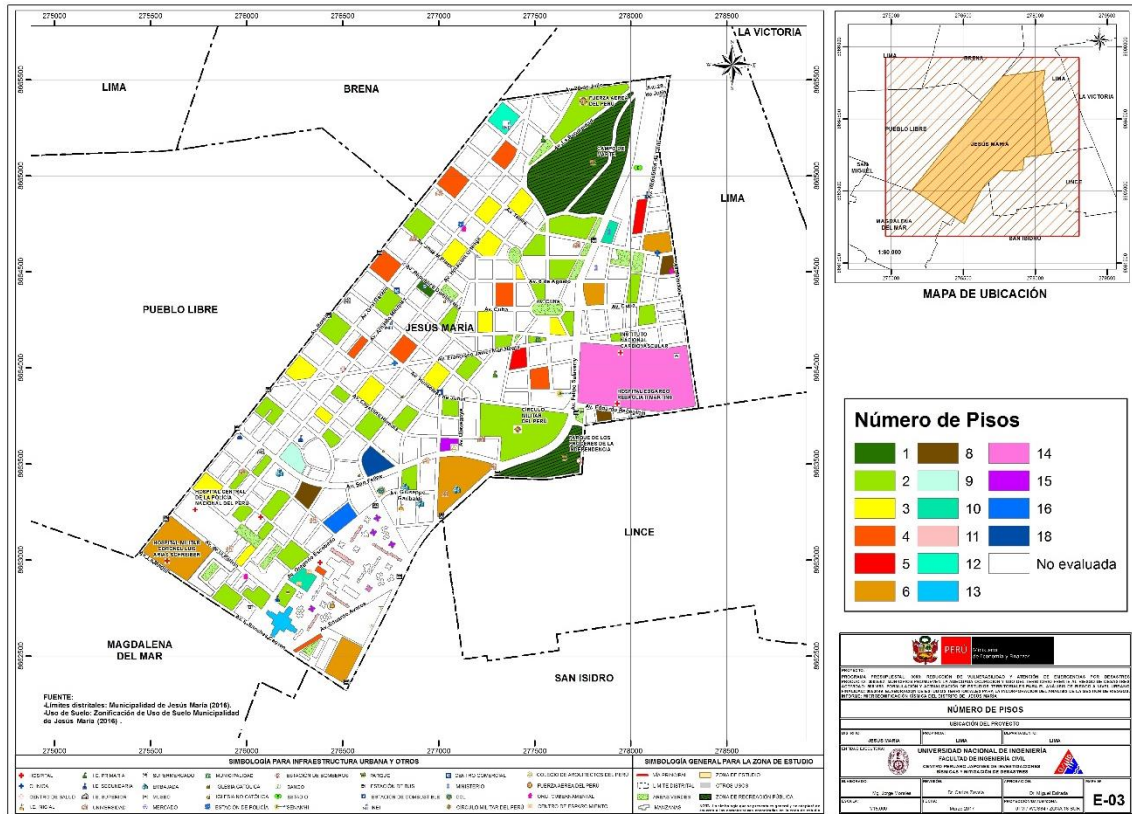


Figura 60. Mapa temático del número de pisos de las edificaciones del distrito de Jesús María

3.3.4. Mapa de Tipologías Estructurales

En el mapa E06 (Figura 62) se presenta el levantamiento de información de las manzanas evaluadas relacionadas con el sistema estructural usado en las edificaciones. La Figura 61 presenta la distribución del uso de los sistemas estructurales que se obtuvo de la estadística de la muestra usada en el distrito de Jesús María. 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 52.9% de la muestra. Le siguen las estructuras de pórticos con placas que representa un 21.2%. Por otro lado, se encuentra las estructuras de mampostería de arcilla sin refuerzo que representa un 18.8%. También se usan pórticos de concreto con muros de relleno de tabiquería de ladrillo que representa el 3.5% de la muestra. Asimismo, las edificaciones de pórticos de concreto representan un 1.2%. Por último, las edificaciones de adobe representan un 2.4%.

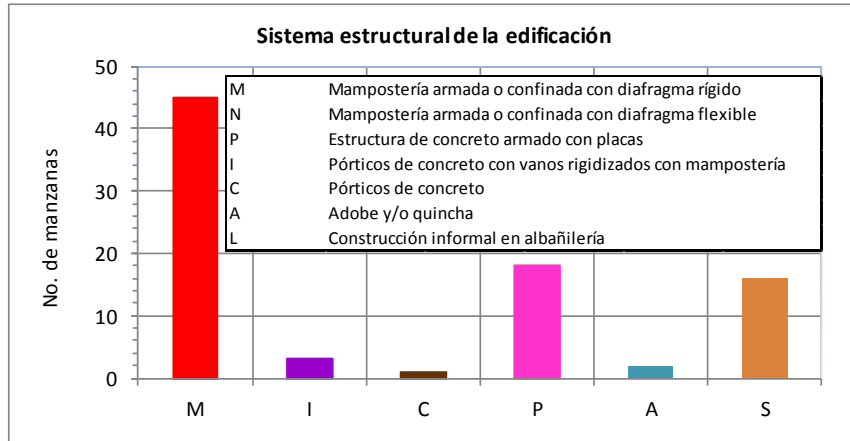


Figura 61. Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Jesús María

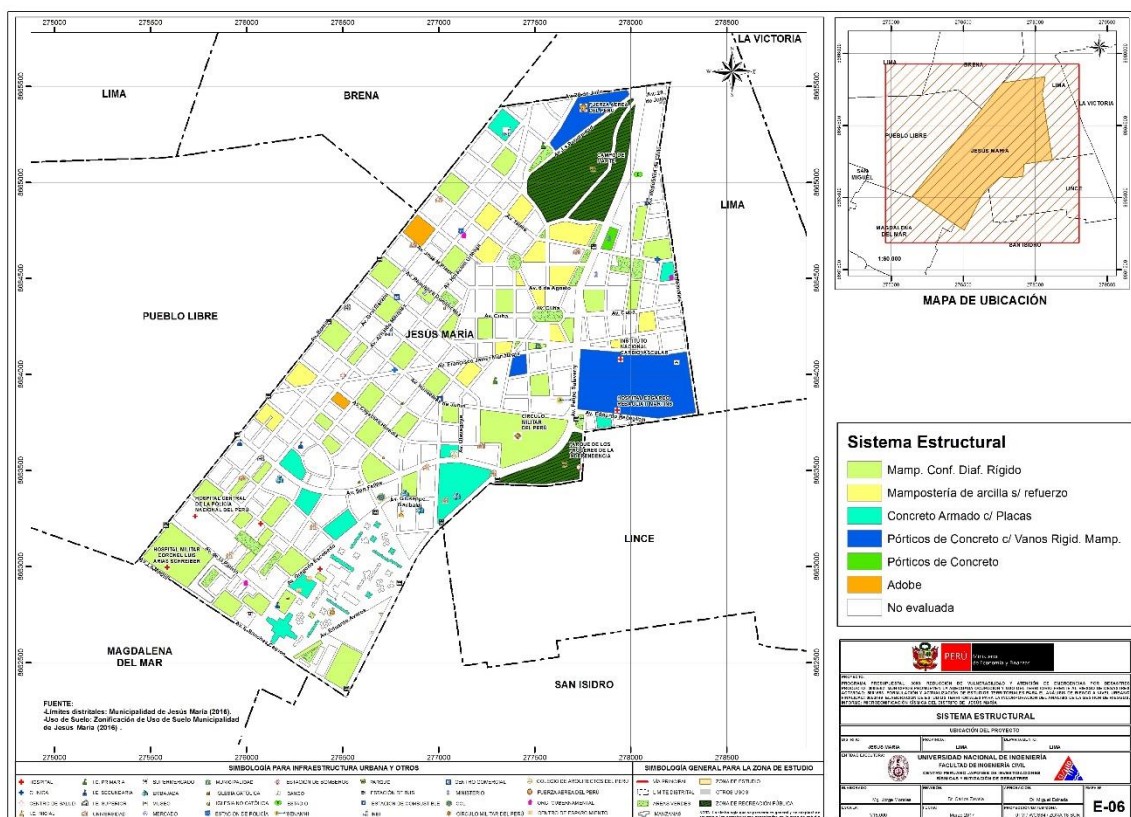


Figura 62. Mapa del uso del sistema estructural muestra del distrito de Jesús María

3.3.5. Mapa de Estado de Conservación

El mapa temático E07 (Figura 64) presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Jesús María. La Figura 63 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 42.4% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 57.6% de la muestra presenta un regular estado de conservación.

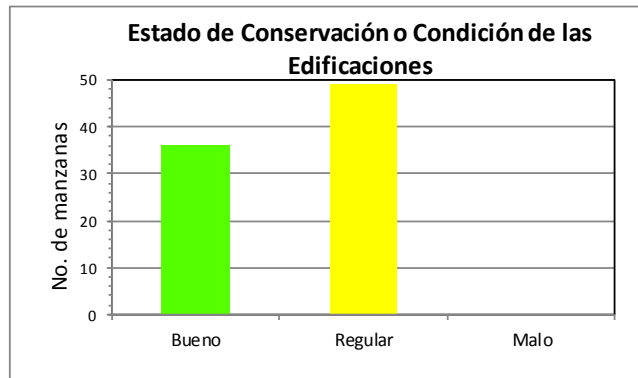


Figura 63. Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Jesús María

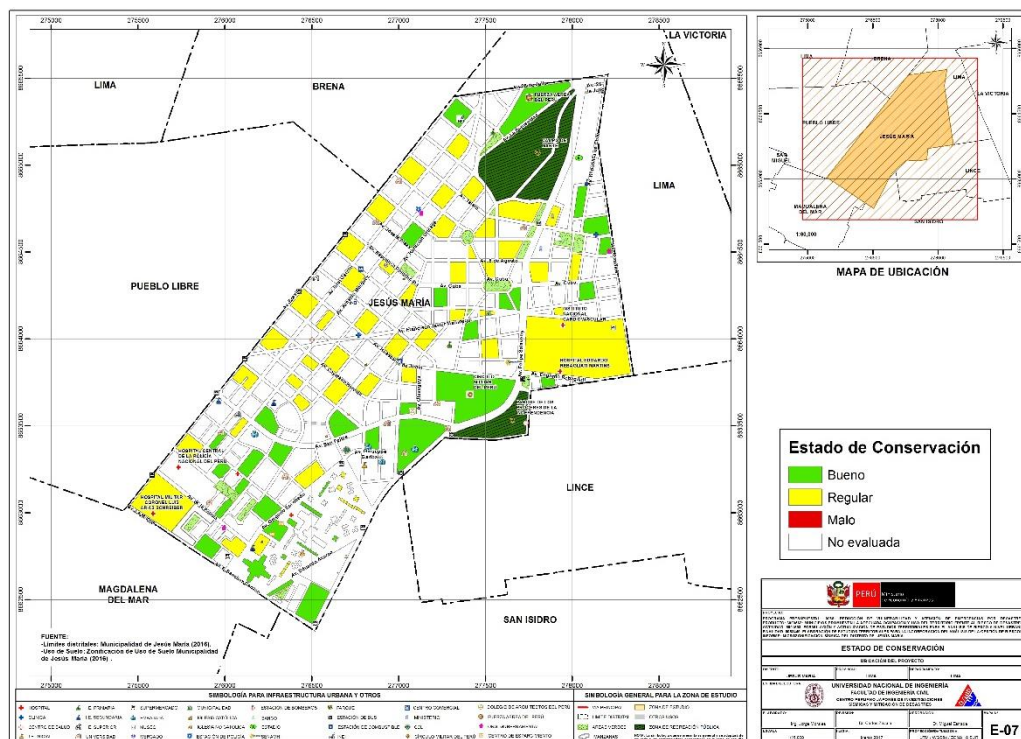


Figura 64. Mapa del estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Jesús María



3.3.6. Mapa de Vulnerabilidad

Conceptos Generales

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

Formas de Evaluación

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

Método Determinístico

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

Método por Criterio

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

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

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

Considerando las bases de datos desarrolladas, las tipologías constructivas existentes y el estudio de microzonificación sísmica, se utilizará la herramienta SRSND (Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño, C. Zavala, CISMID-2004), con la finalidad de encontrar la respuesta sísmica de las edificaciones consideradas típicas de cada manzana bajo el escenario de sismo de la norma de diseño sismorresistente, que corresponde a un sismo severo de periodo de retorno de 475 años y probabilidad de excedencia del 10%. La respuesta

sísmica producida en las edificaciones, nos darán el indicativo de su vulnerabilidad y la presencia de daño. Los resultados de esta simulación serán incorporados a la base de datos para producir el mapa de vulnerabilidad sísmica.

Metodología sustento de SRSND

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 que se incluirá en la microzonificación sísmica y el catálogo de tipologías de edificaciones representativas del distrito.

El método considera que la estructura de la edificación está representada por un sistema de masas y resortes, representadas como una función del periodo de la edificación. Este periodo es aproximado a partir de la tipología estructural, del número de pisos, las irregularidades y el estado de conservación entre otros. Este periodo representa al primer modo del sistema estructural, lo que el método considera como representativo para el sistema reducido de un grado de libertad, como el mostrado en la Figura 65. Con este sistema equivalente se realiza la estimación explicado en el siguiente párrafo.

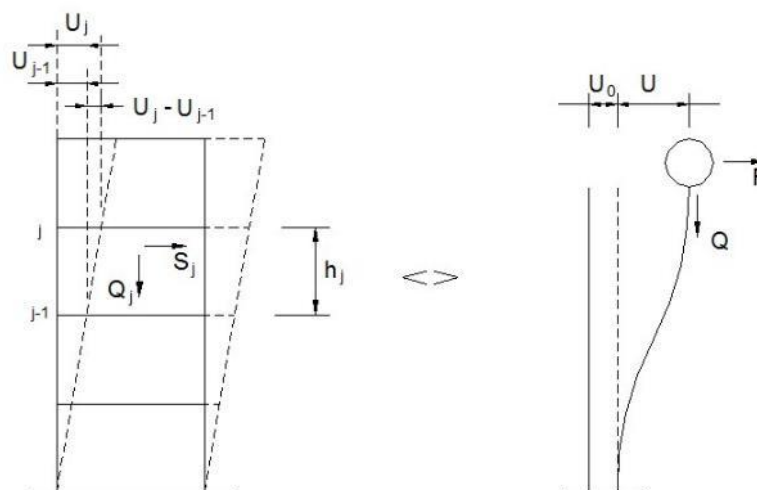


Figura 65. Edificación representada por un sistema equivalente

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 de estudio.



Este método se basa en el diagnóstico de la respuesta sísmica de las edificaciones, considerando las aceleraciones máximas del terreno según los resultados del estudio del peligro sísmico presentado en el Anexo adjunto a este informe y el catálogo de tipologías de edificaciones representativas del distrito. Con este propósito se consideran variables claves como aceleración de demanda sísmica, material de la edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros datos recabados en el levantamiento de campo lote a lote en la ciudad. Seguidamente se utiliza la metodología de índices β_i , que considera que la respuesta sísmica de una estructura se encuentra en base al producto de los índices β_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:

$$\left(\frac{\Delta\delta_j}{h_j}\right) = \frac{\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4}{H} S_d \quad \text{Ec. 3}$$

El índice β_1 , es una aproximación al factor de participación dado como una función del número de pisos:

$$\beta_1 = \frac{3N}{2N + 1} \quad \text{Ec. 4}$$

El índice β_2 , relaciona la aproximación de la distorsión máxima en la aproximación contra la distorsión en un sistema real:

$$\beta_2 = \frac{\max\left(\frac{\Delta\delta_j}{h_j}\right)}{\frac{U_r}{H}} \quad \text{Ec. 5}$$

El índice β_3 , relaciona la fuerza de respuesta con la sobre resistencia como función de la ductilidad asignada a cada tipología estructural:

$$\beta_3 = \frac{U^x + \Delta U^x}{U} = \frac{F^x \cdot \mu}{F} \quad \text{Ec. 6}$$

El índice β_4 , produce una aproximación de la relación existente entre la distorsión inelástica y la distorsión elástica, que expresan una medida de ductilidad:

$$\beta_4 = \frac{\varphi_{inelastico}}{\varphi_{elastico}} \quad \text{Ec. 7}$$

El periodo que sirve de base en el diagnóstico, es dependiente de la tipología estructural y del número de pisos, que produce una diagnosis del desplazamiento y distorsiones de cada piso. De esta manera se estiman las distorsiones de entrepiso que diagnostican el estado de la edificación basado en los límites de distorsión máxima de la norma de diseño sismorresistente



NTE-030-RNE y ajustada en base 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 85% de su valor), además de implicar peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes. Por ejemplo:

- Edificaciones de adobe antiguas debilitadas por la humedad, erosión, o sismos anteriores; y ubicados sobre suelos flexibles.
- Edificaciones de ladrillo sin refuerzo ni confinamiento, con poca densidad de muros; ubicados sobre suelos 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 arriostramiento o refuerzo vertical u horizontal.
- Edificaciones con configuración en planta irregular.
- Techos o coberturas en mal estado de conservación.
- Edificaciones en laderas de los cerros, donde su cimentación generalmente se apoya en muros de contención de piedra (pircas secas) no recomendables para tomar las fuerzas producidas por el sismo.

Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:

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



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

Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:

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

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

Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas

- Manzana:** Se evaluaron la totalidad de los lotes de la muestra, siendo el material predominante la albañilería, con presencia en el 65.9% de los lotes, seguido por un 31.8% de edificaciones de concreto.
- Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 65.9% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de un piso (1.2%), dos pisos (38.8%), tres pisos (15.3%), cuatro pisos (10.6%), cinco pisos (2.4%), seis pisos (5.9%), ocho pisos (3.5%), nueve pisos (1.2%) y 10 pisos a más (21.2%). Aproximadamente el 52.9% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes.
- Coberturas y Sistema de techos:** Del total de lotes inspeccionados, el 52.9% de ellos tienen techos aligerados de ladrillo con viguetas de concreto armado.
- Estado de Conservación:** El estado de conservación de las construcciones en un 42.4% de las viviendas muestran un estado de conservación bueno y el 57.6% de las viviendas presentan un regular estado de conservación.

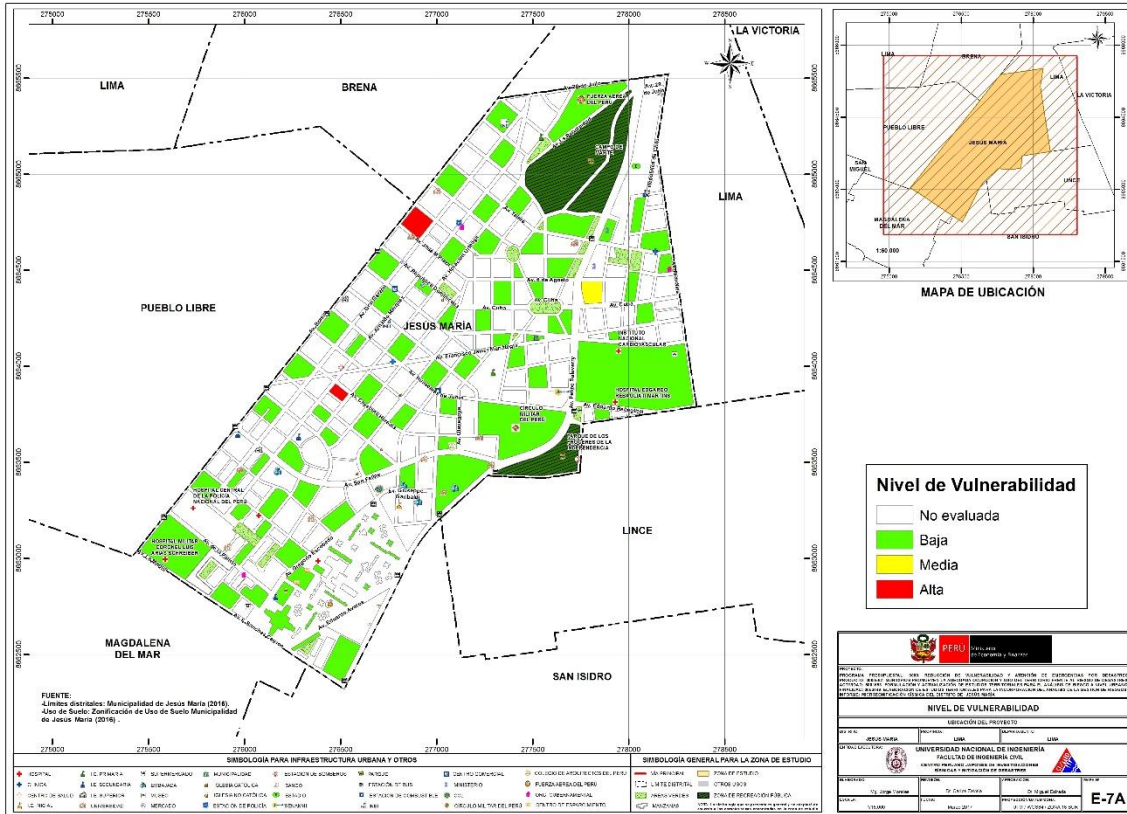


Figura 66. Mapa de vulnerabilidad del Distrito de Jesús María

Con respecto a los resultados del estudio en el distrito de Jesús María, se tienen edificaciones con vulnerabilidades relativamente bajas que representan el 96.5% de la muestra concentrada en las zonas dispersas en el distrito, así como vulnerabilidades medias, que representan el 1.2% de la muestra en zonas central del distrito. Existe un 2.4% edificaciones con vulnerabilidad alta en la zona central norte. Los resultados son presentados en la Figura 66.



4. MAPAS DE RIESGO

4.1. Elaboración de Estudio de Riesgo para un Escenario Sísmico

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

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

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

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

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

Asimismo, existen métodos basados en la evaluación de la respuesta sísmica de los sistemas estructurales bajo cierto nivel de aceleración inducida y la estimación de su nivel de daño. Este tipo de metodología ha sido adoptada en el presente estudio. La estimación de la respuesta sísmica ha sido desarrollada utilizando el programa SRSND (Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño, C. Zavala, CISMID-2004), como fue descrito en la evaluación de la vulnerabilidad. En el caso del riesgo se debe de considerar un escenario sísmico para un sismo severo, que usualmente es un escenario cuyas aceleraciones son superiores a la aceleración máxima del suelo que propone la norma sísmica NTE-E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, que considera un sismo con periodo de retorno de 475 años con la probabilidad de ser excedida en 10%. El sismo de la norma considera una aceleración máxima en el suelo de 450 gals.

4.2. Mapa de riesgo de las edificaciones evaluadas para un escenario sísmico

Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Jesús María, se ha utilizado el método de aproximación al valor de reparación de una vivienda, expresado como porcentaje del costo de la edificación. Conocida la respuesta sísmica de las edificaciones, utilizando la metodología presentada en [3] y [4], donde se estima el nivel de distorsión máxima, considerando el escenario sísmico propuesto en el estudio de peligro. Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana en estudiada.

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

$$C_r = \left[\left(\frac{\Delta\delta_j}{h_j} \right) / \lambda \right]^\varepsilon / 100 \quad \text{Ec. 8}$$

Para el diagnóstico del riesgo se consideró cada registro de la base de datos produciendo el diagnóstico de la distorsión y en base a esta se encontró el mapa que representa el costo de reparación representativo para la manzana, considerando los resultados del lote representativo. El desarrollo de este diagnóstico se realizó mediante el proceso que se presenta en la Figura 67.

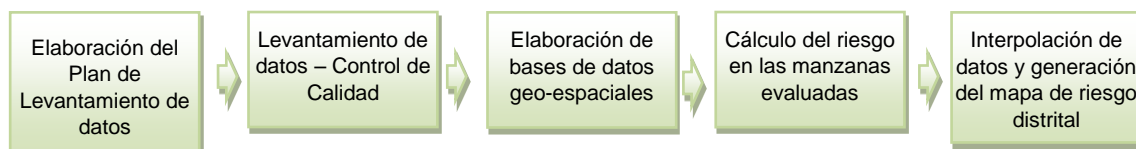


Figura 67. Proceso de generación del mapa de riesgo

Basados en la información de campo se evaluaron 75 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa de costo de reparación mostrado en la Figura 68.

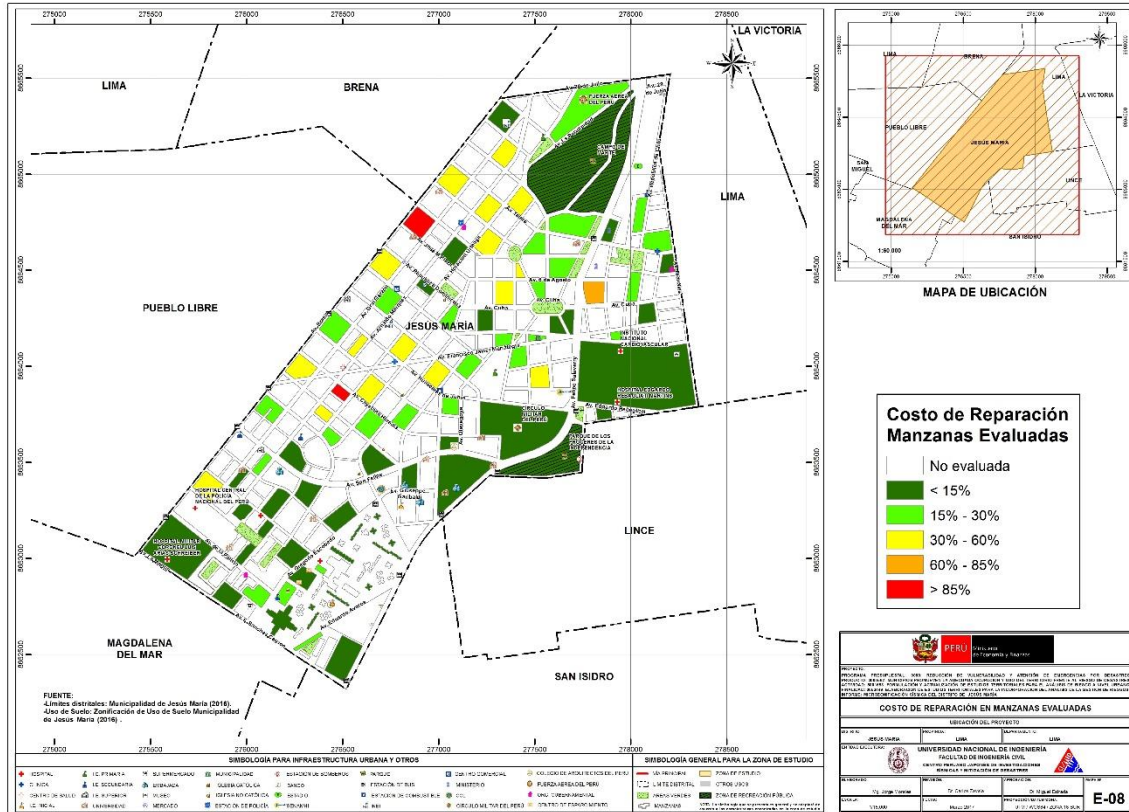


Figura 68. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas

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

La Figura 69 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Jesús María.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



Tabla 2. Resultados del daño en el distrito de Jesús María para un escenario de sismo severo

Color	Rango	Nivel Daño	Número de Mzas	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	40	47.1%		
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	26	30.6%	77.6%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	16	18.8%	18.8%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	1	1.2%	1.2%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	2	2.4%	2.4%	Colapso

En el mapa No. E-09, que presenta el riesgo expresado como porcentaje del costo de la edificación para el distrito de Jesús María 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, agrupando ambos verdes se obtiene que en este grupo de daño leve se encuentra el 77.6% de las manzanas evaluadas. Los sectores en amarillo tendrían un porcentaje de reparación para sus viviendas entre 30~60%, en donde se encontró que el 18.8% de la muestra tendrían daño moderado. 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 y daño severo que corresponden al 1.2% y 2.4%, respectivamente, de las edificaciones evaluadas para el escenario sísmico propuesto.

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

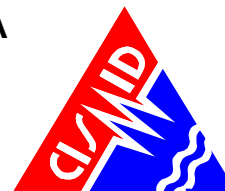
Color	Rango	Nivel Daño	Número de Mzas	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	3	50.0%		
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	3	50.0%	100%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	0	0.0%	0%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	0	0.0%	0%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	0	0.0%	0%	Colapso

Los resultados para las edificaciones esenciales son presentados en la Tabla 3, que muestra que el 100% de las edificaciones esenciales podrían experimentar daño leve. De acuerdo al estudio realizado, el nivel de daño II estaría disperso en todo el distrito.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



5. REFERENCIAS

- [1] Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [2] Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [3] Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el cálculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [4] Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [5] Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [6] Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [7] Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [8] Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [9] Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [10] AASHTO LRFD 2012 Bridge Design Specifications 6th Edition (US) – Customary U.S. Units 2012 – Publication code: LRFDUS-6.
- [11] Alva Hurtado J. E. (2004), "Banco de Datos de Mapas de Isosistas en el Perú", Página web del CISMID – FIC – UNI (<http://www.cismid-uni.org/component/k2/item/68-banco-de-datos-de-isosistas-del-peru>).
- [12] Alva Hurtado J. E., Meneses J. y Guzmán V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- [13] American Society of Civil Engineers - Structural Engineering Institute (2010), "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures".
- [14] Bernal, I. (2000), "Características de la Sismicidad en la Región Sur del Perú", Revista de Trabajos de Investigación, CNDG, IGP, pp. 69 – 80. Lima, Perú.
- [15] Berrocal J., (1974), "South American Seismotectonics from SAAS data", Thesis submitted for the Degree of Doctor of Philosophy in the University of Edinburg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

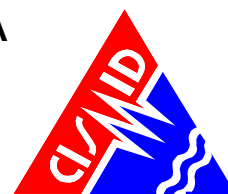


- [16] Bolaños A. y Monroy O. (2004), "Espectros de Peligro Sísmico Uniforme", Tesis para Optar el Grado de Magister en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- [17] Bommer, J. J., (2002), "Deterministic vs. Probabilistic Seismic Hazard Assessment: An Exaggerated and Obstructive Dichotomy", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 6, Special Issue 1, pp. 43 – 73, Imperial College Press.
- [18] Bommer, J. J., (2012), "Challenges of Building Logic Trees for Probabilistic Seismic Hazard Analysis" Earthquake Spectra, Volume 28, N°. 4, pages 1723-1735, November 2012. Earthquake Engineering Research Institute.
- [19] Boore, D. (1983), "Stochastic simulation of high frequency ground motion based on seismological models of the radiated spectra", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 73, N° 6, pp. 1865-1894.
- [20] Boore, D.; Joyner, W. (1982), "The empirical prediction of ground motion", Seismological Society of America, Vol. 72, N° 6, pp. S43-S60.
- [21] Cahill, T.; Isacks, B. (1992), "Seismicity and shape of the subducted Nazca plate". Journal of Geophysical Research, Vol. 97, No.B12, p. 17503-17529.
- [22] Castillo J. (1993), "Peligro Sísmico en el Perú", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería Lima.
- [23] Castillo, J; Alva, J. (1998), "Peligro sísmico en el Perú", Memorias del VIII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, SPMSIF, Lima, Perú.
- [24] Cornell A. (1968), "Engineering Seismic Risk Analysis", Bulletin of the Seismological Society of America", Vol 58, N°5 págs.1538-1606.
- [25] Deza E. (1969), "Estudio Preliminar Sobre las Zonas de Transición que Separan Posibles Regiones Sismotectónicas del Margen Occidental de Sudamérica: Zona de Transición en el Perú", I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima, Perú.
- [26] Deza E. y Carbonell C. (1978), "Regionalización Sismotectónica Preliminar del Perú", IV Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú.
- [27] Dorbath, L., Cisternas, A. y Dorbath, C. (1990) "Assessment of the Size of large and Great Historical Earthquakes in Peru". BSSA, 80, pg 551-576.
- [28] Esteva, L. (1970), "Criterios para la Construcción de Espectros de Diseño", Publicación N° 19 del Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- [29] Gamarra, C. A. (2010), "Nuevas Fuentes Sismogénicas para la Evaluación del Peligro Sísmico y Generación de Espectros de Peligro Uniforme en el Perú", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería Lima.
- [30] Giovanni M. K., Beck S. L. & Wagner L. (2002), "The June 23, 2001 Peru Earthquake and the Southern Peru Subduction Zone". Geophysical Research Letters, Vol 29, N° 21, 2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

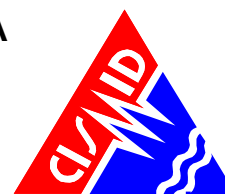


- [31] Grange, F. et al (1984), "Tectonics implications of the micro earthquake seismicity and fault plane Solutions in the Southern Peru", Journal of Geophysical Research, Vol. 89, Pp 6139-6152.
- [32] Gutenberg, B. (1945), "Magnitude determination for deep-focus earthquakes", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 35, pp. 117-130.
- [33] Gutenberg, B.; Richter, C. (1956), "Earthquake magnitude: intensity, energy, and acceleration", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 46, pp. 104-145.
- [34] Hanks, T.; Kanamori, H. (1979), "A moment magnitude scale", Journal of Geophysical Research, Vol. 84, pp. 2348-2350.
- [35] Hynes-Griffin, M.E., and Franklin, A.G., (1984), "Rationalizing the Seismic Coefficient Method", Miscellaneous Paper GL-84,-13, U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- [36] Instituto Geofísico del Perú. (2001), "Catálogo Sísmico del Perú: Versión Revisada y Actualizada". Lima, Perú.
- [37] International Building Code (2012), "2012 International Building Code", International Code Council, INC (ICC) - USA.
- [38] Isacks B., Oliver J. y Sykes L.R., (1968), "Seismology and Global Tectonics", Journal of Geophysical Research, Vol 73, N°18, páginas: 5855-5899.
- [39] Kramer, S. L., (1996), "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, New Jersey, USA.
- [40] Macharé, J., Benavente, C., Laurence, A. (2009), "Síntesis Descriptiva del Mapa Neotectónico 2008", Boletín N° 40 Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica, INGEMMET
- [41] Macharé, J., Fenton, C., Machette, M., Lavenu, A., Costa, C. and Dart, R., (2003), "Database and Map of Quaternary Faults and Folds of Peru and its Offshore Regions", Open-File Report 03-451, US Geological Survey, U.S.A.
- [42] Macharé, J., Laurence, A., Romero, J., Costa, C., Ramírez, V., Lara, L., et al. (2009), "Atlas de Deformaciones Cuaternarias de los Andes", Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, Publicación Geológica Multinacional N° 7.
- [43] McGuire R.K. (1974), "Seismic Structural Response Risk Analysis incorporating Peak Response Regression on Earthquake Magnitude and Distance", MIT Report R74-51 Cambridge MA, USA.
- [44] Ministerio de Energía y Minas (1995), "Guía Ambiental para el Manejo de Relaves Mineros"
- [45] Ordaz, M., Aguilar A., Arboleda J: (1999), "Program for Computing Seismic Hazard: CRISIS 2003 Ver 3.0.1", Institute of Engineering, Universidad Nacional Autónoma de México.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



- [46] Patwardhan, K.; Sadigh, I. M.; Idriss and Youngs, R. (1978). "Attenuation of Strong Motion Effect of Site Conditions. Transmission Path Characteristics and Focal Depths", submitted to the Bull Seismological Society of America.
- [47] Pomachagua, O. (2000), "Características Generales de la Tectónica y Sismicidad de Perú", Revista de Trabajos de Investigación, CNDG, IGP, pp. 93 – 104. Lima, Perú.
- [48] Richter C.F. (1958), "Elementary Seismology", W.H. Freeman Co., San Francisco.
- [49] S. Rodríguez, H. Tavera, (1991), Determinación con Alta Resolución de la zona Wadati-Benioff en la Región del Perú Central, Revista Geofísica Vol. 9, N°2, 141-159.
- [50] Sadigh K. Chang C., Egan J., Makdisi F., Youngs R. R., (1997), "Attenuation Relationship for Shallow Crustal Earthquakes Based on California Strong Motion Data", Seismological Research Letters, Volume 68, Number 1, January/February.
- [51] Scordilis E 2006: Empirical global relations converting Ms and mb to moment magnitude, Journal of Seismology 10: pp. 225-236.
- [52] Sébrier M., Huamán D., Blanc J. L., Macharé J., Bonnot D. y Cabrera J. (1982), "Observaciones acerca de la Neotectónica del Perú", Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
- [53] Silgado E., (1969), "Sismicidad de la Región Occidental de la América del Sur entre los paralelos 2° y 18° Latitud Sur", Primer Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, pp. 33-44.
- [54] Silgado E. (1973), "Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú 1955-1970", Geofísica Panamericana, Vol 2 pp. 179-243.
- [55] Silgado E. (1978), "Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín N°3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.
- [56] Silgado E. (1992), "Investigación de Sismicidad Histórica en la América del Sur en los Siglos XVI, XVII, XVIII y XIX", CONCYTEC, Lima, Perú.
- [57] SISRA (1985), "Catálogo de Terremotos para América del Sur" Vol 7a, 7b y 7c, Proyecto SISRA, CERESIS, Lima, Perú.
- [58] Slemmons D. (1982), "Magnitude of Active Faults", U.S. Army Engineer Waterways Experimental Station, USA.
- [59] Tavera H. y Buforn E (1998), "Sismicidad y Sismotectónica de Perú", Física de la Tierra, N° 10, pp. 187 – 219. España.
- [60] Tavera H., (1998), "Mecanismo Focal de Terremotos en Perú y Sismotectónica", Tesis para Optar el Grado de Doctor en Ciencias Físicas, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España.
- [61] Tavera H., Buforn E., Bernal I., Antayhua Y. & Vilcapoma L. (2002), "The Arequipa (Peru) Earthquake of June 23, 2001", Journal of Seismology, Vol. 6, pp. 279 – 283.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



- [62] Tavera H., Vilca R. y Marín G. (2006), "Inferences on the Geometry of the Nazca Plate in Northwestern Peru Based on Data Collected by a Local Seismograph Network", *Earth Science Research Journal*, Vol. 10, N° 1, pp. 15 – 24.
- [63] Weichert, Dieter H. (1980), "Estimation of the Earthquake Recurrence Parameters for Unequal Observation Periods for Different Magnitudes", *Bulletin of Seismological Society of America*, Vol. 70, N° 4, pp. 1337-1346, August, 1980.
- [64] Youngs, R. R., Chiou, S. J., Silva, W. J. and Humprey, J. R. (1997), "Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes", *Seismological Research Letters*, Vol. 68, Numb. 1, Pp. 58 – 73, USA.
- [65] Zhao, J., Zhang, J., Asano, A., Ohno, Y., Oouchi, T., et al (2006), "Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 96, No. 3, pp. 898 – 913, June 2006, doi: 10.1785/0120050122.
- [66] Silgado F., E., (1992). *Investigaciones de sismicidad histórica en la America del Sur en los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, Perú.
- [67] Dorbath L., Cisternas A., y Dorbath C., 1990, *Assessment of the Size of Large and Great Historical Earthquakes in Peru*, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 80, No. 3, pp. 551-576.
- [68] Okada, Y., 1985, *Surface Deformation Due to shear and Tensile Faults in Half-space*, *Bulletin Seismological Society of America*. Vol. 75, No. 4, 1135-1154.
- [69] N. Pulido, H. Tavera, H. Perfettini, M. Chlieh, Z. Aguilar, S. Aoi, S. Nakai, and F. Yamazaki, "Estimation of Slip Scenarios for Megathrust Earthquakes: A Case Study for Peru," in *Effects of Surface Geology on Seismic Motion*, pp. 1-6, 2011.
- [70] Kuroiwa J., *Reducción de Desastres, Viviendo en Armonía con la Naturaleza*, 2002.
- [71] Silgado F., E., (1992). *Investigaciones de sismicidad histórica en la America del Sur en los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, Peru.
- [72] Dorbath L., Cisternas A., y Dorbath C., 1990, *Assessment of the Size of Large and Great Historical Earthquakes in Peru*, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 80, No. 3, pp. 551-576.
- [73] Okada, Y., 1985, *Surface Deformation Due to shear and Tensile Faults in Half-space*, *Bulletin Seismological Society of America*. Vol. 75, No. 4, 1135-1154.
- [74] N. Pulido, H. Tavera, H. Perfettini, M. Chlieh, Z. Aguilar, S. Aoi, S. Nakai, and F. Yamazaki, "Estimation of Slip Scenarios for Megathrust Earthquakes: A Case Study for Peru," in *Effects of Surface Geology on Seismic Motion*, pp. 1-6, 2011.
- [75] *Disaster Research*, Vol.8, No.2, pp 274-284, 2013.
- [76] Kuroiwa J., *Reducción de Desastres, Viviendo en Armonía con la Naturaleza*, 2002.