

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



**MÉTODO SIMPLIFICADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA
VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL C.P "SAN MARTÍN" CON
APLICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

FERNANDO CAMPOS MARTÍNEZ

Lima- Perú

2012

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: ESTUDIOS BÁSICOS	
1.1.- ASPECTOS GENERALES	9
1.1.1.- Motivo del Proyecto	9
1.1.2.- Objetivo del Proyecto	10
1.1.3.- Justificación del Proyecto	10
1.1.4.- Descripción del Proyecto	12
1.2.- ASPECTOS TOPOGRÁFICOS	13
1.2.1.- Ubicación	13
1.2.2.- Información de la Zona	14
1.2.3.- Levantamiento Topográfico	19
1.3.- ASPECTOS SISMOLÓGICOS	20
1.3.1.- Conceptos Básicos	20
1.3.2.- Peligro Sísmico	22
1.3.3.- Vulnerabilidad Sísmica	23
1.3.4.- Riesgo Sísmico	24
CAPÍTULO II: CATASTRO URBANO Y CENSO POBLACIONAL	
2.1.- CATASTRO URBANO	26
2.1.1.- Las Fichas Catastrales	27
2.1.2.- Cuadros de Linderación y Empadronamiento	28
2.2.- CENSO POBLACIONAL	30
2.2.1.- El Censo Poblacional	30
2.2.2.- Las Fichas Censales	31
2.2.1.- Cuadros Socio – Económicos	31

CAPÍTULO III: USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1.- EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	33
3.1.1.- Marco Conceptual	33
3.1.2.- Funcionamiento	34
3.1.3.- El Futuro del SIG	35
3.2.- MAPAS TEMÁTICOS	36
3.2.1.- Los Mapas Temáticos	36
3.2.2.- Cuadro de Mapas Temáticos	36

CAPÍTULO IV: MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

4.1.- INTRODUCCIÓN	39
4.2.- FACTORES QUE INFLUYEN	39
4.3.- CLASIFICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	40
4.3.1.- Clasificación según Corsanero	41
4.3.2.- Clasificación según Dolce	41
4.3.3.- Clasificación según Kappos	41
4.4.- TIPOS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN SEGÚN KAPPOS 42	
4.4.1.- Métodos Empíricos	42
4.4.2.- Métodos Analíticos	43
4.4.3.- Métodos Experimentales	43
4.5.- EL MÉTODO BENEDETTI – PETRINI	43
4.5.1.- Introducción	43
4.5.2.- Metodología de Cálculo	45
4.5.3.- Parámetros Fundamentales	46
4.5.4.- Ventajas del Método	53

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL MÉTODO BENEDETTI – PETRINI

5.1.- INTRODUCCIÓN	55
5.2.- ADAPTACIÓN A LA NORMATIVIDAD PERUANA	56

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES	63
6.2.- RECOMENDACIONES	65

BIBLIOGRAFÍA	66
---------------------	-----------

ANEXOS	67
---------------	-----------

RESUMEN

El Perú se encuentra en una de las regiones de más alta actividad sísmica del planeta, conocida como “Cinturón de Fuego del Pacífico”, estando de esta manera expuesto a constantes desastres naturales que traen consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales.

Para tal efecto, es una necesidad efectuar estudios que permitan conocer la probabilidad de ocurrencia de sismos en nuestro país para poder planificar y mitigar los desastres que trae consigo; para ello, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica constituye el primer paso para lograr este objetivo y es nuestro tema a tratar.

Existen una variedad de metodologías y técnicas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras que pretenden establecer una medida de los daños producidos a causa de las intensidades del movimiento sísmico; estas metodologías han sido clasificadas por varios autores de acuerdo a diferentes factores y criterios.

La metodología adoptada en el presente estudio conocido como “Índice de Vulnerabilidad de Benedetti - Petrini” es la que mejor se adapta a obtener resultados a partir de visitas de campo y previa evaluación de 11 parámetros estructurales que de manera analítica mediante un promedio ponderado sirvan para tomar decisiones a las entidades gubernamentales sobre las zonas más vulnerables de sus dependencias, en este caso la evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando este método se ha efectuado para el C.P “San Martín”, ubicado en el Distrito de Végueta, Provincia de Huaura, Departamento de Lima; centro poblado que cuenta con 5 sectores, 14 manzanas y 136 lotes.

La principal problemática para efectuar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del centro poblado mediante el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini fue la desconfianza de los pobladores en dejarnos ingresar a sus lotes ante el temor de que las actividades realizadas fueran de fiscalización municipal, por lo que las visitas de campo tuvieron que hacerse varias veces.

Para tal efecto, se trató la problemática en tres etapas de campo; como primer trabajo de campo se desarrollo un catastro urbano al centro poblado para concientizar a los habitantes que el estudio es para tener datos con la finalidad de un saneamiento predial que sirva de información para sus futuros tramites de titulo de propiedad; como segundo trabajo de campo se desarrolló un censo poblacional para obtener información de sus necesidades humanas básicas para plantear alternativas de solución que mejorasen su nivel de vida y así aumentar la confianza hacia nuestro trabajo; y como tercer y ultimo trabajo de campo se realizó la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de absolutamente todos los lotes aplicando la metodología del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini.

Entre los principales aportes que hemos logrado obtener han sido las fichas catastrales y censales del centro poblado, la linderación de todos los lotes y empadronamiento de toda la población; cuadros estadísticos de su nivel de vida actual y sobre todo los mapas temáticos de vulnerabilidad de los diferentes sectores, manzanas y lotes del centro poblado para la toma de decisiones de la municipalidad distrital de Végueta.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Napa freática de la Zona	17
Cuadro 2: Calidad del Agua de la Zona	17
Cuadro 3: Conductividad eléctrica del agua de la Zona	18
Cuadro 4: Coliformes fecales en el agua de la Zona	18
Cuadro 5: Formato Toma de Medidas del Linderos de los Lotes	28
Cuadro 6: Empadronamiento del Sector 1	29
Cuadro 7: Empadronamiento del Sector 2, 3, 4 y 5	30
Cuadro 8: Formato usado para el censo poblacional	31
Cuadro 9: Análisis del Empleo	32
Cuadro 10: Análisis de la Alimentación	32
Cuadro 11: Análisis de la Salud	32
Cuadro 12: Análisis de la Educación	32
Cuadro 13: Análisis de la Vivienda	32
Cuadro 14: Análisis del Agua Potable	32
Cuadro 15: Análisis del Desague	32
Cuadro 16: Análisis de la Energía Eléctrica	32
Cuadro 17: Cuadro con los 11 parámetros del MIV	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Convenio firmado entre la UNI y la Municipalidad de Végueta	9
Figura 2: Reunión entre el alcalde Provincial de Huaura Santiago Cano con las autoridades de los centros poblados de Végueta	10
Figura 3: Visitas de campo al centro poblado "San Martín"	11
Figura 4: Evaluación del Índice de Vulnerabilidad del C.P "San Martín"	12
Figura 5: Vista Panorámica del C.P "San Martín"	13
Figura 6: Ubicación del distrito de Végueta	13
Figura 7: Ubicación de la provincia de Huaura	14
Figura 8: Clima de la Zona	14
Figura 9: Vientos de la Zona	15
Figura 10: Temperatura de la Zona	15
Figura 11: Geología y Suelos de la Zona	16
Figura 12: Hidrología de la Zona	16

Figura 13: Topografía existente antes del levantamiento (errónea)	19
Figura 14: Topografía obtenida mediante el uso de wincha (actual)	20
Figura 15: Foco y Epicentro cuando se produce un evento sísmico	21
Figura 16: Proceso Catastral en el C.P "San Martín"	26
Figura 17: Ficha Catastral Urbana	27
Figura 18: Sector 1	28
Figura 19: Sectores 2, 3, 4 y 5	29
Figura 20: Aplicación del SIG en el Catastro Urbano	33
Figura 21: Capas en el SIG	34
Figura 22: El Futuro del SIG	35
Figura 23: Mapa Temático por Uso	37
Figura 24: Mapa Temático por Material	37
Figura 25: Mapa Temático por Habitantes por Lote	38
Figura 26: Mapa Temático por Ingreso Mensual	38
Figura 27: Formula del Índice de Vulnerabilidad	46
Figura 28: Los 11 parámetros del MIV	46

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

C.P:	Centro Poblado
UNI:	Universidad Nacional de Ingeniería
SIG:	Sistema de Información Geográfica
MIV:	Método del Índice de Vulnerabilidad
UNDRO:	Office of the United Nations Disaster Relief co-Ordinator
LBS:	Servicios basados en Localización
GPS:	Geographic Position System
GNDT:	Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti
IV:	Índice de Vulnerabilidad
E-030:	Norma Peruana de Diseño Sismorresistente
M:	Magnitud del Sismo
D:	Distancia Epicentral
S:	Riesgo Específico
H:	Peligrosidad Sísmica
V:	Vulnerabilidad
R:	Riesgo

INTRODUCCIÓN

El interés de desarrollar un tema de vulnerabilidad, específicamente una metodología para evaluar el índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones, pasa por mostrar una alternativa práctica y simplificada de cómo mediante visitas de campo podemos tener datos que nos sirvan de referencia para evaluar las pérdidas esperadas durante futuros terremotos; aunque no es posible predecir con precisión cuando y dónde va a ocurrir un sismo, si es posible realizar estimaciones de cuantas víctimas y qué daños causará. Este tipo de evaluaciones permite dimensionar la magnitud del problema que tendrá que afrontar una ciudad o una región, razón por la cual este tipo de estudios se han convertido en ineludibles para la prevención de desastres.

El objetivo principal es presentar una metodología clara, concisa y bastante aproximada, que permita disponer de la mejor información para realizar un estudio completo de vulnerabilidad sísmica de ciudades. Así mismo, se desea mostrar la operatividad que se le puede proporcionar al MIV, pretendiendo constituirse en un referente para futuros proyectos de vulnerabilidad que adopten la misma línea metodológica.

El primer capítulo, son los estudios básicos del proyecto; en el se desarrollan los aspectos generales que abarcan la motivación del trabajo, sus objetivos y justificación así como una breve descripción general del proyecto; los aspectos topográficos del proyecto que abarca la ubicación de la zona de estudio, información general de la zona y la topografía propiamente dicha; finalmente tenemos los aspectos sismológicos que explican todo lo que se necesita saber para poder comprender los conceptos y fundamentos de sismología y vulnerabilidad.

El segundo capítulo, abarca lo referente al catastro urbano y censo poblacional realizados en diferentes fechas en el C.P, estos trabajos fueron visitas de campo realizadas en varias oportunidades con la finalidad de conocer datos necesarios que sirvan para el futuro saneamiento predial de la zona y conocer las carencias de sus habitantes; de esta manera se formó un vínculo con la población para posteriormente ingresar a todos los lotes para el estudio de vulnerabilidad.

El tercer capítulo, trata sobre el uso del SIG en el presente proyecto, hemos obtenido mapas temáticos tanto para los resultados brindados del catastro urbano y censo poblacional, así como mapas temáticos obtenidos de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los lotes.

El cuarto capítulo, menciona todos los métodos para la evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica, dando una explicación general del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini.

El quinto capítulo, muestra la aplicación del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini al C.P “San Martín”, aplicándolo a sus 5 sectores, 14 manzanas y 136 lotes.

El sexto y último capítulo, son las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

CAPÍTULO I: ESTUDIOS BÁSICOS

1.1.- ASPECTOS GENERALES

1.1.1.- Motivo del Proyecto



Figura 1: Convenio firmado entre la UNI y la Municipalidad de Végueta

Fuente: página web UNI

Dentro del marco legal del convenio firmado en el año 2011 entre la UNI y la Municipalidad de Végueta, Provincia de Huaura, Departamento de Lima, que involucra la realización de proyectos de Ingeniería Civil para los centros poblados de Végueta mediante el uso del SIG, surgió la motivación de realizar un estudio técnico que brinde un aporte a la sociedad y sirva como Informe de Suficiencia para el que suscribe poder obtener el Título de Ingeniero Civil.

Para tal efecto, el que suscribe propuso el tema: Método Simplificado para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del C.P “San Martín” con aplicación del SIG, el cual detalla en 6 capítulos, los temas necesarios para su buen entendimiento cuando sirva de material de consulta.

La motivación surge también, por concientizar a la población de que debemos estar preparados ante cualquier evento sísmico y de esta manera ser menos vulnerables para evitar la menor cantidad de daños posibles.

1.1.2.- Objetivo del Proyecto

El objetivo principal es presentar una metodología clara, concisa y bastante aproximada, que permita mostrar la operatividad que se le puede proporcionar al MIV, pretendiendo constituirse en un referente para futuros proyectos de vulnerabilidad que adopten la misma línea metodológica.



Figura 2: Reunión entre el alcalde Provincial de Huaura Santiago Cano con las autoridades de los centros poblados de Végueta

Fuente: página web Municipalidad de Végueta

Los objetivos secundarios son:

- ✓ Obtener mapas temáticos de vulnerabilidad del área urbana escogida con la asistencia de un SIG. Si bien el método es aplicado para un pequeño sector, dejar en claro que su uso en todo el Distrito y provincia de Huaura es factible y serviría como una herramienta para la prevención de Desastres y control del crecimiento urbano.
- ✓ Obtener mapas temáticos del nivel de vida de la población de acuerdo al análisis socio-económico del C.P mediante la aplicación del SIG.
- ✓ Obtener cuadros estadísticos y diagramas del Catastro Urbano y Censo Poblacional que sirvan de información para mejorar el nivel de vida del C.P en base a la satisfacción de las necesidades básicas humanas.

1.1.3.- Justificación del Proyecto

El Perú ha sufrido un sin número de episodios sísmicos, debido a que está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica, la cual se

denomina Anillo Circumpacífico por corresponder a los bordes del Océano Pacífico. La convergencia en territorio peruano de la placa de Nazca, y la placa Suramericana implica un emplazamiento tectónico complejo y la exposición a una serie de movimientos sísmicos que traen consigo la pérdida de vidas humanas y materiales.



Figura 3: Visitas de campo al centro poblado "San Martín"

Fuente: Propia del autor

El C.P "San Martín" está ubicado en la costa peruana, y por su localización le corresponde una calificación de Zona 3, siendo esta zona considerada con la mayor aceleración del terreno (0.4g). Además la ocurrencia de fuertes sismos en esta zona justifica el calificativo de zona de alta amenaza.

Las construcciones en el C.P "San Martín", no siguieron código alguno de construcción y añadiendo el dato que muchas de estas construcciones son precisamente las que sufren daños en sismos de gran magnitud, se hace necesaria establecer la vulnerabilidad de las estructuras para los diferentes sectores del centro poblado, tomando especial atención en las edificaciones de adobe y esteras, donde las construcciones son especialmente más vulnerables debido a los escasos recursos económicos y a la falta de dirección técnica.

Tomando las consideraciones anteriores el C.P "San Martín" constituye por su ubicación e historia un ejemplo clásico de invasiones urbanas, sin ninguna organización ni preocupación por su grado de seguridad.

1.1.4.- Descripción del Proyecto

El proyecto consiste básicamente en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del C.P "San Martín" de cada uno de los 138 lotes del centro poblado.



Figura 4: Evaluación del Índice de Vulnerabilidad del centro poblado "San Martín"

Fuente: Propia del autor

El proyecto también contiene la elaboración de un catastro urbano el cual brinde información suficiente para que los pobladores del C.P "San Martín" puedan iniciar sus tramites para obtener el titulo de propiedad de sus diferentes lotes en base a que la gran mayoría de ellos solo cuentan con certificados de posesión.

Para el desarrollo del presente Informe de Suficiencia se efectuaron los siguientes trabajos de campo y gabinete:

- ✓ La elaboración del catastro urbano de la zona
- ✓ La elaboración de un censo poblacional de la zona
- ✓ El levantamiento topográfico de la zona
- ✓ La evaluación del Índice de Vulnerabilidad de la zona
- ✓ El análisis y desarrollo del Informe de Suficiencia usando el SIG
- ✓ La elaboración e interpretación de mapas temáticos, cuadros, diagramas y gráficos estadísticos.

1.2.- ASPECTOS TOPOGRÁFICOS

1.2.1.- Ubicación

El C.P "San Martín" se encuentra ubicado en el distrito de Végueta, Provincia de Huaura, departamento de Lima.



Figura 5: Vista Panorámica del Centro Poblado "San Martín"
Fuente: página web Municipalidad de Végueta



Figura 6: Ubicación del distrito de Végueta
Fuente: página web Municipalidad de Végueta



Figura 7: Ubicación de la provincia de Huaura
Fuente: página web Municipalidad de Végueta

1.2.2.- Información de la Zona

Clima.- El clima dominante en la región es el subtropical desértico. Sin embargo, la ubicación geográfica de tal tipo de clima en esta región no coincide con lo que normalmente le corresponde, debido a la acción modificadora de la corriente de Humboldt, de aguas muy frías, que afecta a la temperatura de la franja costera, hasta unos 20 km. Tierra adentro, y hasta unos 500 m. de altura sobre el nivel del mar.



Figura 8: Clima de la Zona
Fuente: página web Municipalidad de Végueta

Vientos.- Prevalen cielos nublados casi constantes con alta humedad relativa durante los meses de junio a setiembre; además, la corriente de Humboldt afecta la dirección dominante de los vientos, los cuales corren de Sur oeste a Nor Este y

alcanzan velocidades mayores que en las pampas. La velocidad del viento durante el día varia de calma completa hasta unos 14.4 km/h a media mañana; hacia el mediodía alcanza velocidades de hasta 20 km/h e incluso ocurren momentos que llegan hasta unos 50 km/h.



Figura 9: Vientos de la Zona
Fuente: página web Municipalidad de Végueta

Temperatura.- La humedad relativa media mensual varia entre 89% para los meses de enero a marzo (verano) y de 91% en el resto de los meses en promedio. La precipitación pluvial en la zona es casi nula, solo alcanza unos 10mm anuales. La temperatura media mensual varia entre 20.4 C en el invierno y 22.0 C en el verano, con la menor irradiación solar en esta faja costera. Se ha registrado temperatura máxima media mensual de 25.8 C en marzo y la mínima media mensual de 17.3 C en julio.



Figura 10: Temperatura de la Zona
Fuente: página web Municipalidad de Végueta

Geología y Suelos.- En general los suelos del llamado Complejo de Végueta se componen de superficies con lomeríos de pendientes suaves que varían de 2 a 10

mt. Los estratos inferiores están formados por material volcánico parcialmente descompuesto. En las zonas de mayor pendiente las rocas se encuentran muy cerca de la superficie. El drenaje varía de bueno a pobre en las superficies cóncavas casi planas siendo excesivo en las convexas.



Figura 11: Geología y Suelos de la Zona
Fuente: página web Municipalidad de Végueta

Hidrología.- Los siguientes cuadros muestran el nivel freático, la calidad del agua, la conductividad eléctrica y los análisis microbiológicos del agua.



Figura 12: Hidrología de la Zona
Fuente: página web Municipalidad de Végueta

PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA
VALLE HUaura - 2005

Zona	Sector	Nivel freático (m)
I	Desagravio - Acarri	7.50 - 9.40
	Centrola	5.70 - 21.60
	Casa Vieja - Huanza	6.20 - 8.90
	El Sol	3.15 - 10.95
	Huanza	4.57 - 4.70
	Vicabrazan - Pampa Industria	3.61 - 34.54
	Chacaca	9.04
	San Luis Mito	1.33 - 4.70
	Medio Mundo	6.80 - 7.85
	AA HH San Martín	13.55 - 17.40
	Primavera	0.87 - 10.30
II	Cerro Colorado	4.40
	San José	7.50
	Calera de Carpan	0.86 - 3.69
	Jose Santos Chocoma - Hipólito Uaztan	17.92 - 17.98
	Av. Huachay - Bimestar	17.49 - 19.57
	Pampa de Animas - La Columna	1.05 - 2.80
	Centenario - El Milagro	2.22 - 8.37
	Vispan - Torna y Calle	9.78 - 20.70
	Guayabal - Zapata	6.06 - 8.09
	Independencia	13.95 - 24.37
	La Libertad - San Martín de Porres	6.94 - 34.66
III	Luzerna	7.65 - 7.69
	Uason Alto	4.30 - 9.80
	Agua Dulce	7.00 - 7.60
	Pampa Puzoso Sur	3.50 - 10.20
	Miramar - San Agustín de Pallas	3.24 - 6.05
	San Martín de Porres	3.90 - 4.40
	Rayabal	4.63 - 5.40
	Los Cafeteros	0.95 - 5.15
	El Aberrado	0.84 - 0.90
	La Merced	34.00 - 37.50
	La Villa	1.86 - 4.90
	Pampa Buena	29.69 - 32.00
	Los Marinos	3.34 - 12.10
	La Capillana	4.37
	Las Marías	6.48
	San Miguel	7.70 - 11.69
San Gerónimo	13.20	

Cuadro 1: Napa freática de la Zona

Fuente: Inventario y Monitoreo del Agua en el Valle Huaura, Ministerio de Agricultura, Perú

CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN LA C.E - ZONA I

Sectores	Rango de C.E (metros cm)	Calidad de las aguas subterráneas según Wilcox
Centrola	0.48 - 1.18	Buena a permisible
El Sol	0.51 - 1.01	Buena a permisible
Balconillo	1.00	Permisible
Acarri - Desagravio	1.01 - 1.05	Permisible
Chacaca	1.02	Permisible
Casa Vieja	0.52 - 1.18	Buena a permisible
Los Pinos - Huanza	0.38 - 0.52	Buena
Santa Eusebia - Huanza	0.43 - 0.46	Buena
Cáldera - Pampa Industria	0.52 - 1.18	Buena a permisible
Pampa del Cura	0.60 - 0.69	Buena
La Moraleja	0.51 - 0.52	Buena
Mazo	0.49 - 0.68	Buena
AA HH San Martín	0.79 - 0.96	Permisible
La Magrana - Cerro Colorado	0.53 - 0.76	Buena a permisible
Santa Cruz Alta	0.43 - 0.65	Buena
Medio Mundo - San José	0.38 - 1.32	Buena a permisible
Santa Isabel - La Periza	1.35 - 2.65	Permisible a Dudosa

Cuadro 2: Calidad del Agua de la Zona

Fuente: Inventario y Monitoreo del Agua en el Valle Huaura, Ministerio de Agricultura, Perú

CONDUCTIVIDADES ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO
VALLE HUaura - 2006

Zona	Sector	Conductividad eléctrica (microhm/cm)
I	Centinela	0.48 - 1.18
	El Sol	0.51 - 1.01
	Balconillo	1.00
	Acaray - Desagravio	1.05 - 1.01
	Chacaca	1.02
	Casa Vieja	0.52 - 1.18
	Los Pinos - Hunaya	0.38 - 0.52
	Santa Eusebia - Hunaya	0.43 - 0.46
	Caldera - Pampa Industria	0.52 - 1.18
	Pampa del Cura	0.60 - 0.99
	La Maralla	0.51 - 0.52
	Mazo	0.49 - 0.98
	AA. HH. San Martín	0.79 - 0.96
	La Maquina - Cerro Colorado	0.53 - 0.76
	Santa Cruz Alta	0.43 - 0.65
Medio Mundo - San José	0.38 - 1.32	
Santa Isabel - La Purita	1.35 - 2.65	
II	Carayon	0.58 - 1.08
	27 de Octubre	1.13
	Bienestar - Av. Huachay	0.52 - 0.68
	5 Esquinas - José Santos Chocano	0.48 - 0.61
	Héctor Ureña - San Martín	0.70 - 2.13
	La Palma - Parque Cano	1.03 - 1.35
	Pampas de Animas Bajo	0.46 - 1.49
	La Colmena - Pasaje Villazueva	0.49 - 1.33
	Virgen	0.57 - 0.80
	Av. Independencia	0.46 - 0.50
III	Umom Alta	0.50 - 0.81
	Agua Dulce	1.04 - 2.08
	Paraiso	1.32 - 4.77
	Paraiso Sur - Miramar	1.78 - 2.02
	Santa Anita - Luvio	0.41 - 0.54
	Rayabal - Cafetales	0.37 - 0.45
	La Merced - Paraiso	0.33 - 0.41
	San Miguel Bajo - La Villa	0.41 - 0.43
La Capulizaca - San Gerónimo	0.32 - 0.93	

Cuadro 3: Conductividad eléctrica del agua de la Zona
Fuente: Inventario y Monitoreo del Agua en el Valle Huaura, Ministerio de Agricultura, Perú

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS
AGUAS SUBTERRÁNEAS - VALLE HUaura 2006

Zona	Sector	DEHS N°	Coliformos Totales (NMP/ml y muestra)	Coliformos Focales (NMP/ml y muestra)	Agua Potable
I	Balconillo	12	3500	350	3
	Los Mazo	16	110	11	3
	Desagravio	17	13	61	3
	Chacaca	21	220	11	3
	3 de mayo	24	23	4	3
	Centinela	25	170	170	3
	Centinela	26	79	1.8	3
	San José	41	940	46	3
	Villabonara	47	790	1.8	3
	Maralla	66	17	17	3
	San Martín de Pinos	71	246	23	3
	Santa Isabel	102	33	1.8	3
II	Carayon	6	1.3	1.8	3
	San Martín	24	790	46	3
	La Purita	26	920	32	3
	Toma y Caza	44	200	15	3
	San Lorenzo	81	79	47	3
	San Martín	82	79	17	3
III	Urb. Elmorcho	3	63	15	3
	Los Cipreses	4	61	1.8	3
	Agua Dulce	9	350	33	3
	Asoc. Proval Casa Blanca	35	17	4	3
	9 de Octubre	125	1.8	1.8	3
	San Gerónimo	150	330	1.8	3
	Manco Capac	177	330	25	3
	San Miguel	180	210	110	3
San Andrés	185	140	68	3	

Cuadro 4: Coliformos fecales en el agua de la Zona
Fuente: Inventario y Monitoreo del Agua en el Valle Huaura, Ministerio de Agricultura, Perú

1.2.3.- Levantamiento Topográfico

Se procedió a buscar información topográfica existente, la cual era insuficiente y errónea, la topografía con que se contaba del C.P "San Martín" solo mostraba 6 manzanas, cuando en realidad cuenta en la actualidad con 14 manzanas y 136 lotes, por tal era totalmente errónea.

Durante las visitas de campo, se nos proporcionó un plano de lotización el cual también está errado ya que sus coordenadas no guardaban ninguna relación con lo que se encontraba en campo y no servía para ningún tipo de georeferenciación ni tampoco encajaban en las fotografías digitales.

Por tal, se procedió a medir todo el C.P "San Martín" en primera instancia mediante el uso de wincha, se midió en varias fechas todo el perímetro de cada uno de los 138 lotes para poder obtener un plano de lotización acorde a la realidad existente.

Se muestran los 5 sectores levantados con el uso de wincha, en total fueron levantados de esta manera 14 manzanas, haciendo un total de 138 lotes.



Figura 13: Topografía existente antes del levantamiento (errónea)
Fuente: pagina web Municipalidad de Végueta

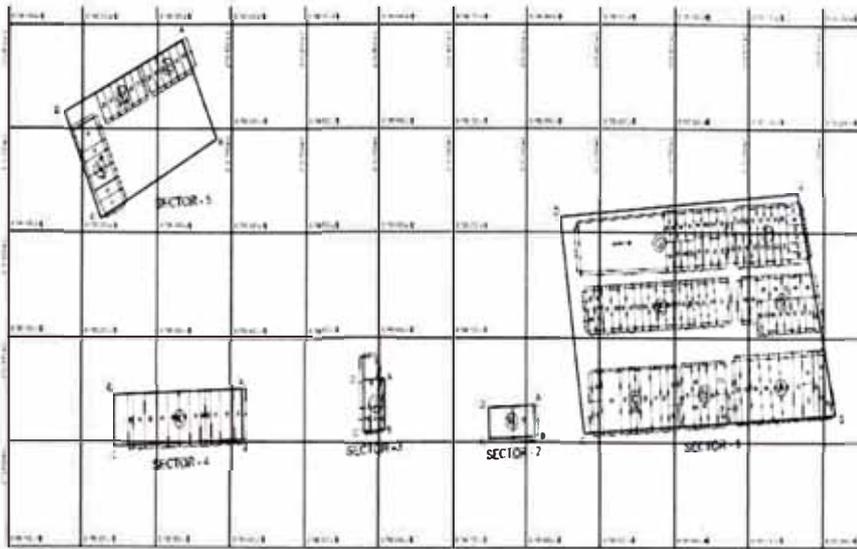


Figura 14: Topografía obtenida mediante el uso de wincha (actual)
Fuente: Propia del autor

En los anexos al presente Informe de Suficiencia se muestra el plano topográfico actualizado y georreferenciado.

1.3.- ASPECTOS SISMOLÓGICOS

1.3.1.- Conceptos Básicos

La aparente similitud de algunos términos involucrados en la ingeniería sísmica, más específicamente de aquellos que definen conceptos relacionados con el riesgo sísmico como son la peligrosidad y la vulnerabilidad, imponen la necesidad de una cuidadosa interpretación, ya que en el ámbito científico es conveniente llegar a un consenso general en cuanto a terminología se refiere con el objeto de mejorar el intercambio de información y facilitar de alguna forma el trabajo de los investigadores (Caicedo, 1994).

Una tentativa de estandarización de los términos relacionados con el riesgo debido a fenómenos naturales, que ha sido aceptada por muchos autores y publicada en diferentes artículos, es la propuesta por un grupo de expertos de la UNDRO (Office of the United Nations Disaster Relief co-Ordinator) (UNDRO, 1979). Las definiciones que se dan a continuación están basadas en dicha referencia, en la cual el concepto de riesgo y de sus partes constituyentes se expresa como una secuencia ordenada de términos interrelacionados entre sí, de la siguiente forma:



Figura 15: Foco y Epicentro cuando se produce un evento sísmico

Fuente: Ing. Gustavo Coronel, Caracas, Venezuela

Grado de pérdida: significa las consecuencias negativas que pueden producirse debido a la ocurrencia de un fenómeno natural. Estas consecuencias indeseables pueden ser, por ejemplo, las pérdidas de vida o de personas heridas, los daños materiales, la pérdida de funcionamiento del sistema productivo, etc. También a nivel estructural las consecuencias negativas pueden ser, por ejemplo, la disminución de la rigidez o de la capacidad de disipación de energía de los elementos estructurales.

Elementos en riesgo: son la población, edificios, obras públicas, actividades económicas, servicios públicos, utilidades, infraestructura, y otros, susceptibles de ser afectados por un fenómeno natural en un área determinada.

Peligrosidad natural: significa la probabilidad de ocurrencia, dentro de un periodo específico de tiempo y dentro de un área dada, de un fenómeno natural potencialmente dañino.

Vulnerabilidad: significa el grado de pérdida de un elemento en riesgo o de un conjunto de tales elementos resultante de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada. La vulnerabilidad puede expresarse en una escala desde 0 (sin daño) hasta 1 (colapso total) o en cualquier otra escala proporcional a ésta.

Riesgo específico: es la probabilidad esperada de pérdidas debidas a un fenómeno natural expresado como una función de la peligrosidad y de la vulnerabilidad.

Riesgo: es el grado esperado de pérdidas debidas a un fenómeno natural expresado como una función del riesgo específico y del valor de los elementos en riesgo.

Aunque la particularización de los anteriores conceptos para el caso del fenómeno sísmico requiere el conocimiento de otros conceptos más específicos, tales como grado de daño y funciones de vulnerabilidad, las anteriores definiciones han sido la base teórica de referencia para el desarrollo de los estudios de investigación que sobre el riesgo se han efectuado en la última década.

1.3.2.- Peligro Sísmico

El peligro sísmico representa la probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y dentro de un área dada, de un movimiento sísmico con una intensidad determinada. Los estudios de peligro sísmico tienen como objetivo estimar el movimiento del terreno en un lugar determinado, o proporcionar una evaluación del tamaño del sismo en la zona en estudio. El peligro sísmico describe los efectos provocados por movimientos sísmicos en el suelo de dicha zona. Tales como la aceleración, velocidad, desplazamiento del terreno o intensidad macrosísmica de la zona. Para evaluar estos efectos es necesario analizar los fenómenos que ocurren a partir de la emisión de las ondas sísmicas ocurridas en el foco mismo hasta que estas ondas sísmicas llegan a la zona de estudio.

La evaluación del peligro sísmico puede llevarse a cabo mediante dos tipos de métodos de cálculo; los deterministas y los probabilistas. Los métodos deterministas parten de los sismos registrados y evalúan los efectos de esos sismos sobre la localidad que se estudie. Para ello hacen uso de diversos criterios de mayoración (por ejemplo, desplazando epicentros dentro de ciertas regiones predeterminadas). Los métodos probabilísticos no utilizan directamente los sismos registrados, sino que esos datos sirven para establecer ciertas leyes de probabilidad de ocurrencia dentro de las regiones que se hayan establecido, dando lugar a modelos regionales de ocurrencia, para finalmente calcular las influencias de cada región sobre la localidad de estudio.

En la actualidad en el modelo simplificado, ampliamente usado a nivel internacional, debido a la incertidumbre y a lo difícil que es incluir todos los parámetros en el modelo, sólo se consideran las variables más significativas: la magnitud del sismo (M); las características locales del sitio en observación, y el decaimiento de las amplitudes de las ondas sísmicas con la distancia epicentral (D), basado principalmente en observaciones instrumentales efectuadas a

diferentes distancias, con lo cual quedan incluidas de manera implícita las características del medio a través del cual viajan las ondas sísmicas.

1.3.3.- Vulnerabilidad Sísmica

Para el caso particular del fenómeno sísmico, se define la vulnerabilidad de una estructura o grupo de estructuras como el grado de daño que resulta por la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad dada. (Caicedo, 1994).

La vulnerabilidad es una característica intrínseca de las estructuras, dependiente de la forma como hayan sido diseñadas pero independiente de la peligrosidad sísmica del sitio donde estén ubicadas. En otras palabras una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico.

Teóricamente, todo sistema constructivo susceptible de ser afectado por un terremoto puede ser objeto de un estudio sobre su vulnerabilidad. En la actualidad existen en la literatura estudios sobre la vulnerabilidad de algunos elementos en riesgo tales como: líneas vitales (por ejemplo: líneas de conducción de energía o agua), puentes, edificaciones, entre otros. Sin embargo, el problema de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica es tan complejo y extenso, que el presente estudio se ha limitado únicamente al estudio de edificaciones.

La importancia de los estudios de vulnerabilidad sísmica no reside únicamente en ser una parte indispensable para la determinación del riesgo sísmico, sino también en ser una herramienta clave para los planes de mitigación de desastres. Por ejemplo, una entidad del gobierno puede estar interesada en conocer la condición actual de las edificaciones de una ciudad, con el objeto de prever anticipadamente las consecuencias negativas (económicas y sociales) que la ocurrencia de un sismo de una determinada magnitud puede generar en la zona, y de esta forma determinar las medidas necesarias para su mitigación. También puede interesar un análisis de costo-beneficio en el que comparen el costo para el reforzamiento de las estructuras más precarias, contra el costo de la reconstrucción de las mismas, luego de ocurrido el terremoto (Caicedo, 1993).

En principio la evaluación de la vulnerabilidad puede venir del análisis mediante modelos numéricos del daño sísmico de estructuras, de la inspección de edificios existentes, o de pruebas en el laboratorio. Es aquí donde se hace necesario distinguir entre la vulnerabilidad observada, que significa la vulnerabilidad que ha sido derivada de la observación de los daños posteriores a un terremoto y del análisis estadístico de los mismos para algún tipo definido de estructura, y la vulnerabilidad calculada, que significa la vulnerabilidad que ha sido derivada de un análisis matemático mediante un modelo estructural o mediante ensayos en el laboratorio de modelos reducidos y cuyos resultados han sido expresados en términos probabilísticos.

1.3.4.- Riesgo Sísmico

Para el caso particular del fenómeno sísmico las definiciones que se consideran más completas son las siguientes (UNDRO, 1982):

Riesgo específico: es una función que expresa la probabilidad de que un elemento o grupo de elementos en riesgo sufra varios grados de daño durante un período de tiempo dado. El riesgo específico depende de la vulnerabilidad de los elementos en riesgo y de la peligrosidad sísmica del sitio donde este elemento se encuentre.

Riesgo: es una función que expresa el grado esperado de pérdida de un elemento o grupo de elementos en riesgo, durante un período de tiempo dado. El riesgo depende del riesgo específico y del valor económico o social del elemento en riesgo.

Desde el punto de vista del cálculo del riesgo se define el riesgo específico (S) como la convolución entre las probabilidades de ocurrencia de todas las intensidades posibles para el movimiento del terreno, es decir de la peligrosidad sísmica (H), con la vulnerabilidad (V) correspondiente a cada una de dichas intensidades y por lo tanto, el riesgo (R) se puede definir como la convolución entre la peligrosidad, la vulnerabilidad y los elementos en riesgo (E). De esta forma las expresiones generales para el riesgo específico y para el riesgo son:

$$S = H \times V \quad (1)$$

$$R = S \times E \quad (2)$$

La particularidad de las ecuaciones (1) y (2) depende de la forma como se expresan las escalas de vulnerabilidad y de peligrosidad sísmica en los diferentes métodos existentes, por lo que dichas expresiones son las más generales que se pueden escribir.

Además de lo anterior se puede afirmar que todas las definiciones dadas siguen siendo válidas para cualquier tipo de metodología y para cualquier clase de fenómeno natural.

CAPÍTULO II: CATASTRO URBANO Y CENSO POBLACIONAL

2.1.- CATASTRO URBANO



Figura 16: Proceso Catastral en el C.P "San Martín"

Fuente: Propia del autor

La palabra Catastro es una derivación del latín "Capitastrum", contracción de "Capitum Registrum", cuyo significado más simple es el Registro Per Cápita de unidades territoriales. Actualmente el concepto de Catastro se ha ampliado para construir los Sistemas de Información y Gestión Catastral, en el cual se considera todo tipo de información relacionado al territorio, con propósito multifinalitario.

En el art. 16 de la Resolución Ministerial N° 155 – 2006 emitida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del 13 de junio de 2006 se define al catastro como el inventario físico contenido en una jurisdicción territorial, sea urbana o rural, y lo inventariado puede ser físico natural o artificial, como son árboles, postes de alumbrado eléctrico, terrenos sin construir, predios bosques, lagos, vías, etc. El catastro toma información que cualifica o caracteriza cada registro físico de manera física, legal, fiscal y económica.

El catastro puede adquirir una denominación complementaria, que especifica el tipo de dato catastrado o el uso principal del dato: Catastro Urbano Predial, Catastro Rural de Recursos Naturales, Catastro Urbano Registral, Catastro Rural Agrícola, Catastro Urbano de Monumentos Históricos, Catastro de áreas de riesgo y vulnerabilidad, etc.

El catastro urbano es el inventario de los bienes inmuebles, infraestructura y mobiliario urbano de una ciudad, debidamente clasificado en sus aspectos físicos, legales, fiscales y económicos. El catastro urbano está conformado por los Componentes Catastrales Urbanos (C.C.U) o los Componentes Catastrales Prediales (C.C.P).

2.1.1.- Las Fichas Catastrales

El Catastro Urbano fue de la mano con la lotización, para el catastro urbano se llenaron fichas catastrales las cuales se adjuntan en los anexos al presente Informe de Suficiencia, se entrevisto a cada representante de cada familia de cada lote para obtener los datos básicos de cada familia y se midió todo el perímetro de cada vivienda.

Líneas abajo, se muestra el tipo de ficha catastral empleado en nuestras visitas de campo, el objetivo del llenado de estas fichas es establecer un vinculo de confianza con los pobladores del C.P "San Martín" para en los siguientes trabajos de campo nos pudieran dejar ingresar a sus respectivos lotes para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

The image displays two examples of 'Ficha Catastral Urbana Individual' forms. The form on the left is titled 'FICHA CATASTRAL URBANA INDIVIDUAL' and includes a 'Código de Ficha' field. It is divided into several sections: 'ESQUEMA DESENVOLUPADO PROVISIONAL' and 'LINDERO DESENVOLUPADO SUBSISTENTE'. Below these are sections for 'DESCRIPCIÓN DEL TERRENO CATASTRAL', 'DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DE CONSTRUCCIÓN', and 'DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DE CONSTRUCCIÓN'. The form on the right is a similar form with a grid structure for data entry, also containing sections for 'DESCRIPCIÓN DEL TERRENO CATASTRAL' and 'DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DE CONSTRUCCIÓN'. Both forms are filled with handwritten data and color-coded cells (blue, yellow, red).

Figura 17: Ficha Catastral Urbana
Fuente: Ing. Bill Peña, Perú

2.1.2.- Cuadros de Linderación y Empadronamiento

La linderación se realizó durante el levantamiento catastral y se ejecutó en varias fechas, ya que muchos de los habitantes del C.P no se encontraban en sus viviendas.

Líneas abajo se muestra el formato para la toma de medidas del perímetro de las viviendas, para al final tener un resumen de los datos obtenidos de las medidas con wincha y de la información personal del representante de cada familia entrevistada.

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional



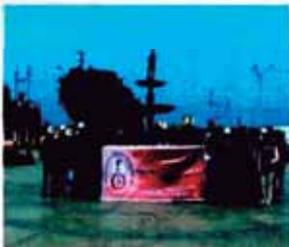
Ubicación:

A.A.M.C.:

Sector:

Marcas:

#Lotes:



Levantamiento Catastral									
Lote	Nombre del Entrevistado	DNI	Característica de la Edificación	Área Construida	Área del Lote	Por la Derecha	Por la Izquierda	Frontera	Posterior
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Cuadro 5: Formato Toma de Medidas del Linderos de los Lotes
Fuente: Propia del autor

✓ Empadronamiento del Sector 1

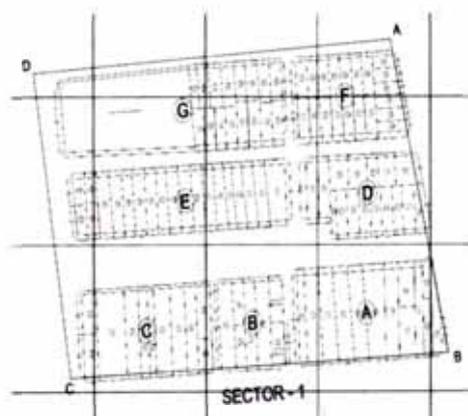


Figura 18: Sector 1
Fuente: Propia del autor

UBICACIÓN DEL LOTE			DATOS PERSONALES DEL EMPADRONADO			DATOS DEL LOTE				
NP Lote	Sector	Manzana	Lote	Nombre del Empadronado	DNI	Lado Derecho del Lote (m)	Lado Izquierdo del Lote (m)	Lado Frontal del Lote (m)	Lado Posterior del Lote (m)	Área Total del Lote (m ²)
1	1	A	1	Coral García Mandilla	15765049	57,00	57,00	14,00	14,00	798,00
2	1	A	2	Delfino Mandilla Merengido	15720122	57,00	57,00	14,00	14,00	798,00
3	1	A	3	Martín Bayas Horna	15715491	57,00	57,00	14,00	13,45	766,65
4	1	A	4			57,00	57,00	13,10	13,40	763,80
5	1	A	5	Erfrilano Mandilla Merengido	10261252	57,00	57,00	14,90	14,44	823,08
6	1	A	6	Mariana Méndez González	15718261	57,00	57,00	12,35	12,00	684,00
7	1	A	7	Julio Barzaga Castillo	15717025	30,70	30,70	14,35	14,50	445,15
8	1	A	7	Fior Barzaga Herrera	15720890	26,30	26,30	14,68	14,50	381,35
9	1	A	8	Martín Herrera Cisneros	15715415	57,00	57,00	7,47	7,21	410,97
10	1	A	9	Jose Inga Zegarra	05385773	37,37	38,10	7,23	7,18	273,56
11	1	A	10	Rilanca Gramados Apaña	41198088	15,70	15,70	7,05	7,18	112,73
12	1	A	11	Capilla		18,61	18,00	9,00	8,76	157,68
13	1	A	12	Marta Morales Arana	40028709	56,00	56,00	6,65	6,42	259,52
14	1	B	1	Concepción Calero Lara	15716299	57,00	57,00	13,40	13,18	751,26
15	1	B	2	Martín Trujillo Ariza	80308355	57,00	57,00	9,10	10,25	584,25
16	1	B	3			57,00	57,00	10,20	10,00	570,00
17	1	B	4	Asirio Lázaro Espinoza	15716406	57,00	57,00	12,50	12,70	723,90
18	1	B	5	Plata Medica		57,00	57,00	12,65	12,60	718,20
19	1	C	1	Carmen Huayan Serna	08580576	29,78	29,78	12,80	13,00	387,14
20	1	C	2	Felipa Castro Fuenzalida	15718502	56,00	56,00	25,13	25,80	1.444,80
21	1	C	3	Epifanio Rayos Bertrich	15717422	56,00	56,00	12,53	12,54	702,24
22	1	C	4	Dario Ortega Silfuentes	15652980	56,00	56,00	7,96	7,96	445,76
23	1	C	5	Benedicto Calderón Barrios	15715285	56,00	56,00	5,70	5,70	319,20
24	1	C	6	Nancy Morales Bertrich		56,00	56,00	14,45	14,45	809,20
25	1	C	7	Victor Lázaro Obachero	15715393	96,00	56,00	13,10	13,10	733,60
26	1	C	8	Isidoro Ortiz Ventura	15718849	56,00	56,00	10,00	10,00	560,00
27	1	C	9	Micaforo Ventura Espinoza		36,00	36,00	13,00	13,00	468,00
28	1	C	10	Jaime Ortiz Ventura	15714568	20,00	20,00	13,00	13,00	260,00
29	1	C	12	Clara Serna Medina	0890434	27,00	27,00	13,00	13,00	351,00
30	1	D	1	Teodoro Rodríguez Escobedo	15714628	30,00	30,00	11,00	11,00	330,00
31	1	D	2	Jose Flores Flores	15718017	30,00	29,60	8,60	8,60	254,56
32	1	D	3	Dionisio González Silfuentes	15714866	30,00	30,00	10,20	10,20	306,00
33	1	D	4	Orlando Leyva Villanueva	15642102	30,00	30,00	9,80	9,80	294,00
34	1	D	5	Gloria Villanueva Aparicio		30,00	30,00	10,00	10,00	300,00
35	1	D	6	Rosa Lenín Villanueva	15596158	30,00	30,00	11,00	11,00	330,00
36	1	D	7	Teresa Chávez Tamara	80286360	30,00	30,00	9,42	9,42	282,60
37	1	D	8	Angel Vigo Ruiz		30,00	30,00	5,13	5,13	153,90
38	1	D	9	Emiliano Vigo Trujillo	15720829	38,10	38,10	10,55	10,55	401,96
39	1	D	10	Local Comercial		21,00	21,00	10,00	10,00	210,00
40	1	D	11	Edgar Carrones Araya	31765273	21,00	21,00	16,90	16,90	354,90
41	1	D	12	Jose Carrones Araya	30765257	21,00	21,00	17,00	17,00	357,00
42	1	D	13	Lorena González Campos	15757568	21,00	21,00	7,20	7,20	151,20
43	1	D	14	Javier Martilla Méndez	15718562	21,00	21,00	15,60	15,60	327,60
44	1	D	15	Prospero Aquino Luna	15720484	21,00	21,00	15,10	15,10	317,10
45	1	D	16	Melisa Herrera Mandilla	41478844	21,00	21,00	8,60	8,60	180,60
46	1	E	1	Martín Romero Salazar	15716177	39,00	39,00	15,70	15,80	608,40
47	1	E	2	Martín Vigo Huertas	15716888	39,00	39,00	10,60	10,55	411,45
48	1	E	3	Lidia Rivera Ariza	15706167	39,00	39,00	9,90	10,10	393,90
49	1	E	4			39,00	39,00	9,45	8,86	345,54
50	1	E	5	Aguilino Matigalejo Teodoro	15715241	39,00	39,00	7,50	7,90	292,50
51	1	E	6	Victoria Anís Tinoco	33640814	39,00	39,00	10,00	10,00	390,00
52	1	E	7	Melody de Tolentino Díaz	15548524	39,00	39,00	10,00	10,00	390,00
53	1	E	8			39,00	39,00	10,30	10,30	401,70
54	1	E	9	Rosita Villalosa Ruediger	15717468	39,00	39,00	11,18	11,18	436,02
55	1	E	10	Romulo Cuenca Espinoza	15542224	39,00	39,00	10,75	10,75	419,25
56	1	E	11			39,00	39,00	10,11	10,11	394,29
57	1	E	12	Cecilia Lázaro Paredes	15738613	39,00	39,00	10,00	10,00	390,00
58	1	E	13			39,00	39,00	10,26	10,26	400,14
59	1	E	14	Eugenio Gerónimo Rosales	22879784	39,00	39,00	9,75	9,75	380,25

Cuadro 6: Empadronamiento del Sector 1
Fuente: Propia del autor

✓ Empadronamiento del Sector 2, 3, 4 y 5

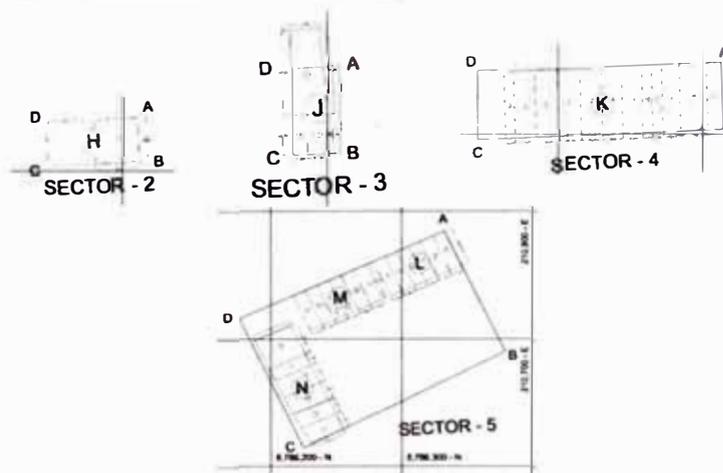


Figura 19: Sectores 2, 3, 4 y 5
Fuente: Propia del autor

DATOS DEL LOTE				DATOS PERSONALES DEL EMPADRONADO			DATOS DEL LOTE				
SP Lote	Sector	Manzana	Lote	Nombre del Empadronado	DNI	Lote Otorgado del Lote (m ²)	Lote Inicial del Lote (m ²)	Lote Final del Lote (m ²)	Lote Posterior del Lote (m ²)	Area Total del Lote (m ²)	
200	2	H	1			20,00	20,00	10,00	10,00	200,00	
200	2	H	2			20,00	20,00	10,00	10,00	200,00	
204	2	H	3			20,00	20,00	10,00	10,00	200,00	
200	2	H	4	Zacarias Martin Colla Perez	15715725	131,20	30,00	30,00	29,70	491,00	
200	3	I	1			22,16	22,16	11,90	11,90	263,59	
200	3	J	2	Zacarias Inga Argueta	15557753	22,16	22,16	8,30	8,30	183,85	
200	3	J	3			47,60	47,60	16,00	20,20	463,56	
200	4	H	1-A			48,40	48,40	10,50	10,50	520,20	
210	4	H	1-B			48,40	48,40	18,95	18,95	917,18	
211	4	H	2	Armando Pora Ochoa	15717139	48,40	48,40	12,40	12,40	620,16	
212	4	H	3-A			48,40	48,40	7,10	7,10	343,64	
213	4	H	3-B	Jesus Evangelina Huamani	15717127	48,40	48,40	6,80	6,80	329,12	
214	4	H	4			48,40	48,40	14,00	14,00	677,60	
215	4	H	5			48,40	48,40	14,00	14,00	677,60	
216	4	H	6			48,40	48,40	15,80	15,80	776,00	
217	4	H	7			48,40	48,40	15,10	15,10	730,04	
218	4	H	8			48,40	48,40	15,80	15,80	755,04	
219	4	H	9			48,40	48,40	15,40	15,40	745,36	
220	4	H	10	Ruth Jacobina Zúñiga Chino	42721879	48,40	48,40	6,70	6,70	304,28	
221	5	L	1	Amalio Anlio Alayo	15716729	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
222	5	L	2	Osvaldo Anlio Alayo	42609883	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
223	5	L	3	Osvaldo Anlio Alayo	15602883	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
224	5	L	4	Santos Augusto Marañón Huanca	15075072	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
225	5	L	5	Alfonso Aguirre Anlio Chavez	15716792	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
226	5	L	6	Ernesto Anlio Alayo	15261776	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
227	5	M	1	Indio Cesar Reyes Idanilla	45291214	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
228	5	M	2	Santos Anlio Reyes Idanilla	15717437	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
229	5	M	3	Manuel Alejandro Reyes Idanilla	42609425	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
230	5	M	4	Miguel Inocencio Gonzalez Argueta	15716249	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
231	5	M	5	Santos Jeronimo Vare Rodriguez	42609304	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
232	5	M	6			30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
233	5	M	1			30,00	30,00	12,00	12,00	378,00	
234	5	M	2			30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
235	5	M	3			30,00	30,00	15,00	15,00	450,00	
236	5	M	4	Anlio Celesto Ochoa	15200850	30,00	30,00	10,00	10,00	300,00	
237	5	M	5			30,00	30,00	25,00	25,00	750,00	
238	5	M	6	Miguel Chamorro Frattini		27,00	30,00	13,60	13,60	387,60	

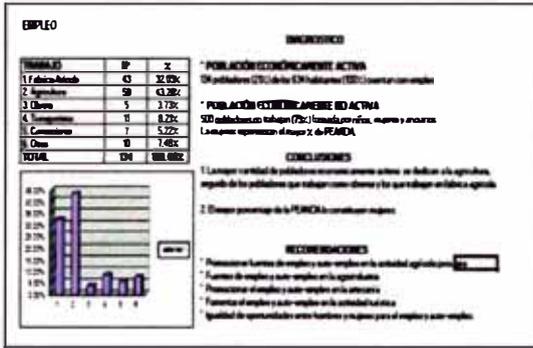
Cuadro 7: Empadronamiento del Sector 2, 3, 4 y 5
Fuente: Propia del autor

2.2.- CENSO POBLACIONAL

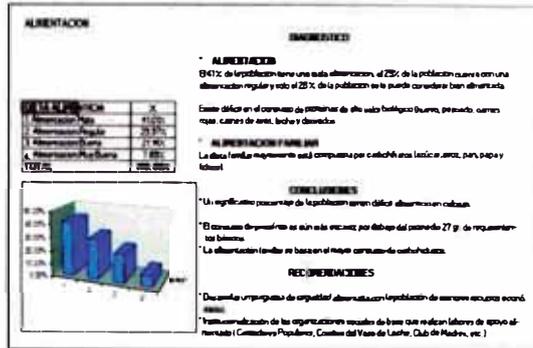
2.2.1.- El Censo Poblacional

El Censo Poblacional es uno de los casos particulares de censo pero, al mismo tiempo, uno de los más comunes, es el denominado censo de población, en el cual el objetivo es determinar el número de personas que componen un grupo, normalmente un país o una nación. En este caso, la población estadística comprendería a los componentes o habitantes del grupo, país o nación. Se busca calcular el número de habitantes de un país de territorio delimitado, correspondiente a un momento o período dado, pero se aprovecha igualmente para obtener una serie de datos demográficos, económicos y sociales relativos a esos habitantes, consideradas desde un punto de vista cuantitativo. Es la fuente primaria de las estadísticas básicas de población que son necesarias para fines gubernamentales y aspectos de planificación económica y social.

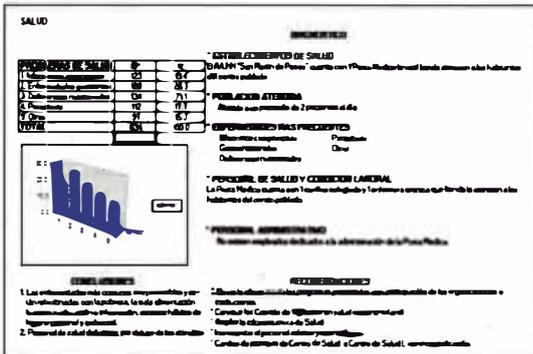
Se analizaron las necesidades básicas, obteniendo los resultados siguientes:



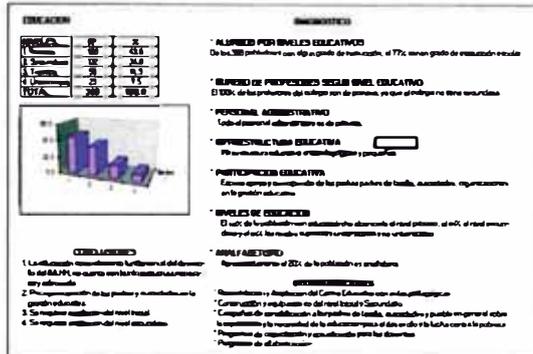
Cuadro 9: Análisis del Empleo
Fuente: Propia del autor



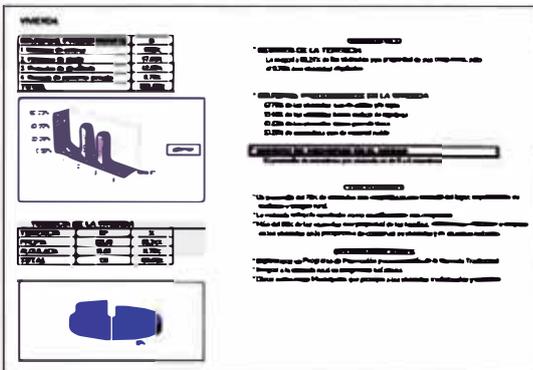
Cuadro 10: Análisis de la Alimentación
Fuente: Propia del autor



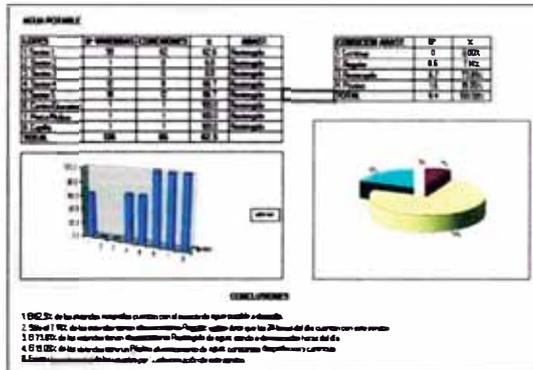
Cuadro 11: Análisis de la Salud
Fuente: Propia del autor



Cuadro 12: Análisis de la Educación
Fuente: Propia del autor



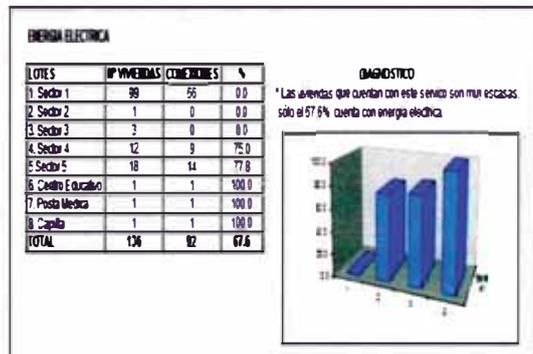
Cuadro 13: Análisis de la Vivienda
Fuente: Propia del autor



Cuadro 14: Análisis del Agua Potable
Fuente: Propia del autor



Cuadro 15: Análisis del Desague
Fuente: Propia del autor



Cuadro 16: Análisis de la Energía Eléctrica
Fuente: Propia del autor

CAPÍTULO III: USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1.- EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1.1.- Marco Conceptual

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

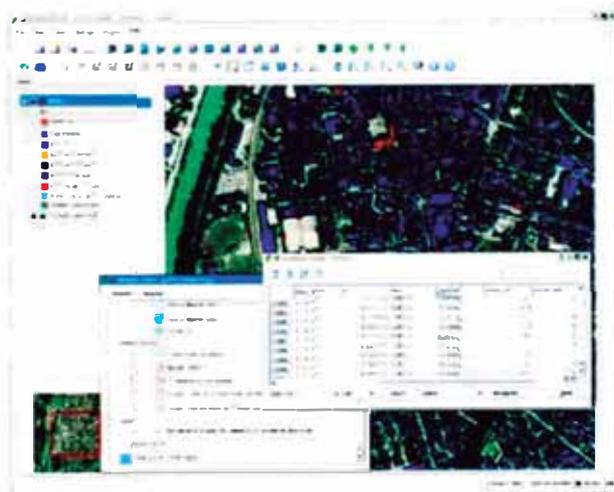


Figura 20: Aplicación del SIG en el Catastro Urbano

Fuente: página web Wikipedia

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por

nombrar unos pocos. Por ejemplo, un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, el SIG puede ser usado para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia.

3.1.2.- Funcionamiento

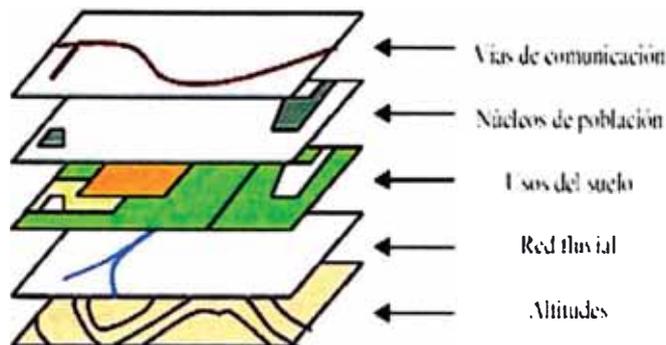


Figura 21: Capas en el SIG

Fuente: página web Wikipedia

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no se podría obtener de otra forma.

Las principales características que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

- ✓ **Localización:** preguntar por las características de un lugar concreto.
- ✓ **Condición:** el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- ✓ **Tendencia:** comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- ✓ **Rutas:** cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- ✓ **Pautas:** detección de pautas espaciales.
- ✓ **Modelos:** generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátiles, el campo de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.

3.1.3.- El Futuro del SIG

Muchas disciplinas se han beneficiado de la tecnología subyacente en los SIG. El activo mercado de los Sistemas de Información Geográfica se ha traducido en una reducción de costes y mejoras continuas en los componentes de hardware y software de los sistemas. Esto ha provocado que el uso de esta tecnología haya sido asimilada por universidades, gobiernos, empresas e instituciones que lo han aplicado a sectores como los bienes raíces, la salud pública, la criminología, la defensa nacional, el desarrollo sostenible, los recursos naturales, la arqueología, la ordenación del territorio, el urbanismo, el transporte, la sociología o la logística.



Figura 22: El Futuro del SIG

Fuente: página web Wikipedia

En la actualidad los SIG están teniendo una fuerte implantación en los llamados Servicios Basados en la Localización (LBS) debido al abaratamiento y masificación de la tecnología GPS integrada en dispositivos móviles de consumo (teléfonos móviles, PDAs, ordenadores portátiles). Los LBS permiten a los dispositivos móviles con GPS mostrar su ubicación respecto a puntos de interés fijos (restaurantes, gasolineras, cajeros, hidrantes, etc. más cercanos), móviles (amigos, hijos, autobuses, coches de policía) o para transmitir su posición a un servidor central para su visualización u otro tipo de tratamiento.

3.2.- MAPAS TEMÁTICOS

3.2.1.- Los Mapas Temáticos

Los mapas temáticos están basados en mapas topográficos que representan cualquier fenómeno geográfico de la superficie terrestre. Persiguen objetivos bien definidos. Hacen referencia a la representación de ciertas características de distribución, relación, densidad o regionalización de objetos reales (vegetación, suelos, geología, etc.), o de conceptos abstractos (indicadores de violencia, de desarrollo económico, de calidad de vida, etc.). Para representar variables numéricas utilizan todo tipo de recursos visuales, como superficies de distintos colores o tramas (coropletas), flechas para indican el movimiento de un fenómeno (flujos -a veces tienen un grosor proporcional a su magnitud), el trazado de líneas que unen puntos de igual valor (isolíneas), círculos o símbolos de tamaño proporcional al valor numérico, o incluso mapas deformados para que cada unidad geográfica se represente con un tamaño proporcional a su valor numérico (cartogramas o mapas anamórficos).

3.2.2.- Cuadro de Mapas Temáticos

A continuación se presentan algunos de los mapas temáticos obtenidos para el C.P "San Martín" luego de efectuado el Catastro Urbano y Censo Poblacional.

Estos también se encuentran en los anexos al presente Informe de Suficiencia.

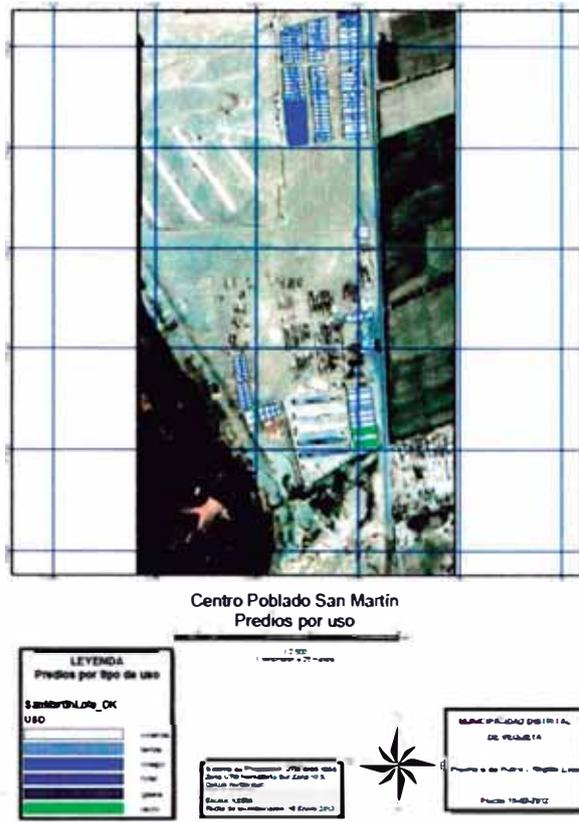


Figura 23: Mapa Temático por Uso
 Fuente: Propia del autor

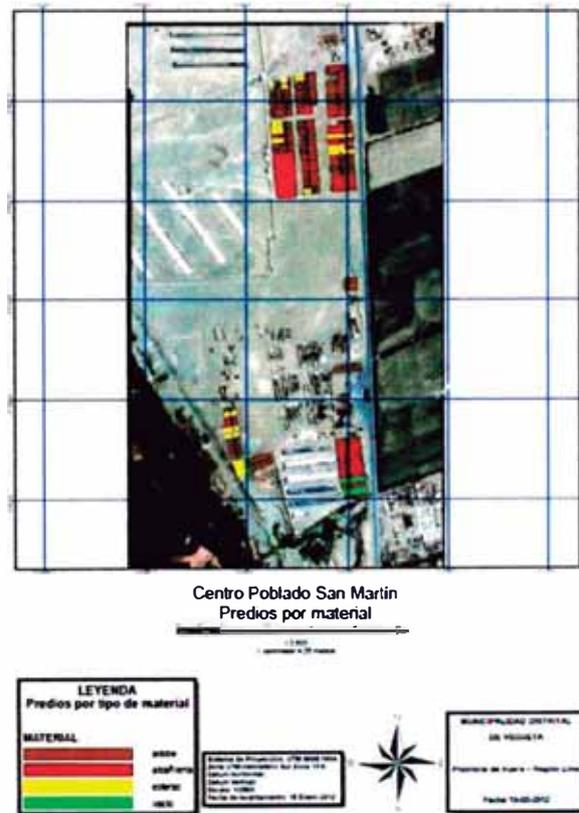


Figura 24: Mapa Temático por Material
 Fuente: Propia del autor

CAPÍTULO IV: MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

4.1.- INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Sandi, 1986). La definición de la naturaleza y alcance de un estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. La afectación o daño depende de la acción sísmica y de la capacidad sismorresistente de la estructura, de manera que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica está necesariamente vinculada a la manera como se definen la acción y el daño sísmico,

Este capítulo centra su atención en todos aquellos aspectos relativos a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica con énfasis en las diferentes metodologías de evaluación y los parámetros característicos empleados para describir la acción y el daño, profundizando el concepto de daño físico directo y su cuantificación a través de los llamados estados de daño ó índices de daño. Como objetivo principal, este capítulo pretende describir las diferentes estrategias utilizadas para la cuantificación de la vulnerabilidad sísmica, tanto en términos relativos (clases de vulnerabilidad e índices de vulnerabilidad), como en términos absolutos (matrices de probabilidad de daño, funciones de vulnerabilidad y curvas de fragilidad). La diferenciación entre técnicas relativas y absolutas se refieren a que las primeras no permiten de manera directa estimar los daños esperados para un nivel de acción determinada, sino que permiten calificar de manera relativa la mayor o menor predisposición de una estructura a sufrir daño, mientras que las segundas conducen a relaciones explícitas que permiten estimar de manera directa los daños esperados para los diferentes niveles de la acción sísmica.

4.2.- FACTORES QUE INFLUYEN

Existen una variedad de metodologías y técnicas propuestas por diferentes autores para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de diferentes tipos de instalaciones (Caicedo et al., 1994). Estas técnicas de evaluación dependen principalmente de los siguientes factores:

- ✓ Naturaleza y objetivo del estudio
- ✓ Información disponible
- ✓ Características del elemento que se pretende estudiar
- ✓ Metodología de evaluación empleada
- ✓ Resultado esperado
- ✓ Destinatario de esta información

4.3.- CLASIFICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS

La selección de una determinada metodología está íntimamente relacionada con la escala del análisis y las características de los elementos bajo estudio; así por ejemplo, el estudio del riesgo sísmico de elementos particulares o aislados como edificios, puentes, presas, etc., generalmente se basa en evaluaciones deterministas de la vulnerabilidad, mientras que el estudio del riesgo sísmico de sistemas territoriales o categorías de elementos como tipos de edificios, líneas vitales, etc., generalmente se basa en enfoques probabilistas que permiten aplicaciones regionales del modelo a diferentes escalas, con la ventaja adicional, que pueden organizarse y tratarse con sistemas de información geográfica.

La medida que se emplee en el estudio depende del modelo adoptado y puede estar orientado a cuantificar los efectos sobre la población, los daños en las edificaciones, la afectación de los sistemas, etc. Estos efectos normalmente se expresan en parámetros monetarios. Entre los principales usuarios de estos estudios destacan por una parte, las autoridades públicas, regionales o locales, interesadas en conocer la relación costo/beneficio asociadas al nivel de riesgo implícito en la adopción de políticas de inversión, impuestos, leyes, ordenación y planificación del territorio, y por la otra, los organismos de protección civil y de seguridad social, a quienes interesa conocer los niveles de riesgo existente en sus instalaciones, las pérdidas posibles debidas a un sismo, definir la necesidad intervención o reforzamiento, gestionar recursos, trazar planes de emergencia, etc.

Todas estas condicionantes, han motivado a algunos investigadores a proponer diversos esquemas de clasificación como un esfuerzo para tratar de canalizar o sistematizar las diferentes metodologías propuestas, que en resumida cuenta tienen como objetivo general, predecir el daño debido a un sismo con la menor incertidumbre posible.

4.3.1.- Clasificación según Corsanero

En cuanto a las técnicas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, una de las clasificaciones más reconocida y completa se debe a Corsanero y Petrini (1990), quienes las agrupan en función del tipo de resultado que producen como: Técnicas Directas; permiten predecir directamente y en una sola etapa, el daño causado para un sismo. Destacan en este grupo los llamados métodos tipológicos y los métodos mecánicos. Técnicas Indirectas; determinan un índice de vulnerabilidad como primer paso, para luego relacionar el daño con la intensidad sísmica. Técnicas Convencionales; introducen un índice de vulnerabilidad independientemente de la predicción del daño. Se usan básicamente para comparar la vulnerabilidad relativa de diferentes construcciones ubicadas en áreas de igual sismicidad. Técnicas Híbridas; combinan elementos de los métodos descritos anteriormente con juicios de los expertos.

4.3.2.- Clasificación según Dolce

Sobre la base de esta clasificación, Dolce, M. (1994) propone un nuevo criterio de clasificación producto de examinar separadamente las etapas fundamentales que comprende un análisis de vulnerabilidad. Considera tres tipos de métodos: Métodos Estadísticos; basados en un análisis estadístico de las construcciones, caracterizadas por los datos de entrada. Métodos Mecánicos; en los cuales se estudian los principales parámetros que gobiernan el comportamiento dinámico de las estructuras como por ejemplo; deriva de piso, ductilidad, etc. Métodos basados en Juicios de Expertos; donde se evalúan cualitativa y cuantitativamente los factores que gobiernan la respuesta sísmica de las edificaciones.

Una clasificación más simplificada se basa en el tipo de medida que se utiliza y las agrupa como: Técnicas Cuantitativas; establecen las probabilidades de daño o relaciones determinísticas equivalentes en términos numéricos. Técnicas cualitativas; recurren a descripciones cualitativas a través de términos como vulnerabilidad baja, media, alta o similares.

4.3.3.- Clasificación según Kappos

Existen otros esquemas de clasificación de las técnicas o métodos de análisis de la vulnerabilidad sísmica. La clasificación adoptada en el desarrollo del presente estudio se corresponde con la propuesta por el Prof., Kappos (Dolce, 1994), quien las agrupa en función de la filente de información que prevalece, en tres tipos de metodologías;

4.4.- TIPOS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN SEGÚN KAPPOS

4.4.1.- Métodos Empíricos

Se caracterizan por un alto grado de subjetividad. Están basados en la experiencia sobre el comportamiento de tipos de edificaciones durante sismo y la caracterización de deficiencias sísmicas potenciales. Se usan cuando se dispone de limitada información, cuando se admite un resultado menos ambicioso y/o para evaluaciones preliminares. Son enfoques menos exigentes y más económicos de implementar. Los métodos empíricos, incluyen tanto los métodos de categorización como los métodos de inspección y puntaje.

Métodos de categorización o caracterización.- Clasifican las edificaciones según su tipología en clases de vulnerabilidad atendiendo a la experiencia sobre el desempeño sísmico que han tenido estructuras similares ante terremotos relevantes. El resultado suele ser bastante subjetivo por lo que generalmente es limitado a evaluaciones preliminares. Un ejemplo de esta metodología es la clasificación de los tipos de estructuras según su clase de vulnerabilidad.

Métodos de inspección y puntaje.- Permiten identificar y caracterizar las deficiencias sísmicas potenciales de una edificación, atribuyendo valores numéricos (tantos o puntos) a cada componente significativo de la misma, que ponderado en función de su importancia relativa, conduce a la determinación de un índice de vulnerabilidad. Aunque estos métodos son bastante subjetivos, la aplicación a edificaciones de una misma tipología de regiones de sismicidad importante permite una evaluación preliminar orientativa, suficiente para jerarquizar relativamente el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada edificación. En zonas caracterizadas por una moderada sismicidad estas metodologías pueden considerarse representativas y más aún, suficientes para describir el nivel de daño esperado, sobre todo si se cuenta con funciones de vulnerabilidad apropiadas para

la región. Sin embargo, para aquellas edificaciones que evidencien una relevante vulnerabilidad y una significativa importancia es recomendable complementar estas metodologías con alguna técnica analítica o experimental. Un ejemplo de esta metodología es el desarrollado por el Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT 1990).

4.4.2.- Métodos Analíticos

Evalúan la resistencia estimada de las estructuras a los movimientos del terreno utilizando como base modelos mecánicos de respuesta estructural e involucrando como datos las características mecánicas de las estructuras. Constituyen un enfoque muy completo, exigente y costoso. Generalmente son bastante laboriosos y dependen en cierta medida del grado de sofisticación de la evaluación, de la calidad de la información y de la representatividad de los modelos empleados.

4.4.3.- Métodos Experimentales

Recurren a ensayos dinámicos para determinar las propiedades de las estructuras y/o sus componentes. Generalmente constituyen ensayos "in situ" (menos frecuente de laboratorio), orientados a determinar las propiedades dinámicas y otras características esenciales de la estructura, involucrando aspectos tan importantes como la interacción suelo – estructura, la incidencia de los elementos no estructurales, etc. Aunque sus resultados no son determinantes, permiten en algunos casos orientar sobre el estado de la edificación y los posibles efectos que un sismo ha tenido sobre ella.

4.5.- EL MÉTODO BENEDETTI – PETRINI

4.5.1.- Introducción

El análisis del comportamiento de edificios, durante terremoto ocurridos desde el año 1976 en diferentes regiones de Italia, ha permitido a los investigadores de ese país identificar algunos de los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios. Estos parámetros se han compilado en un formulario de levantamiento, el cual se viene utilizando desde el año 1982, con el propósito de determinar de una forma rápida y sencilla la vulnerabilidad sísmica de edificios

existentes. La combinación de dichos parámetros, por medio de una escala predefinida, en un único valor numérico llamado índice de Vulnerabilidad. Es lo que se conoce hoy en día como el MIV.

El formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad se ha modificado varias veces, durante los últimos quince años, con el propósito de facilitar las tareas de observación durante las investigaciones de campo o para incluir una mejor descripción del daño, en los casos para los que dicho formulario se utiliza en la recopilación de los efectos producidos por un terremoto. Sin embargo, se puede concluir que las modificaciones son más de forma que de fondo y que, en cualquier caso, se mantienen siempre los mismos parámetros que se identificaron desde un comienzo como los consoladores potenciales del daño.

El formulario de levantamiento consta de dos niveles, los cuales se han diseñado con el propósito de tener dos grados de aproximación. El primer nivel sirve para seleccionar los edificios más "peligrosos" desde el punto de vista estructural y, posteriormente, dichos edificios se investigan con el segundo nivel para obtener una apreciación más exacta de su vulnerabilidad. Sin embargo, actualmente se reconoce que el método en general sólo puede dar una estimación aproximada de la vulnerabilidad de los edificios, suficiente para la toma de decisiones durante los planes de mitigación de desastres.

El primer nivel incluye los datos generales del edificio, tales como: ubicación, dimensiones, utilización, tipología estructural, etc. También incluye un apartado para la recopilación de la extensión y el nivel de daño, que se utiliza durante las investigaciones post-terremoto. Los datos provistos por el primer nivel se han utilizado para deducir matrices de probabilidad de daño. Sin embargo, no forman parte fundamental del método ya que no influyen para nada en el cálculo del índice de vulnerabilidad.

Por el contrario, en el segundo nivel se recopilan los datos y parámetros fundamentales para el cálculo del índice de vulnerabilidad, que consiste a su vez de dos apartados distintos. Uno de ellos está destinado a la evaluación de edificios de mampostería y el otro a edificios de hormigón armado. La escala que se utiliza para calificar los diferentes parámetros que influyen en el comportamiento de los

edificios de mampostería se conoce como la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini,

El MIV ha sido ampliamente utilizado en Italia durante los últimos quince años y su gran aceptación en ese país ha quedado demostrada por el GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti) que lo ha adoptado para los planes de mitigación de desastres a nivel gubernamental. Esto ha permitido la evolución del método, como resultado de la experimentación durante todos esos años, además de la obtención de una extensa base de datos sobre daño y vulnerabilidad (Caicedo, 1993)

4.5.2.- Metodología de Cálculo

De acuerdo con la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini, el índice de vulnerabilidad se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la "calidad sísmica" de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales que, se considera, juegan un papel importante en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería.

A cada parámetro se le atribuye, durante las investigaciones de campo; una de las cuatro clases A, B, C, D siguiendo una serie de instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores. A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico K_i que varía entre 0 y 45. Así, por ejemplo, si el parámetro número cuatro "posición del edificio y de la fundación" corresponde a una configuración insegura desde el punto de vista sísmico, se le asigna la clase D y el valor numérico $K_4 = 45$, (GNDT, 1993).

Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso W_i , que varía entre 0.25 y 1.5. Este coeficiente refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistente del edificio. De esta forma, el índice de vulnerabilidad IV se define por la siguiente expresión:

$$IV = \frac{\sum K_i W_i}{\sum W_i}$$

Figura 27: Formula del Índice de Vulnerabilidad

Fuente: Ing. Esperanza Maldonado, Universidad Javeriana, Colombia

Al analizar la ecuación se puede deducir que el índice de vulnerabilidad define una escala continua de valores desde 0 hasta 382.5 que es el máximo valor posible. Como puede verse en la Cuadro 17, los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son de naturaleza descriptiva y quedan definidos completamente por los alcances que se presentan más adelante. Por el contrario, los parámetros 3, 6, 7 y 8 son de naturaleza cuantitativa y requieren de ciertas operaciones matemáticas muy sencillas, las cuales también se describen más adelante, (Chavarria, 2001).

4.5.3.- Parámetros Fundamentales

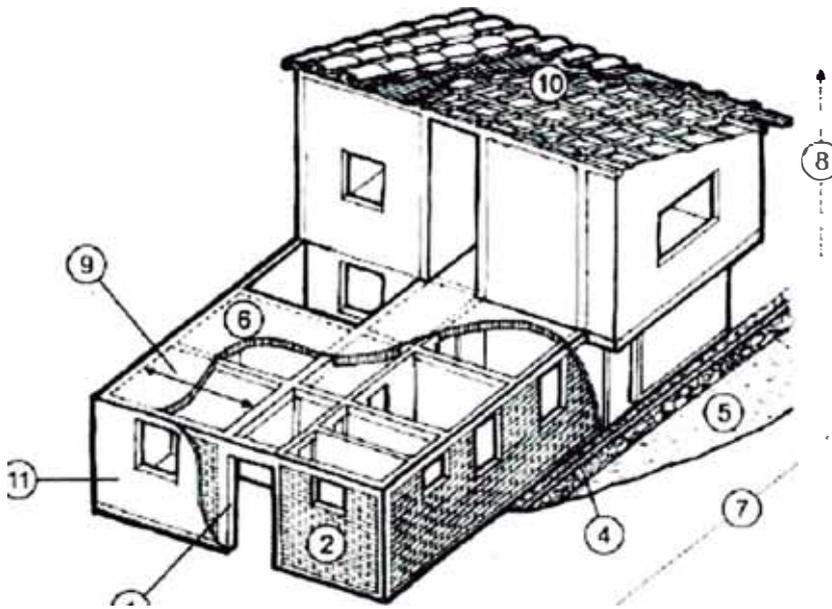


Figura 28: Los 11 parámetros del MIV

Fuente: Ing. Esperanza Maldonado, Universidad Javeriana, Colombia

i	Parámetro	Ki·A	Ki·B	Ki·C	Ki·D	Wi
1	Org. del sistema resistente.	0	5	20	45	1,25
2	Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0,25
3	Resistencia convencional.	0	5	25	45	1,5
4	Posición de edificio y ciment.	0	5	25	45	0,75
5	Diafragmas horizontales.	0	5	15	45	1,0
6	Configuración en planta.	0	5	25	45	0,5
7	Configuración en elevación.	0	5	25	45	1,0
8	Distancia entre columnas.	0	5	25	45	0,25
9	Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1,0
10	Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0,25
11	Estado de conservación.	0	5	25	45	1,0

Cuadro 17: Cuadro con los 11 parámetros del MIV

Fuente: Ing.E.Orbegoso, Universidad Pedro Ruiz Gallo, Perú

En las siguientes líneas, se describe, de forma muy breve, el fundamento teórico de cada uno de los parámetros con el objeto de proporcionar un cierto criterio de selección al momento de realizar las visitas de campo respectivas, (GNDT, 1993).

Parámetro 1: Organización del Sistema Resistente

Con este parámetro se evalúa el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en "cajón" de la estructura. Se reporta una de

A).- Edificio construido de acuerdo con las recomendaciones de la norma de construcción y diseño sismo-resistente.

B).- Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros, capaces de transmitir acciones cortantes verticales.

C).- Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.

D).- Edificio con paredes ortogonales no sigaclas.

Parámetro 2: Calidad del Sistema Resistente

Con este parámetro se determina el tipo de mampostéela más frecuentemente utilizada, diferenciando, de modo cualitativo, su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en "cajón" de la estructura. La atribución de un edificio a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: por un lado, del tipo de material y de la forma de los elementos que

constituyen la mampostería. Por otro lado, de la homogeneidad de las materias y de las piezas, por toda la extensión del muro. Se reporta una de las clases:

A).- Mampostería en ladrillo o bloques prefabricados de buena calidad. Mampostería en piedra bien cortada, con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. Presencia de ligamento entre las piezas.

B).- Mampostería en ladrillo, bloques o piedra bien cortada, con piezas bien ligadas más no muy homogéneas en toda la extensión del muro,

C).- Mampostería en piedra mal cortada y con piezas no homogéneas, pero bien trabadas, en toda la extensión del muro. Ladrillos de baja calidad y privados de ligamento.

D).- Mampostería en piedra irregular mal trabada o ladrillo de baja calidad, con la inclusión de guijarros y con piezas no homogéneas o privadas de ligamento.

Parámetro 3: Resistencia Convencional

Con la hipótesis de un perfecto comportamiento en "cajón" de la estructura, la evaluación de la resistencia de un edificio de mampostería puede ser calculada con razonable confiabilidad. El procedimiento utilizado requiere del levantamiento de los datos:

N: número de piso

A_i : área total cubierta en (m^2)

$A_{x,y}$: área total de los muros resistentes en el sentido X e Y respectivamente en (m^2). El área resistente de los muros inclinados un ángulo α diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por $(\cos \alpha)^2$.

t_k : resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m^2). En el caso de que la mampostería se componga de diferentes materiales, el valor de t_k se determina como un promedio de valores de resistencia a cortante para cada uno de los materiales como factor de peso el porcentaje relativo en área A_i de cada uno de ellos.

$$t_k = \frac{\sum t_i A_i}{\sum A_i}$$

h: altura media de los pisos en (m).

P_m : peso específico de la mampostería en (Ton/m^3).

P_s : peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m^2),

Parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación

Con este parámetro se evalúa, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. Se reporta una de las clases:

- A).- Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual a 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- B).- Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- C).- Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- D).- Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

Parámetro 5: Diafragma horizontales

La calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Se reporta una de las clases:

- A).- Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones:
Ausencia de planos a desnivel.
La deformabilidad del diafragma es despreciable.
La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- B).- Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.
- C).- Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con las condiciones 1 y 2.

D).- Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

Parámetro 6: Configuración en planta

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativa la razón $b_1=a/L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $b_2=b/L$.

Parámetro 7: Configuración en elevación

En el caso de edificios de mampostería, sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de porches y torretas. La presencia de porches se reporta como la relación porcentual entre el área en planta del mismo y la superficie total del piso. La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H . No se deben tener en cuenta las torretas de modesta dimensión tales como chimeneas, escapes de ventilación, etc.

También se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm AM/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se traía de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable.

Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersecados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S , donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

Parámetro 9: Tipo de cubierta

Se tiene en cuenta con este parámetro, la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas. Se reporta una de las clases:

- A).- Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbre. Edificio con cubierta plana.
- B).- Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbre. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga
- C).- Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbre.

D).- Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

Parámetro 10: Elementos no estructurales

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Se trata de un parámetro secundario, para fines de la evaluación de la vulnerabilidad, por lo cual no se hace ninguna distinción entre las dos primeras clases. Se reporta una de las clases:

- A) y B).- Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.
- C).- Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
- D).- Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a las estructuras principales y conectadas a ésta de modo deficiente.

Parámetro 11: Estado de conservación

Se reporta una de las clases:

- A).- Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- B).- Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- C).- Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- D).- Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

Los cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa son básicamente de dos tipos: el primer tipo consiste en la aplicación de fórmulas matemáticas sencillas y el segundo tipo consiste en la toma de decisiones con base en condiciones lógicas. Enseguida se explican estos dos tipos de cálculos requeridos por los parámetros 3, 6, 7 y 8. La mayoría de las variables involucradas ya se han explicado.

Parámetro 3: Resistencia convencional

El coeficiente sísmico C, se define como el factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo y está dado por la expresión:

$$c = \frac{a_0 t_k}{qN} \sqrt{1 + \frac{qN}{1.5a_0(11+y)}}$$

Donde.

$$A = \min\{A_x; A_y\}$$

$$B = \max\{A_x; A_y\}$$

$$a_0 = A/A$$

$$y = B/A$$

$$q = \frac{(A+B)h}{A_T} P_m + P_s$$

El valor de q representa el peso de un piso por unidad de área cubierta y es igual al peso de los muros más el peso del diafragma horizontal, suponiendo que no existen variaciones excesivas de masa entre los diferentes pisos del edificio.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $a = C / C_0$, en donde C es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

- A).- Edificio con $a > 1$.
- B).- Edificio con $0.6 < a < 1$.
- C).- Edificio con $0.4 < a < 0.5$.
- D).- Edificio con $a < 0.4$.

Parámetro 6: Configuración en planta

La asignación de este parámetro dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A).- Edificio con $\beta_1 > 0.8$ ó $\beta_2 < 0.1$.
- B).- Edificio con $0.8 > \beta_1 > 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 < 0.2$.
- C).- Edificio con $0.6 > \beta_1 > 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 < 0.3$.
- D).- Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$

Parámetro 7: Configuración en elevación

La asignación de este parámetro dentro de una de las 4 clases, se realiza con base en las condiciones:

- A).- Edificio con $-\text{DELTA M/M} < 10\%$
- B).- Superficie porche $< 10\%$ ó $10\% < -\text{DELTA M/M} < 20\%$
- C).- Superficie porche $= 10\%$ ó 20% ó $-\text{DELTA M/M} > 20\%$ ó $T/H < 2/3$
- D).- Superficie porche $> 20\%$ ó $-\text{DELTA M/M} > 0$ ó $T/H > 2/3$

Porche: Conjunto de columnas, a manera de pórticos ubicadas en el primer piso de algunas edificaciones, que pueden originar irregularidad de Masa ó Irregularidades de Rigidez

Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A).- Edificio con $L/S < 15$.
- B).- Edificio con $15 < L/S < 18$.
- C).- Edificio con $18 < L/S < 25$.
- D) Edificio con $L/S > 25$.

4.5.4.- Ventajas del Método

Una de las ventajas del método es la relativa facilidad con la que se describe la vulnerabilidad del edificio por medio del índice de vulnerabilidad. Este índice por sí solo puede ser utilizado como una herramienta de decisión en los planes de mitigación de desastres a escala urbana. Respecto a esto se puede decir que el método del índice de vulnerabilidad provee un nivel de detalle superior al de los métodos basados en tipologías estructurales, tal como los que utilizan matrices de probabilidad de daño para la descripción de la vulnerabilidad de los edificios. Por otro lado, la extensa base de datos recolectada en Italia ha mostrado relativa eficacia usando este método para edificaciones de mampostería.

El método utiliza la experiencia del experto como base de conocimiento para determinar la vulnerabilidad de los edificios. Por una parte, este conocimiento tiene un valor incalculable a la hora de predecir efectos cuya modelación matemática aún no está bien desarrollada pero, por otro lado, esta información debe ser

utilizada con cautela debido a que la opinión subjetiva del observador es difícil de calibrar.

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL MÉTODO BENEDETTI – PETRINI

5.1.- INTRODUCCIÓN

Como se mencionó anteriormente, el MIV plantea 11 parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería no reforzada. Estos parámetros describen características arquitectónicas, estructurales y de construcción de una forma práctica y sencilla, tan es así que el formulario de evaluación no requiere más que de una página, facilitando el trabajo en campo y haciéndolo más versátil.

Para desarrollar el presente estudio se tomaron los 11 parámetros tal como los plantea el método italiano, ya que estos abarcan perfectamente los requerimientos de nuestras normas de diseño sismorresistente. Así lo demuestra, la investigación realizada por el Ing. Roberto Sánchez (Sánchez, 2003). Él plantea una metodología que enfatiza los aspectos estructurales desarrollados por las normas peruanas, y la aplica tomando en cuenta los sistemas constructivos predominantes en el Perú es decir al adobe, mampostería y concreto armado.

El método italiano del índice de Vulnerabilidad jerarquiza los parámetros que tienen mayor influencia en el daño esperado en una edificación mediante los pesos mencionados. Estos pesos no sufren tampoco ninguna variación a la hora de aplicar el método, ya que a nuestro entender los mismos dan la debida importancia a cada parámetro. Tal es así que cifiéndonos a la experiencia acumulada por el Ing. Julio Kuroiwa (Kuroiwa, 2002) en las tres últimas décadas, volcada en su publicación "Reducción de Desastres, viviendo en armonía con la Naturaleza", la cual refiere que una edificación de albañilería debe tener en lo posible, una densidad de muro equilibrada en ambas direcciones distribuida en planta y elevación, en tal forma que no provoque excentricidad en planta, ni concentración de esfuerzos con cambio brusco en la altura, en la distribución de masas y rigideces, es decir debe buscarse simetría estructural en planta y elevación, lo cual se ve reflejado en el peso asignado para cada uno de los parámetros del método Italiano. De lo mencionado anteriormente puede decirse que el parámetro "Resistencia Convencional" es uno de los principales puntos (sino el principal) a tener en cuenta al hacer una evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación de albañilería. Así lo demuestra el mayor peso asignado a este

parámetro. Asimismo se recalca en la citada publicación, que la existencia de columnas de confinamiento y vigas collar en los muros reduce sustancialmente la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería. El parámetro "Organización del Sistema Resistente", planteado en la metodología utilizada, toma en cuenta estas características entendiendo que requiere de cuidadosa atención, al ser un factor que interviene directamente en la vulnerabilidad de la edificación.

En resumen, la experiencia italiana, logra categorizar de una manera acertada las características necesarias a ser observadas durante las visitas de campo.

Los valores de 0 a 45 asignados a cada clase planteados en el método original se obtuvieron después de una calibración más o menos exhaustiva en Italia (10 años), a partir de respuestas de los edificios ante movimientos sísmicos (daños observados) y de una modelación sistematizada. En realidad podríamos tomar los valores que quisiéramos siempre y cuando mantengamos las relaciones cualitativas y éstas resulten de un trabajo más o menos extenso de calibración. Se supone que este trabajo fue realizado de antemano por los italianos y lo tomamos tal cual aparece en la bibliografía, pero es importante tomar en cuenta que nosotros podemos ir calibrando la metodología durante el desarrollo del proyecto o después; esa es una de las ventajas del Método del índice de Vulnerabilidad, que puede ser calibrado con el tiempo.

Debido justamente a estas calibraciones es que se obtienen valores diferentes para las edificaciones de concreto armado (la calibración para edificaciones de concreto armado es realizada por investigadores españoles).

5.2.- ADAPTACIÓN A LA NORMATIVIDAD PERUANA

Se puede decir que los parámetros se desarrollan con conceptos sencillos, pero que requieren como todo algo de preparación y práctica cuando procedemos al llenado de la ficha. Es necesario en algunos casos realizar cálculos sencillos, sin embargo si existieran problemas para tomar los datos necesarios para estos cálculos podríamos estimar su valor en función a las características observadas en edificaciones similares.

El valor, que puedan tomar algunos parámetros está estrechamente ligado al año de construcción de la edificación. Las normas han variado con el transcurso de los años y por lo tanto algunas importantes características estructurales también.

Para evitar ser repetitivos en algunas descripciones hechas para establecer las clases correspondientes a los parámetros señalados, se muestra en los anexos, la ficha de campo utilizada en las salidas respectivas. En ella puede observarse una breve descripción de cada clase, que a nuestro entender es suficiente para poder realizar el llenado de tal ficha.

En esta ficha requieren una especial atención algunos parámetros que como dijimos anteriormente son de naturaleza cuantitativa.

A continuación una breve descripción de cada parámetro tomando en cuenta la normativa peruana:

Parámetro 1: Tipo y Organización Del Sistema Resistente

A).- Edificación con muros enmarcados en sus cuatro lados por elementos de refuerzo vertical y horizontal (vigas y columnas), como lo señala la Norma de Diseño en Albañilería; aceptándose la cimentación de concreto como elemento de refuerzo horizontal para el caso de muros del primer nivel.

B).- Edificación con vigas y columnas de confinamiento, pero que presenta algún tipo de deficiencias en las conexiones viga columna o no cumple con ciertos requisitos de la norma actual (E- 070).

C).- Edificación que presenta vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes, debido a deficiencias constructivas.

D).- Edificación sin vigas y columnas de confinamiento, o autoconstrucción sin ningún tipo de orientación técnica, con paredes ortogonales deficientemente conectadas.

Parámetro 2: Calidad del Sistema Resistente

A) El sistema resistente del edificio presenta las siguientes 3 características:

Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.

Presencia de trabazón entre las unidades de mampostería.

Mortero de buena calidad con espesor de la mayoría de las piezas entre 9 y 12 mm.

B) El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.

C) El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.

D) El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.

Párametro 3: Resistencia Convencional

La metodología italiana utiliza para el cálculo de este parámetro un coeficiente sísmico C, definido como la relación entre la fuerza máxima resistente horizontal y el peso del edificio. Si bien es cierto no se tendría ningún inconveniente en calcular este parámetro tal cual ha sido planteado, lo más recomendable es utilizar la normatividad peruana, haciendo una adaptación. Para ello, partiendo de la fuerza cortante en la base definida en la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030, se realiza el siguiente análisis:

$$V = \frac{ZUSC}{R} \cdot P \quad (1)$$

Suponiendo un esfuerzo o cortante promedio en los muros de 12 Ton/m² (ladrillo de regular calidad) y un peso promedio de la planta de 0.8ton/m² (reduciendo la sobrecarga al 25%), puede deducirse la siguiente expresión:

$$\text{Peso Total del edificio} = P = w A_p N$$

$$\text{Peso promedio de la planta} = w = 0.8 \text{ ton} / m_2$$

$$\text{Área de la planta típica} = A_p$$

$$\text{Número de pisos} = N$$

$$\text{Esfuerzo cortante promedio en muros} = t_k = V/A \quad t_{km} = 12\text{ton}/m^2$$

$$t_k \cdot A_m = \frac{ZUSC}{R} \cdot w A_p N \quad (2)$$

$$\frac{t_k \cdot A_m}{w \cdot A_p \cdot N} \geq \frac{ZUSC}{R} \quad (3)$$

El lado izquierdo de la ecuación (3) representa las características estructurales de la edificación y el lado derecho los parámetros exigidos por la norma de diseño sismorresistente, dependiendo claro está de las condiciones en las que se encuentre la estructura. Es lógico concluir por lo tanto que las características estructurales deben ser iguales o sobrepasar los requerimientos exigidos por la norma.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\gamma = a/b$, en donde a y b quedan definidos de la siguiente manera;

$$\frac{t_k \cdot A_m}{w \cdot A_p \cdot N} = \alpha \quad (4)$$

$$\frac{ZUSC}{R} = \beta \quad (5)$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \gamma \quad (6)$$

- A) Edificación con $\gamma > 1$
- B) Edificación con $0.70 < \gamma < 1$
- C) Edificación con $0.40 < \gamma < 0.70$
- D) Edificación con $\gamma < 0.40$

Párametro 5: Diafragmas Horizontales

Las clases reportadas para este parámetro se adaptan a la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E-030, quedando definidas de la siguiente manera:

A).- Edificio con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

Ausencia de discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez.

La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.

No existen áreas abiertas mayores que 50% del área bruta

B).- Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.

C).- Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con las condición 1 y 2.

D).- Edificio cuyos diafragmas no cumplen con ninguna de las tres condiciones de la clase A.

Párametro 6: Configuración en Planta

La asignación de las calificaciones ya fue explicada anteriormente donde se hizo la presentación general del método, definiendo los parámetros $b_1 = a/L$ y $b_2 = b/L$, donde a representa la dimensión menor del edificio, L es la dimensión mayor y b la dimensión de los elementos que sobresalgan de las dimensiones principales a y L de la planta.

El método evalúa la condición de simetría en planta de los edificios, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se

asemejan a secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y penalizándose las secciones excesivamente alargadas o con protuberancias demasiado grandes, las cuales pueden provocar problemas de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y de rigidez.

La forma de las edificaciones en algunos casos obliga a desarrollar un método alternativo para evaluar dicha regularidad. Debido a que este parámetro depende de la geometría de la planta del edificio, el método propuesto es el siguiente;

Sean P1, P2, ..., Pi, ..., Pn, los puntos correspondientes a las coordenadas (x1, y1), (x2, y2), ..., (xi, yi), ..., (xn, yn), que definen la planta de cada edificio. El centroide o centro de gravedad (xg, yg) se obtiene de las siguientes ecuaciones:

$$x_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad y_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

En donde Ai, son áreas parciales auxiliares de la figura que sirven para obtener el centro de gravedad y se obtienen de multiplicar xi * yi. Se calcula además, un valor medio de los puntos más alejados de la figura en donde cruza una línea imaginaria que pasa por el centro de gravedad, mediante ecuaciones, en donde, xmin, xmax, ymin y ymax, corresponden a los valores de los puntos Pxmin, Pxmax, Pymin y Pymax, respectivamente.

$$x_m = (P_{x_{\min}} + P_{x_{\max}})/2 \quad y_m = (P_{y_{\min}} + P_{y_{\max}})/2$$

Una vez calculados estos valores se sustituyen en otras ecuaciones, con lo que se obtienen los valores de la regularidad en las direcciones x e y de la estructura. El valor máximo obtenido de la ecuación, permitirá obtener el parámetro 6.

$$IR_x = \frac{|x_g - x_m|}{\frac{1}{2}|x_{\max} - x_{\min}|} \quad IR_y = \frac{|y_g - y_m|}{\frac{1}{2}|y_{\max} - y_{\min}|}$$

$$IR = \max (IR_x, IR_y)$$

- A).- Si $IR \leq 0.10$
- B).- Si $0.1 > IR \leq 0.5$
- C).- Si $0.5 > IR \leq 1.0$
- D).- Si $IR > 1.0$

Esta metodología es tan solo una alternativa en caso de observar una configuración en planta demasiado irregular, y contar con un plano que tenga el suficiente detalle en planta. A nuestro entender la metodología original para calcular este parámetro es la ideal; sin embargo es necesario contar con la segunda alternativa, pues es más general.

Parámetro 7: Configuración en Elevación

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza tomando en cuenta la Norma E-030 de Diseño Sismorresistente, con base en las siguientes condiciones:

CLASE	VARIACION % DE MASA - ΔM	IRR. GEOMETRICA VERTICAL	IRR. RIGIDEZ PISO BLANDO	DISC. SIST. RESISTENTE
A	$\Delta M \leq 10\%$	Uniforme	No	No
B	$10\% < \Delta M \leq 20\%$	$0 < T/H \leq 10\%$	No	No
C	$20\% < \Delta M \leq 50\%$	$10\% < T/H \leq 40\%$	No	Si
D	$\Delta M > 50\%$	$T/H > 40\%$	Si	

A).- Edificio con: $\Delta M < 10\%$.

B).- Edificio con: $10\% < \Delta M < 20\%$ ó $0 < T/H < 10\%$.

C).- Edificio con: $20\% < \Delta M < 50\%$ ó $10\% < T/H < 40\%$ ó discontinuidad en los sistemas resistentes.

D).- Edificio con: $\Delta M > 50\%$ ó $T/H > 40\%$ ó presenta irregular: rigidez-Piso Blando.

Parámetro 9: Tipo de Cubierta

Los elementos que caracterizan la influencia de las coberturas en el comportamiento sísmico de un edificio son principalmente dos: la tipología y el peso. Las clases definidas para este parámetro son:

A).- El edificio presenta las siguientes características:

Cubierta estable: provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.

Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que la soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc)

Cubierta plana o liviana, debidamente amarrada y apoyada.

B).- Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A.

C).- Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A.

D).- Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A.

Los parámetros 3, 4, 8, 10, y 11, quedan establecidos tal cual fueron descritos en el Capítulo IV, sección 4.5.3.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES

6.1.1.- Se han obtenido los índices de vulnerabilidad de cada uno de los 136 lotes del C.P "San Martín", para lo cual se necesitó realizar 3 visitas de campo a la zona en estudio y poder analizar cada parámetro para vincularlas con las correspondientes clases del método, luego mediante la aplicación de la fórmula que caracteriza al método; obtener el índice de vulnerabilidad para cada edificación.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los 136 lotes evaluados.

Clases de Valores del Método	Cuadro de # de Lotes del C.P "San Martín" por Clase y Parámetro del MIV										
	Parámetros el Índice de Vulnerabilidad										
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11
A	0	0	0	30	0	0	80	0	0	0	0
B	0	0	15	32	0	0	43	0	0	0	0
C	22	25	53	41	30	66	13	0	0	93	0
D	114	111	68	33	106	70	0	136	136	43	136
# Lotes	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136

Clases de Valores del Método	Cuadro de % de Lotes del C.P "San Martín" por Clase y Parámetro del MIV										
	Parámetros el Índice de Vulnerabilidad										
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11
A	0%	0%	0%	22%	0%	0%	59%	0%	0%	0%	0%
B	0%	0%	11%	24%	0%	0%	32%	0%	0%	0%	0%
C	16%	18%	39%	30%	22%	49%	10%	0%	0%	68%	0%
D	84%	82%	50%	24%	78%	51%	0%	100%	100%	32%	100%
# Lotes	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

6.1.2.- Se ha obtenido el índice de vulnerabilidad de cada lote y teniendo en consideración los siguientes rangos de vulnerabilidad para todo el C.P.

- VULNERABILIDAD BAJA < 15%:
- 15% < VULNERABILIDAD MEDIA < 30%:

- 30% < VULNERABILIDAD ALTA < 45%:
- VULNERABILIDAD MUY ALTA > 45%:

Se tienen los siguientes resultados:

Vulnerabilidad	# de Lotes	%
Baja	10	7%
Media	7	5%
Alta	43	32%
Muy Alta	76	56%
# de Lotes	136	100%

6.1.3.- Se ha logrado cumplir el objetivo principal que es mostrar de manera simplificada el método italiano del índice de vulnerabilidad y aplicarla a la normatividad peruana para obtener mediante visitas de campo valores de los 11 parámetros a evaluar comparándola con las 4 clases del método, de esta manera este método se puede aplicar en otros estudios similares para los demás centros poblados de Végueta.

6.1.4.- Se han cumplido los objetivos específicos del presente Informe de Suficiencia, en los anexos se muestran los cuadros estadísticos del análisis socio-económico y poblacional de los 136 lotes del C.P, así como todos los mapas temáticos referentes ha dicho estudio y finalmente el mapa temático del índice de vulnerabilidad.

6.2.- RECOMENDACIONES

6.2.1.- Se recomienda aplicar el método en los demás centros poblados colindantes al C.P "San Martín" de tal manera que todo el distrito de Végueta cuente con las herramientas básicas necesarias para un futuro planeamiento y Gestión de Riesgos de toda la zona, ya que la vulnerabilidad es muy elevada ante un terremoto y ante cualquier otro tipo de suceso debido a la cercanía con la que se encuentra al mar.

6.2.2.- Se recomienda que se usen los datos obtenidos del empadronamiento, catastro urbano y censo poblacional para que sirva de información para poder hacer un saneamiento predial de los lotes en los que sus pobladores aun no cuentan con títulos de propiedad, que es más del 80%.

6.2.3.- Se recomienda a la Municipalidad de Végueta efectuar de manera urgente trabajos en relación a satisfacer las necesidades humanas básicas sobretodo en relación a agua y desagüe y educación.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Benedetti D., Petrini V., "Sulla Vulnerabilità sismica di edifici in muratura i proposte di un método di valutazione", Italia, 1984.
- ✓ Caballero K., "Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica por medio del Método del Índice de Vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el Centro Histórico de la Ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del Sistema de Información Geográfica", Tesis de Maestría, Universidad del Norte, Colombia, 2007
- ✓ Kuroiwa J., "Reducción de Desastres, Viviendo en Armonía con la Naturaleza", Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2001.
- ✓ Lazares F., "Vulnerabilidad Sísmica en Edificaciones de Moquegua y Tacna", Tesis de Titulación Profesional, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2003.
- ✓ Maldonado E., "Índice de Vulnerabilidad Sísmica en edificaciones de mampostería basado en la opinión de expertos", Universidad de Santander, Colombia, 2007
- ✓ Orbegoso E., "Evaluación del riesgo Sísmico del centro Histórico de Chiclayo", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, 2003.
- ✓ Reque K., "Vulnerabilidad Sísmica del Distrito de Ate Vitarte, Zonificación automatizada en Base a Sistemas de Información Geográfica", Tesis de Titulación Profesional, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica 2003.
- ✓ Rodríguez J., "Aplicación del Método Italiano del Índice de Vulnerabilidad Sísmica en viviendas del asentamiento humano El Altillo del Rímac", Tesis de Titulación Profesional, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2005.

ANEXOS

Anexo 1.- Modelo de Ficha Catastral y de Evaluación del Índice de Vulnerabilidad

Anexo 2.- Cuadros Socio – Económicos del C.P “San Martín”

Anexo 3.- Panel Fotográfico de los 136 lotes del C.P “San Martín”

Anexo 4.- Mapas Temáticos obtenidos del Catastro Urbano con aplicación del SIG

Anexo 5.- Mapa Temático de Vulnerabilidad Sísmica con aplicación del SIG