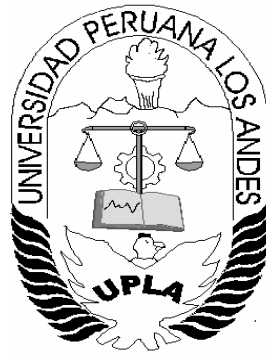


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE
LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE
HUANCAYO 2016**

PRESENTADO POR:

Bach. MÓNICA VIVIANA MERCADO ARIMBORGO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2016

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

SECRETARIO DOCENTE

ASESOR TEMATICO:

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO

ASESOR METODOLOGICO:

DR. MAGNO BALDEON TOVAR

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mi familia que gracias a su apoyo incondicional pude concluir mi carrera.

A mis padres Carlos y Rossana por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre.

A mi amado esposo Edwar por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, amor y comprensión.

A mi querida hija Fabiana que con su ternura y amor me empuja a seguir adelante, es mi motor y motivo para culminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

INDICE

CARATULA	i
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema	9
1.3 Objetivos de la investigación	9
1.4 Hipótesis de la investigación	10
1.5 Justificación de la investigación	10
1.6 Limitaciones	12
1.7 Viabilidad del estudio	13

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación	16
2.2 Bases teóricas	21
2.3 Definiciones conceptuales	59

CAPÍTULO III

MARCO METODOOGICO

3.1 Diseño Metodológico	79
3.2 Población y muestra	81
3.3 Operacionalización de variables	82
3.4 Técnicas de recolección de datos	83
3.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	83

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

4.1 Desarrollo	90
4.2 Toma de datos	93
VIVIENDA Nro. 01	94
VIVIENDA Nro. 02	103
VIVIENDA Nro. 03	111
VIVIENDA Nro. 04	118
VIVIENDA Nro. 05	125
VIVIENDA Nro. 06	132
VIVIENDA Nro. 07	140
VIVIENDA Nro. 08	146
VIVIENDA Nro. 09	153
VIVIENDA Nro. 10	159

CAPÍTULO V

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

5.1 Tabla de resultados de la investigación	165
---	-----

CAPÍTULO VI

DISCUSIONES DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

6.1 Discusiones de resultados de la investigación	167
---	-----

CONCLUSIONES	169
---------------------	------------

RECOMENDACIONES	170
------------------------	------------

BIBLIOGRAFIA	171
---------------------	------------

ANEXOS	173
---------------	------------

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1	
Formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad de edificios de mampostería	28
Figura N°2	
Configuración en planta de la estructura.	36
Figura N°3	
Configuración en elevación de la estructura.	37
Figura N°4	
Configuración de los muros en planta de la estructura y su respectiva separación (L).	38
Figura N°5	
Clasificación de Zonificación en la Ciudad de Huancayo	54
Figura N°6	
Fotografía del uso de las costillas	61
Figura N°7	
Vista en alzado de la columna.	62
Figura N°8	
Vista en alzado de la columna con refuerzo por anillo perimetral.	63
Figura N°9	
Reforzamiento de Muro.	65
Figura N°10	
Relleno de surcos	66
Figura N°11	
Sobre losa de concreto	67
Figura N°12	
Mapa de clasificación de provincias según niveles de peligros sísmicos	91

Figura N°13	
Detalle de la vivienda modelo.	94
Figura N°14	
Detalle de la calidad del sistema resiste	96
Figura N°15	
Detalle de la cimentación de las viviendas	98
Figura N°16	
Detalle de la viga de amarre de la vivienda	103
Figura N°17	
Detalle de la cimentación de las viviendas.	106
Figura N°18	
Detalle de viga cumbrera	108
Figura N°19	
Detalle de la vivienda modelo	111
Figura N°20	
Detalle de la calidad del sistema resistente	112
Figura N°21	
Detalle de la cubierta de las viviendas.	116
Figura N°22	
Detalle de la vivienda modelo.	117
Figura N°23	
Detalle de la calidad del sistema resistente	119
Figura N°24	
Detalle de la vivienda	125
Figura N°25	
Detalle del tipo de cubierta.	129

Figura N°26	
Imagen de la muestra	133
Figura N°27	
Detalle de la cimentación	135
Figura N°28	
Detalle del tipo de cubierta	137
Figura N°29	
Detalle de la vivienda modelo	140
Figura N°30	
Detalle de la cimentación de las viviendas	142
Figura N°31	
Detalle de la vivienda modelo	146
Figura N°32	
Detalle de la cimentación de las viviendas	148
Figura N°33	
Detalle de las viviendas.	153
Figura N°34	
Detalle de la cubierta de las viviendas.	156
Figura N°35	
Detalle del sistema resistente	159
Figura N°36	
Detalle de la cubierta de las viviendas	163

INDICE DE TABLAS

Tabla N°01:	
Análisis de la vivienda del Av. Cultural Nro. 1060 – Sector Cuatro	101
Tabla N°02:	
Análisis de las viviendas Av. Evitamiento Nro. 1453	109
Tabla N°03:	
Análisis de la vivienda de la Calle 26 de Noviembre Nro. 1472	117
Tabla N°04:	
Análisis de la vivienda de la Calle 26 de Noviembre y 9 de Julio	124
Tabla N°05:	
Análisis de la vivienda de Sector Cinco – Av. Cultural Nro. 4562	130
Tabla N°06:	
Análisis de la vivienda Pasaje Bruno Terreros Nro. 1521	138
Tabla N°07:	
Análisis de la vivienda localizada en el Sector Siete Pasaje. Las Dardias Nro. 345	144
Tabla N°08:	
Análisis de la vivienda localizada en el Sector Tres – Avenida Los Cipreses Nro. 231	151
Tabla N°09:	
Análisis de la vivienda localizada en el Sector Octavo – Pasaje Los Alelis Nro. 304	158
Tabla N°10:	
Análisis de la vivienda localizada en la Calle 26 de Noviembre Nro. 873	164

INDICE DE ECUACIONES

Ecuaciones N°01.	
Fórmula para calcular el Índice de Vulnerabilidad	26
Ecuaciones N°02	
Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería	33
Ecuaciones N°03	
Factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo	41
Ecuaciones N°04	
Sub ecuación de la Ecuación N°04	41
Ecuaciones N°05	
Sub ecuación de la Ecuación N°04	41
Ecuaciones N°06	
Sub ecuación de la Ecuación N°04	41
Ecuaciones N°07	
Sub ecuación de la Ecuación N°04	41
Ecuaciones N°08	
Sub ecuación de la Ecuación N°04.	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°01.	
Formato de campo para evaluación de daños en viviendas	175
Cuadro N°02	
Relación existente entre vulnerabilidad, amenaza y riesgo	02
Cuadro N°03	
Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrin	27
Cuadro N°04	
Comparación de metodologías cuantitativas	43
Cuadro N°05	
Cuadro Cronológico de los terremotos ocurridos en el Perú	50
Cuadro N°06	
Clasificación de Factores de Zonas	55
Cuadro N°07	
Clasificación de zonas sísmicas en los distritos de la provincia de Huancayo	56
Cuadro N°08	
Identificación de variables.	82

RESUMEN

El objetivo primordial del presente trabajo es descubrir cuantas viviendas informales corren riesgo de ser vulnerables a un tipo de sismo, siendo las construcciones de tipo de mampostería confinada, mampostería no confinada y de concreto armado, en dos lugares primordiales, como son en los Asentamiento Humano Justicia, Paz y vida, y el Asentamiento Humano La Victoria, posteriormente se realizó una evaluación visual donde aquellos puntos débiles serian vulnerables al ocurrir un evento sísmico para proseguir una investigación de datos estructurales. Segundo se tomó dos formatos de campo para realizar preguntas, mediciones, tipo de suelos, fotos, etc., a los propietarios de las viviendas a evaluar, como base del proceso de evaluación. Escogimos el método cuantitativo que nos explica distintos tipo de métodos para hallar el índice de vulnerabilidad sísmica de las diez viviendas en mención. Para este estudio se aplicó el Método de Benedetti-Petrin que se amolda a las necesidades de la investigación y al tipo de construcción de estas viviendas, se considera once parámetros que requieren de datos de campo como resultados de fórmulas durante el proceso con una tabla de clasificación de A, B, C y D, que al final nos da como resultado un porcentaje del índice de vulnerabilidad sísmica que corre la vivienda evaluada, para así finalmente tener una tabla general de las diez viviendas evaluadas y tener como respuesta cuantas viviendas corren peligro y son vulnerables a un sismo.

En las conclusiones se expresa puntos importantes, tales como la informalidad de construcción que se realiza en estos dos lugares, ninguna de las viviendas cumplen con el RNE vigente y de las distintas normas de construcción, como la E.030, E.060, etc. La segunda conclusión es del reforzamiento estructural de algunas viviendas y en otros casos del derrumbe de ellas, ya que se detectaron fallas es los muros, columnas, vigas, etc. que fallarían aún más si ocurre un sismo. También capacitaciones a la población para informarles la problemática que están viviendo, dar soluciones y recomendaciones mediante este estudio.

Bach. Mónica Viviana Mercado Arimborgo

INTRODUCCIÓN

Las viviendas como todos sabemos, son parte esencial del derecho a la vida digna, donde se desarrollan muchas de las necesidades humanas como seguridad, descanso, unir el vínculo familiar, etc.

Es por esta razón que a las viviendas las llamamos hogar que se define como domicilio, lugar donde vive alguien, generalmente con la familia y esperando que esta vivienda les de seguridad ante todo.

La situación de la vivienda en Huancayo indica un crecimiento de la vivienda informal relativo al crecimiento de los otros tipos de vivienda, por lo cual el diseño y construcción de este tipo de viviendas debe de manejarse de la misma manera que como se construiría una estructura de mayores dimensiones y adecuadas.

La idea de proporcionar vivienda de bajo costo debe ir de la mano con la idea de lograr un equilibrio en cuanto a seguridad y economía.

La incontrastable es una ciudad que en las últimas décadas ha crecido aceleradamente ocasionando problemas a su configuración urbana. La población se ha extendido y continúa extendiéndose horizontalmente creando diversos inconvenientes para la administración, el control de las zonas de expansión, la accesibilidad y la dotación de los servicios básicos.

La finalidad de la presente tesis es evaluar las viviendas informales en el Distrito de El Tambo, para saber su condición frente a una amenaza sísmica y así verificar la seguridad de las miles de familias que viven en ellas.

La investigación empieza de la problemática: ¿Qué parámetros son necesarios para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica? El objetivo general consiste en: Identificar los parámetros que permitan realizar los análisis de vulnerabilidad sísmica; e hipótesis principal: Los parámetros para el análisis de vulnerabilidad son Análisis Estructural, Diseño Sísmico, Desempeño Sísmico y el Tipo de Suelo en las viviendas informales. Respecto a la metodología, el tipo de investigación

utilizado será de cuasi experimental, de nivel descriptivo y diseño: Población – Muestra; de muestreo Probabilístico.

Como observación del presente proyecto de investigación, se tiene gran preocupación por el incremento de las viviendas construidas en la ciudad de Huancayo, los cuales no son construidas correctamente, poniendo en riesgo muchos factores en casos de sismos, ya que Huancayo está en la clasificación del mapa de zonificación N° 3 según la Norma Peruana E.030 "Diseño Sismo resistente" a nivel nacional, teniendo como resultado una Tabla estadística de cuantas viviendas son vulnerables, cuantas están en riesgo, que solución podemos dar a ello y la prevención hacia el futuro.

Bach. Mónica Viviana Mercado Arimborgo

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico.

Se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica. 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 o amenaza sísmica.

Es preciso resaltar que no existen metodologías estándares para estimar la vulnerabilidad de las estructuras. El resultado de los estudios de

vulnerabilidad es un índice de daño que caracteriza la degradación que sufriría una estructura de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo de determinadas características.

Como sostiene el Banco Interamericano de Desarrollo y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe: “La reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solamente para reducir los costos humanos y materiales de los desastres naturales, sino también para alcanzar un desarrollo sostenible”. En la cuadro Nro.02 se explica cómo la vulnerabilidad se relaciona con el riesgo y su amenaza.

Cuadro Nro. 02

Relación existente entre vulnerabilidad, amenaza y riesgo

<u>AMENAZA</u>	<u>VULNERABILIDAD</u>	<u>RIESGO</u>
Fenómenos naturales Probabilidad de que ocurra un evento, en espacio y tiempo determinado, con suficiente intensidad como para producir daños	Grado de exposición y fragilidad, valor económico probabilidad de que, debido a la intensidad del evento y a la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente	f(A,V) Probabilidad combinada entre los parámetros anteriores

Fuente: CEPAL - BID

La vulnerabilidad es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido suficiente en prevención y mitigación, y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado elevado. De aquí se desprende que la tarea prioritaria para definir una política preventiva es reducir la vulnerabilidad, pues no es posible enfrentarse a las fuerzas naturales con el objeto de anularlas.

Expertos señalan que lo que viviremos dependerá mucho de la vulnerabilidad de nuestra vivienda o el inmueble en el que nos hallemos. Pero que de ninguna manera vendrá un sismo devastador.

Hay otros factores que influyen en la vulnerabilidad de las edificaciones, como son la antigüedad de la vivienda o la naturaleza de la misma. Es decir, aquellas que han sido construidas con adobes e incluso con ladrillos, pero sin cumplir las normas antisísmicas o autoconstruidas sin vigas o columnas, y también aquellas de quincha que han sufrido deterioros por las roturas de sus tuberías. Esa es nuestra gran debilidad a nivel nacional. Lo mismo que aquellos edificios antiguos con instalaciones precarias, sin mantenimiento, como los que hay en nuestra Región Junín.

Entonces, ¿cuál es la vivienda que nos protegerá? Simple. Aquella que cumpla con las normas sismo resistente vigente y que haya utilizado el concreto y demás materiales adecuados (léase calidad). “Para el diseño de las casas se tiene que llamar siempre a un ingeniero. Si no, siempre tendremos problemas y riesgos mortales.

Lamentablemente, del tipo informal y empírico son el 50% de las edificaciones y la mayoría estaría en los asentamientos humanos de todo el Perú. Allí es donde el sismo que venga se verá realmente reflejado.

A raíz de los recientes terremotos ocurridos en Japón y Ecuador, es necesario recordar que nuestro país se encuentra geográficamente ubicado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, por lo que es propenso a movimientos sísmicos. En ese sentido, es importante reflexionar qué tan preparados estamos los peruanos para hacer frente a una emergencia de este tipo. Son al menos cuatro las acciones básicas que se deben tomar en cuenta y poner en práctica para reducir los riesgos de un desastre natural como un sismo, como son:

- a) **Conocer el riesgo al que se enfrenta:** Las personas deben ser conscientes del tipo de amenaza al que están expuestas según las condiciones del entorno (geografía) y el lugar (infraestructura) en que

viven. Pueden ser sismos, lluvias, inundaciones, huaycos etc. Se previene y se actúa dependiendo del tipo de amenaza y las condiciones del entorno.

- b) **Plan familiar de emergencia:** Es decir cómo planifica una familia su accionar ante un desastre como un sismo. Esto incluye preacuerdos de cómo se comunicarán en caso de una emergencia, cuál será el punto de encuentro, preparación de una mochila de emergencia y un botiquín de primeros auxilios
- c) **Planes de prevención de las autoridades:** Las autoridades deben trabajar con la población para reducir los riesgos ante desastres como un sismo. Además de víveres, ropa y botiquines, cada gobierno local debería añadir a sus programas de prevención de desastres elementos que puedan ser útiles para atender mejor una emergencia como herramientas de trabajo que faciliten el rescate de sobrevivientes. Recordemos que en el terremoto de Pisco, el no tener herramientas útiles para rescatar a los sobrevivientes fue uno de los factores que más víctimas dejó.
- d) **Dejar de construir vulnerabilidad:** Hay que tener en cuenta que en Huancayo hay 321,687 habitantes aproximadamente viviendo en las laderas de cerros y/o asentamientos humanos y entre el 60% y 70% de las construcciones son informales, eso hace que no se tenga la certeza de cómo se van a comportar estas edificaciones en caso de sismo. ¿Vivir en las laderas de un cerro es peligroso? Cuando son cerros rocosos hay menos peligro. Los cerros arenosos son más riesgosos. Además hay que incidir en que no estamos construyendo bien, sin asesoría de profesionales, sin permisos. Estamos construyendo vulnerabilidades.

En este contexto, se percibe que la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el Perú ha sufrido significativas incidencias. Durante el siglo XX sismos notables fueron los que afectaron Piura y Huancabamba (1912), Caravelí

(1913), Chachapoyas (1928, 1990), Lima (1940, 1966, 1970, 1974), Nazca (1942), Quiches, Áncash (1946), Chimbote y Callejón de Huaylas (1970), Satipo (1947), Cusco (1950), Tumbes (1953), Arequipa y Moquegua (1958, 1960). Pero el de mayor intensidad registrado en este siglo fue del año 1970, en el departamento de Huaraz, con una magnitud de 7.9 grados Richter, que causó la muerte de 75,000 personas.

Ahora refiriéndonos al siglo XXI los sismos más importantes y con mayor intensidad fueron en la Costa Peruana (2001), Ucayali (2002), Moyobamba y Cordillera Azul de los Andes (2005), Cañete-Chincha (2006), Pucallpa (2011), Arequipa (2013), Ucayali (2015), 436km al norte de Tumbes – Ecuador (2016). Pero el terremoto de Chincha y Pisco fue un sismo registrado el 15 de Agosto del 2007 a las 23:40:57 UTC (18:40:57 hora local) con una duración cerca de un minuto, fue uno de los terremotos más violentos ocurridos en el Perú en los últimos años, solo siendo superado por el terremoto de Arequipa (2001); pero no fue el más catastrófico, desde ese punto de vista el terremoto de 1970 produjo miles de muertos.

El siniestro, que tuvo una magnitud de 8.0 en la escala sismológica de magnitud de momento y una intensidad máxima de IX en la escala de Mercalli Modificada, dejó 596 muertos, casi 2291 heridos, 76 000 viviendas totalmente destruidas e inhabitables y 431 000 personas resultaron afectadas. Las zonas más afectadas fueron las provincias de Pisco, Ica, Chincha, Cañete, Yauyos, Huaytará y Castrovirreyna.

También afectando a la capital de Perú, Lima. La magnitud destructiva del terremoto también causó grandes daños a la infraestructura que proporciona los servicios básicos a la población, tales como agua y saneamiento, educación, salud y comunicaciones. El sismo de Pisco de 2007 se cataloga como el sismo más fuerte que haya sacudido aquella región desde el sismo de 1716.

La fuente de origen del sismo fue el proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca, bajo la placa continental Sudamericana, dando origen

a la cordillera de los Andes. El sismo presentó una ruptura muy compleja, presentando dos picos de máxima intensidad, separados por 50 segundos, dando la impresión de que fueron dos sismos.

La información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú, en los primeros 10 minutos de ocurrido el sismo, fue de un sismo de magnitud 7.0 en la escala de Richter; sin embargo, la información proveniente del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), indicaba preliminarmente un sismo de 7.7 Mw, luego subió la cifra a 7.9 para finalmente, luego de muchos estudios, fijar en 8.0 en la escala Magnitud Momento (Mw), la magnitud final del sismo, magnitud aceptada por el Instituto Geofísico del Perú. En las primeras horas del sismo principal, se presentaron numerosas réplicas, de las cuales, la mayor réplica reportada fue de magnitud 6.2 ML ocurrido a las 12:16 am. del día 16 de agosto. Para los especialistas, la baja magnitud de las réplicas indicaría que la mayor parte de la energía acumulada fue liberada durante el sismo principal.

Teniendo estas referencias y hechos que se dieron durante los últimos años, marcaron mucho sufrimiento, dolor, miedo en nuestra nación; no solo al nivel afectivo, sino también en la parte social, económica, salud y emocional. Hoy en día nos sentimos vulnerables a cualquier movimiento sísmico, por ello a través de este estudio queremos analizar, evaluar, resolver y prevenir a que este tipo de problema social no se agrave a través del tiempo, ya que la población en nuestra región va aumentando cada vez más, y no ponemos la debida atención para prevenir las construcciones a futuro de las viviendas, teniendo en cuenta que en cualquier momento se puede producir un sismo, ya que nosotros la Región Junín se encuentra en una clasificación de zonificación N° 3 según la Norma Peruana E.030 "Diseño Sismo resistente". Nosotros tenemos que ser realistas de esta situación ya que es alarmante el crecimiento de la población y por ello el crecimiento y construcción de las viviendas más que nada informales.

Que quiere decir una vivienda informal, vienes hacer una vivienda que no está construida con los parámetros y normas que nos brinda el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, que esta vulnerable a todo tipo de riesgos, está expuesta a peligros de derrumbarse, de fracturas en muros, grietas en vigas y columnas, discontinuidad de columnas, huecos en elementos estructurales, columnas cortas, etc.

Las viviendas de la población de bajos recursos edificadas tradicionalmente en el Perú tienen como condicionantes funcionales las características de hogar para sus habitantes, además de incorporar usos referidos a su modo de subsistencia: como depósito de la producción agraria o artesanal, o bien para el cuidado de animales domésticos comestibles (aves y cuyes). Este tipo de vivienda ha tendido a reproducirse en las ciudades.

El diseño está condicionado por la protección contra los rigores climáticos y la disponibilidad de materiales de construcción. En las zonas alto andinas la vivienda sirve de protección contra las bajas temperaturas, lluvias intensas, granizadas y cambios marcados de temperatura entre el día y la noche. En las zonas de ceja de selva la vivienda sirve de protección contra las altas temperaturas e intensas lluvias, debiendo estar construidas en zonas protegidas de los desbordes frecuentes de los ríos. En cambio, las viviendas costeras requieren menor protección de bajas temperaturas, son tierras eriazas que se enfrentan a fenómenos como humedad ambiental y altas temperaturas en verano, pocas lluvias y en algunos casos fuertes vientos tipo Paracas que contaminan la atmósfera con polvo.

Los asentamientos humanos como la Victoria y Justicia Paz y Vida, del distrito de El Tambo en Huancayo, representa una realidad exactamente similar al diseño de las viviendas en zonas alto andinas. Viviendas de la población de bajos recursos edificadas tradicionalmente que tienen como condicionantes funcionales las características de hogar para sus habitantes, además de incorporar usos referidos a su modo de subsistencia y además diseñado por la protección contra los rigores climáticos propios de la zona.

Por lo antes expuesto en este contexto, surge la necesidad de hallar la vulnerabilidad sísmica de los asentamientos humanos la Victoria y Justicia, Paz Y vida del Distrito de El Tambo en la Ciudad de Huancayo, por medio del método del índice de vulnerabilidad, para así determinar el daño esperado para diferentes edificaciones, con el propósito de mostrar que existe un gran número de estructuras que presentan diferentes problemas, tanto en el diseño arquitectónico y estructural, como en su construcción asociado, en un gran porcentaje, a la antigüedad de sus estructuras. Sin embargo, el gran problema es que hay estructuras relativamente nuevas, con problemas de este tipo, el cual nos da a entender que hay falta de control por las entidades correspondientes.

La incontrastable es una ciudad que en las últimas décadas ha crecido aceleradamente ocasionando problemas a su configuración urbana. La urbe se ha extendido y continúa extendiéndose horizontalmente creando diversos inconvenientes para la administración, el control de las zonas de expansión, la accesibilidad y la dotación de los servicios básicos.

Tenemos actualmente 321,687 habitantes en Huancayo, El Tambo y Chilca y ocupamos algo más de 4,000 hectáreas de suelo urbano. Con una densidad promedio de 80 Hab./ha lo cual es un problema y genera la necesidad de promover intensivamente la densificación de las zonas consolidadas. Existe una problemática urbana diversa que ha sido identificada a través de los estudios correspondientes y se ha propuesto el marco general de soluciones básicas a esa problemática.

El Plan de Desarrollo Urbano de Huancayo establece, entonces, los principales lineamientos y normas que todos los actores urbanos – personas naturales y jurídicas – deben cumplir en el ámbito delimitado como zona urbana que a su vez comprende las tres jurisdicciones distritales metropolitanas. Dichos lineamientos y normas están orientados a establecer un ordenamiento físico de la ciudad y a la vez promover su desarrollo urbanístico y socio económico.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 PROBLEMA GENERAL:

¿Qué parámetros son necesarios para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica?

1.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO:

- ¿De qué forma el análisis estructural adecuado contribuye a la reducción de riesgos en un escenario de sismo de gran magnitud?
- ¿De qué manera puede ser dañados los elementos estructurales de una edificación o estructura frente a las fuerzas sísmicas, considerando las diferentes sollicitaciones?
- ¿Qué características debe tener una edificación para un buen desempeño sísmico?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

- Identificar los parámetros que permitan realizar los análisis de vulnerabilidad sísmica.

1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO :

- Analizar el diseño estructural adecuado para reducir riesgos en un escenario de sismo de gran magnitud.
- Realizar estudios directos que me permitan cuantificar los daños producidos en los elementos estructurales.
- Describir las características que debe tener una edificación para mejorar el desempeño sísmico.

1.4 Hipótesis de la investigación

1.4.1 HIPOTESIS GENERAL :

- Los parámetros para el análisis de vulnerabilidad son: Análisis Estructural, Diseño Sísmico, Desempeño Sísmico y el Tipo de Suelo.

1.4.2 HIPOTESIS ESPECIFICA :

- Al realizar el análisis del diseño estructural, existe menor riesgo sísmico
- En la medida que se incremente la seguridad del diseño estructural se reducirá la posibilidad de riesgo.
- Para mejorar el desempeño sísmico citaremos a los elementos que determine una mejor resistencia, como la Rigidez, Homogeneidad de los elementos estructurales, Continuidad y Simetría.

1.5 Justificación de la investigación

Uno de los más graves problemas que afecta a nuestro país es el alto índice de construcción informal de viviendas. Ello no solamente genera un crecimiento desordenado de las ciudades, sino también es un peligro para las familias que edifican en terrenos vulnerables.

A nivel nacional, hay un 60% de casas que se han construido de manera informal. Se han hecho las edificaciones sin ningún tipo de control urbano, sin asistencia técnica, se han asentado en zonas de alto riesgo y en zonas arqueológicas, porque no ha habido en las municipalidades un planeamiento en donde se diga que en dichos lugares no se podía construir

El llegar a conocer el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Huancayo según su diseño estructural utilizado en la construcción, es de vital importancia para prevenir desastres, la estimación de viviendas informales en la ciudad de Huancayo es bastante alta y como está en constante crecimiento se hace importante saber que si

no es muy adecuado seguir construyendo este tipo de viviendas, se está a tiempo de cambiar el rumbo de estas construcciones y de hacer el respectivo reforzamiento de las viviendas ya existentes.

También es importante aprovechar que hay una creciente preocupación de parte de todos los entes involucrados en seguridad, en cuanto a que se presentase un sismo de alto impacto en la región para lograr una adecuada colaboración de estos entes y los demás que no están directamente relacionados.

¿Cómo prevenir esta demanda de población que va creciendo alarmantemente?, sería si un alcalde tiene señalado en su Plan de Desarrollo Urbano las zonas que pueden ocuparse sin peligro alguno por la creciente población. En ese caso no permitiría que las familias se asienten y construyan en zonas vulnerables como las quebradas, que cuando se desbordan pueden causar no solamente daños físicos, sino pérdidas de vidas humanas.

El problema es que los burgomaestres no tienen esos instrumentos, y como no tienen esos instrumentos no hacen nada tampoco por sacar a esas personas de esos lugares riesgosos. Por ello pueden pedir ayuda al MVCS, para ingresar con programas de Techo Propio, Mi Vivienda, en función de lo que puede acceder esa población. Las autoridades no deben dejar que la gente invada solo por impulso. Ahí el gobierno local debe ofrecerles lotes en terrenos que pueden ser ocupados y a un costo asequible, un crecimiento urbano ordenado frena las invasiones.

Tenemos que tener en cuenta evaluar los parámetros para el análisis de vulnerabilidad que son Análisis Estructural, Diseño Sísmico, Desempeño Sísmico y el Tipo de Suelo en las viviendas informales. No todas las viviendas en mención cumplen con los procedimientos básicos de una construcción, por eso es importante seguir las normas de construcción del Reglamento Nacional de Edificaciones Vigente del Perú.

Entonces nuestro estudio se basa en los lugares mas vulnerables de la ciudad de Huancayo, como es de los AA.HH. Justicia , Paz y Vida y el AA.HH. de la Victoria. Lo cual evaluaremos 5 viviendas por asentamiento, que nos darán como resultado una tabla estadística de cuanto es riesgoso una construcción informal, cuanto somos vulnerables hacia un sismo en el futuro y cuanto nos exponemos a todo tipo de desastre natural.

1.6 Limitaciones

En el grupo de edificaciones a evaluar no se incluyeron aquellas en donde no se facilitó el acceso o la entrada al inmueble.

El grado de vulnerabilidad determinado es solo un estimado, que no pretende describir la realidad absoluta de las condiciones en las que se encuentra cada uno de los inmuebles

El tamaño de la muestra de las viviendas evaluadas y el nivel de detalle de la evaluación, se limitó tanto por los recursos humanos y económicos disponibles, como por la información que se pudo recolectar.

No se aplicaron métodos detallados para la estimación de daños de las viviendas de la muestra específica, sino que se empleó el grado de vulnerabilidad de las edificaciones.

Nos limitaremos a evaluar cada vivienda con un formato evaluado y aprobado por tres profesionales destacados en el área de Estructuras (Ingeniero Civil), el cual nos permitirá resolver las diferentes preguntas y/o observaciones que tuviera como daño la vivienda; el otro instrumento será visualmente y teniendo como prueba a ello fotografías e imágenes digitales para constatar el daño y las consecuencias de una mala construcción.

Tendremos que investigar y preguntar si tuvieron las viviendas informales el estudio adecuado de suelo antes de su construcción, como una referencia para saber la resistencia que tiene su edificación a cualquier tipo de sismo y/o peligro.

1.7 Viabilidad del estudio

Identificar los riesgos que pueden tener un vivienda informal, cuanto puede ser vulnerable a todo tipo de desastre natural y como nos exponemos a peligros, sin tener ningún tipo de seguridad.

Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales del distrito de El Tambo, desarrollando un procedimiento de evaluación que permita identificar los aspectos que las hacen vulnerables.

Como sabemos que el distrito de El Tambo tienen mayor población de viviendas informales como son en los AA.HH. Justicia Paz y Vida y el AA.HH. la Victoria, por ende decidimos detectar las fallas más altas e inseguras de cada vivienda, haciendo una evaluación y recopilando información para obtener un análisis, una solución y prevención.

Al analizar el modo actual y la realidad de nuestra sociedad, podemos darnos cuenta el nivel de riesgo que corren nuestros hermanos, que conlleva a la desesperación de tener una vivienda como refugio de nuestras familias, ya que los burgomaestres y alcaldes no tienen un Plan de Desarrollo Urbano, por eso las familias al ver que no hay otra alternativa se asientan, invaden y ocupan espacios que no son permitidos por el estado, como son las zonas de riesgos, zonas de arenales alejados de las instalaciones básicas para una vivienda, pendientes y quebradas.

Lo cual estamos expuestos a esta cruda realidad, que nuestras autoridades no les toman la debida atención a este problema que va creciendo cada vez más en la ciudad de Huancayo.

Por eso vemos que cada día hay enfrentamientos de invasores que con la desesperación toman lugares inadecuados y prohibidos, porque es el estado no les brinda una solución de terrenos accesibles.

Para poder evaluar las 10 viviendas informales de los dos asentamientos humanos, tenemos que tener en cuenta los parámetros para el análisis de vulnerabilidad sísmica que son Análisis Estructural, Diseño Sísmico, Desempeño Sísmico y el Tipo de Suelo.

Esta evaluación preliminar de las viviendas informales nos brindara un resultado estadístico para detectar de cuan dañada está construida cada vivienda y cuanto es el riesgo que corren las familias al ser vulnerables ante un sismo de gran magnitud.

Integración de los resultados obtenidos en este estudio en un sistema de información geográfica que permita ubicar ágilmente los establecimientos de la muestra seleccionada según grado de vulnerabilidad.

Para tener una solución de este tipo de construcciones, tendríamos que evaluar si la vivienda está en una buena disposición para un reforzamiento estructural, medir la resistencia de cada nivel y que uso se está dando en ella. Hacer un estudio de diamantina de concreto para ver si su Fuerza Cortante está dentro del tiempo de resistencia que trabaja el concreto, en ese caso sería un estudio para las columnas y vigas. Ya que no podemos evaluar la parte de cimentación ya que la vivienda está ya construida.

Otro punto importante es el tipo de suelo en donde está la construcción, esto nos da como referencia la resistencia que puede tener el tipo de suelo que nos brinda la Capacidad Portante del terreno hacia mi edificación o vivienda informal.

Tenemos que tener en cuenta que al realizar un estudio de las viviendas informales en los asentamientos humanos es más probable que no tengan ninguna referencia o ningún tipo de estudio de suelo, por ende nosotros evaluaremos este tipo de terreno por cada asentamiento para tener una

referencia de datos que nos brinda la Capacidad Portante de terreno, para que nuestro resultado sea más preciso.

También es importante evaluar si las diferentes viviendas informales están construidas para las distintas épocas climáticas del año, estamos hablando que nuestra ciudad de Huancayo es un clima seco, está dentro de la región de la Sierra, por ende nuestras viviendas deben soportar distintos tipos de climas, dependiendo de las estaciones, estamos refiriéndonos a las lluvias intensas, granizadas, ventarrones, sol intenso, derrumbes por intensas lluvias, huaycos, épocas de sequías, etc.

Tenemos que evaluar si las viviendas de qué tipo de material están construidas, si tienen buen desfogue pluvial, de qué material son sus techos, etc.

Por lo tanto, esta viabilidad de estudio nos permitirá un mayor enfoque para nuestro análisis, estudio, resultado, solución y prevención de cuanto son vulnerables las viviendas informales ante un sismo con gran magnitud en la ciudad de Huancayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A. Antecedentes nacionales:

- a) El Bach. Ochoa Zamalloa Ángel Jair, sustentó el año (2012) su tesis: **APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA DETERMINACION DE ESCENARIOS DE RIESGO EN EL BALNEARIO DE PUCUSANA**, a la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo.

Conclusión:

- En el Perú a pesar de ser un país de gran actividad sísmica, muchas de sus ciudades carecen de estudios de riesgos que les permitan asumir medidas preventivas.

- b) El Bach. Johan Edgar Laucata luna, sustentó el año (2013) su tesis: **ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO**, a la Escuela de Post Grado de la Pontificia Universidad Católica de Trujillo, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Conclusión:

- Los problemas constructivos encontrados en su mayoría son las juntas de construcción mal ubicadas, los malos encofrados y los aceros de refuerzo expuestos.
- c) El Bach. Rosario del Pilar Basurto Cartulin, sustentó su tesis: **VULNERABILIDAD SISMICA Y MITIGACION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE SAN LUIS**, a la Escuela de Post Grado de la Universidad Ricardo Palma, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

El desarrollo del presente estudio ha permitido obtener las siguientes conclusiones.

Conclusión:

- La vulnerabilidad social aumenta la vulnerabilidad física ante sismos, pues una población que no esté preparado ni cuenta con los recursos para enfrentar un peligro latente, como los sismos, no podrá enfrentarlos ni mitigar sus efectos.
- El 59% de las viviendas evaluadas tienen más de 30 años de antigüedad, estas edificaciones presentan una vulnerabilidad sísmica alta, porque fueron construidas sin un código de diseño sísmico, es decir antes del diseño de 1977.

- d) El Bach. Adalberto Vizconde Campos, sustentó su tesis: **EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN UN EDIFICIO EXISTENTE: CLINICA SAN MIGUEL DE PIURA**, a la Escuela de Post Grado de la Universidad de Piura, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Conclusión:

- El estudio de la vulnerabilidad sísmica de edificios como hospitales o clínicas, como es el caso de la clínica San miguel, debe abordarse desde un punto de vista global que considere la vulnerabilidad física (estructural, no estructural) y la vulnerabilidad funcional.
- Es importante integrar los métodos empíricos, experimentales y analíticos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica como una vía para aumentar la confiabilidad de estos estudios.

B. Antecedentes internacionales:

- a) Álvaro Rafael Caballero Guerrero sustentó su tesis (2007) **DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA POR MEDIO DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD EN LAS ESTRUCTURAS UBICADAS EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE SINCELEJO, UTILIZANDO LA TECNOLOGIA DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA**; a la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universidad del Norte Sincelejo, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Conclusión:

- Su investigación sus sustenta en que las ciudades que se encuentran en zonas de amenazas sísmicas

media y alta han crecido de una forma incontrolable, aumentando el riesgo de sufrir grandes pérdidas de vidas humanas y materiales como consecuencia de un terremoto.

- Los desastres naturales presentados en todo el mundo, dejan evidencia que los programas de prevención y mitigación de desastres no se han aplicado correctamente, más por indiferencia que por falta de recursos. La determinación del riesgo sísmico en una zona urbana es una herramienta muy útil para la planificación urbana.

b) Jorge Andrés Navia Llorente y Elkin Mauricio Barrera Roa sustentó su tesis (2007) **DETERMINACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA EN VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL DE UNO Y DOS PISOS CONSTRUIDAS CON MANPOSTERIA ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE BOGOTA**; a la Facultad de Ingeniería Civil a la Universidad de La Salle – Bogotá Colombia. Su investigación sus sustenta en que El índice de vulnerabilidad sísmica promedio (de todas las muestras trabajadas) obtenido en el presente trabajo fue de 6.10, por lo cual según la metodología aplicada en este trabajo se clasifica a estas viviendas como de vulnerabilidad baja, pero para llegar a una globalización de este valor en la ciudad de Bogotá, se tomaron tres variables significativas que fueron: el número de viviendas existentes en Bogotá en el año de 2007 (censo del 2007), número de viviendas piratas (Periódico EL Tiempo 30-Enero 2008) y número de viviendas de interés social (Metro/vivienda).

Conclusión:

- Con la realización de los cálculos correspondientes, se obtuvieron los valores, los cuales indican que la respuesta de la estructura ante el evento de un sismo es óptima, debido a que los pesos de las estructuras y la geometría están bien calculados, sin embargo vale decir que el coeficiente sísmico que se usó en el método es el referente a las Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño establecidas en la NSR -98, haciendo referencia a la aceleración pico efectiva (Aa) en la región 5 que corresponde a Bogotá con un valor de (0.2), con lo cual se cubre un factor de seguridad amplio.
- c) Lina Fernanda Llanos López y Lina María Vidal Gómez sustentó su tesis (2003) **EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DE ESCUELAS PUBLICAS DE CALI: UNA PROPUESTA METODOLOGICA**; a la Facultad de Ingeniería Civil y Geomántica en la Universidad del Valle – Santiago de Cali.

Conclusión:

- Este estudio permitió determinar que un alto porcentaje (56%) de las setenta escuelas de la población estudiada son altamente vulnerables, indicando una necesidad apremiante de realizar evaluaciones analíticas a cada una de ellas para su posterior intervención. Este resultado también es un indicador de la urgencia con que se requiere ampliar este estudio a todas las escuelas de Cali y del Valle del Cauca.

- El estudio también reveló que la gravedad de las condiciones de las escuelas de Cali está subdimensionada, ya que, de una población de 70 establecimientos, se identificaron 27 altamente vulnerables, adicionales a las 33 escuelas, que, de acuerdo con los reportes de la secretaria de educación, se encuentran en mayor riesgo.
- d) Natalia Andrea Silva Bustos sustentó su tesis (2011) **VULNERABILIDAD SISMICA ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS SOCIALES Y AVALUACION PRELIMINAR DE RIESGO SISMICO EN LA REGION METROPOLITANA**; a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemática, Departamento de geofísica a la Universidad de Chile.

Conclusión:

- Su investigación sustenta en que el comportamiento sísmico de las construcciones de albañilería de ladrillo reforzada (en especial confinada) ha sido en general satisfactorio en estructuras de hasta 3 ó 4 pisos de altura, poniendo de manifiesto la eficacia de confinar la albañilería con elementos de hormigón armado.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Vulnerabilidad

La función de vulnerabilidad define la distribución de probabilidad de las pérdidas como función de la intensidad producida durante un escenario específico, para lo cual es necesario definir las curvas que relacionan el valor esperado del daño y la desviación estándar del daño con la intensidad del fenómeno amenazante.

Dentro de la Vulnerabilidad mencionaremos los tipos más importantes, como son:

a. Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado.

Es decir, la vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales. De esta forma elaborar una estimación del grado de impacto que tendrá un sismo sobre una estructura se vuelve un trabajo totalmente complicado puesto que las características de cada construcción abren un sin fin de variables. Aun así la estimación es necesaria pero se aplica un muestreo cuando se requieren resultados globales.

Las metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica son numerosas, algunas presentan fallas porque dejan de evaluar ciertas características que influyen en la estabilidad de la estructura porque las instrucciones sobre cada uno de los parámetros y sus respectivas calificaciones son realizados por cualquier persona con los conocimientos básicos del tema pueda llenar los formularios pero esto puede conducir a resultados fallidos porque algunos parámetros son de naturaleza descriptiva y estas calificaciones dependen de la objetividad del observador.

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 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 sismo resistente de la estructura, de manera que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica esta necesariamente vinculada a la manera como se definen la acción y el daño sísmico.

b. Vulnerabilidad estructural

Vulnerabilidad estructural, el llegar a saber o determinar el grado de impacto que tendría la acción de un sismo sobre una estructura es fundamental para determinar si esa estructura es segura y por lo tanto habitable o útil.

c. Vulnerabilidad No Estructural.

Un estudio de vulnerabilidad no estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que estos elementos puedan presentar. Sabemos que al ocurrir un sismo la estructura puede quedar inhabilitada debido a daños no estructurales, sean por colapso de equipos, elementos arquitectónicos, etc., mientras que la estructura permanece en pie. Esto generalmente se aplica a los hospitales y clínicas donde entre el 80% y 90% del valor de la instalación no está en las columnas, vigas, losas, etc.; sino en el diseño arquitectónico, en los sistemas electromecánicos y en el equipo médico contenido dentro del hospital.

d. Vulnerabilidad Funcional

Un estudio de la vulnerabilidad funcional busca determinar la susceptibilidad de la edificación a sufrir un “colapso funcional” como consecuencia de un sismo.

Esto es sólo visible en el momento en que ocurre una emergencia. A fin de determinar en esta tercera etapa la vulnerabilidad funcional, se evalúa lo referente a la infraestructura. En primer lugar, el sistema de suministro de agua y de energía eléctrica, que son las partes más vulnerables. También son afectadas por los sismos las tuberías de alcantarillado, gas y combustibles, para lo cual se realizan investigaciones sobre su resistencia y flexibilidad.

2.2.2 Método del índice de vulnerabilidad sísmica

El análisis del comportamiento de viviendas, durante terremotos ocurridos desde el año 1972 en diferentes regiones de Perú, ha permitido a los investigadores de este país identificar algunos de los parámetros más importantes que controlan el daño en las viviendas informales y edificaciones.

Estos parámetros se han recopilado 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 las viviendas informales existentes y edificaciones. 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 método del Índice de Vulnerabilidad.

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, al estudiar

detalladamente cada una de éstas 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 controladores 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 las viviendas y 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. Esta escala, la cual permite una estimación cuantitativa de la vulnerabilidad, ha sido propuesta por estos dos autores.

El método del índice de vulnerabilidad ha sido ampliamente utilizado en Italia durante los últimos quince años y su gran aceptación en este país ha quedado demostrada por el GNDT (Grupo 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, la obtención de una extensa base de datos sobre daño y vulnerabilidad que, como ninguno de los otros métodos subjetivos que se presentaron anteriormente.

2.2.3. Cálculo del índice de vulnerabilidad

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, como se observa en la Tabla 2.0 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 $K_4 = 45$.

Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de importancia 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 VI se define por la siguiente expresión:

Ecuación Nro.01

Fórmula para calcular el Índice de Vulnerabilidad

$$VI = \sum_{i=1}^n K_i \cdot W_i$$

Donde :

- K_i = Intervienen cuatro tipos de clases A,B,C y D.A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico K_i que varía entre 0 y 45.
- W_i = Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso W_i , que varía entre 0,25 y 1,50.Este coeficiente refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistencia del edificio.

De esta forma, el índice de vulnerabilidad V_i se define por la siguiente expresión:

Cuadra Nro.03

Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrin

PARAMETROS	Clase Ki				Importancia del parámetro W_i
	A	B	C	D	
1. Organización del Sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2. Calidad del Sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5. Diafragma horizontales.	0	5	15	45	1.00
6. Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7. Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00
10. Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11. Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

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 Tabla 2.0, los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son de naturaleza descriptiva y quedan definidos completamente por las instrucciones 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

2.2.4. Formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad:

El formulario encuesta que se observa en la Figura Nro.01, es una versión modificada por Aguiar. Una de las simplificaciones que se tienen en cuenta es la de no utilizar el primer nivel de aproximación debido a que los datos que provee no influyen directamente en el cálculo del VI. Por otra parte, del segundo nivel se utiliza únicamente la parte correspondiente a edificios de mampostería, debido a que no se conoce bibliografía sobre funciones de vulnerabilidad para edificios de otro tipo.

El formulario original, de segundo nivel, incluye los cálculos que debe efectuar el observador durante las investigaciones de campo, para clasificar cada parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D lo cual, además de prolongar el tiempo del levantamiento, facilita la introducción de errores matemáticos. Por estas razones se ha desarrollado un programa de ordenador para el cálculo del VI con el cual se evitan los inconvenientes descritos anteriormente y se simplifica el formulario de levantamiento, ya que de esta forma sólo se requieren los datos estrictamente necesarios para definir VI.

Por otro lado elaboramos otro formato como referencia para evaluar cada vivienda informal, detalla otro tipo de preguntas estructurales y no estructurales, datos primordiales, sistema de pisos, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias, parámetros de protección, tipos de suelo, clasificación de daño, riesgos ambientales, esquemas de seguridad, etc. Para poder apreciar el formato esta en el Cuadro Nro.01

2.2.5. Parámetros de Método:

I. 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 las clases:

- Edificio construido de acuerdo con las recomendaciones de la norma E.030.
- Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre, capaces de transmitir acciones cortantes verticales.
- Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien unidas.
- Edificio con paredes ortogonales no ligadas entre sí.

II. Calidad del sistema resistente

Con este parámetro se determina el tipo de mampostería 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 del material y de las piezas, por toda la extensión del muro. Se reporta una de las clases:

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

- 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.

III. 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 Pisos

At : área total cubierta en (m²)

A_{x,y} : área total de los muros resistentes en el sentido X e Y respectivamente en (m²). El área resistente de los muros inclinados un ángulo α diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por $(\cos \alpha)^2$.

τ_k : resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²). En el caso de que la mampostería se componga de diferentes materiales, el valor de τ_k se determina como un promedio ponderado de los valores de resistencia a cortante para cada uno de los materiales τ_j , utilizando como factor de peso el porcentaje relativo en área A_j de cada uno de ellos.

Ecuación Nro. 02

Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería

$$\tau_x = \frac{\sum \tau_i A_i}{\sum A_i}$$

h: altura media de los pisos en (m)

Pm: peso específico de la mampostería en (Ton/m³)

Ps: peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m²)

IV. 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:

- Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- 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.

- 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.
- 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.

V. Diafragmas 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.

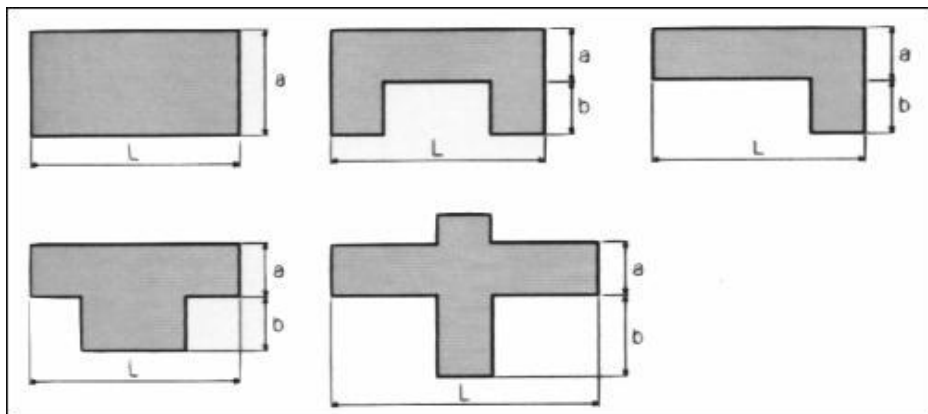
D) Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

VI. Configuración en planta

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativo la relación $\beta_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $\beta_2 = b / L$. En la Figura 02 se explica el significado de los dos valores que se deben reportar, para lo cual se evalúa siempre el caso más desfavorable.

Figura No. 02

Configuración en planta de la estructura.



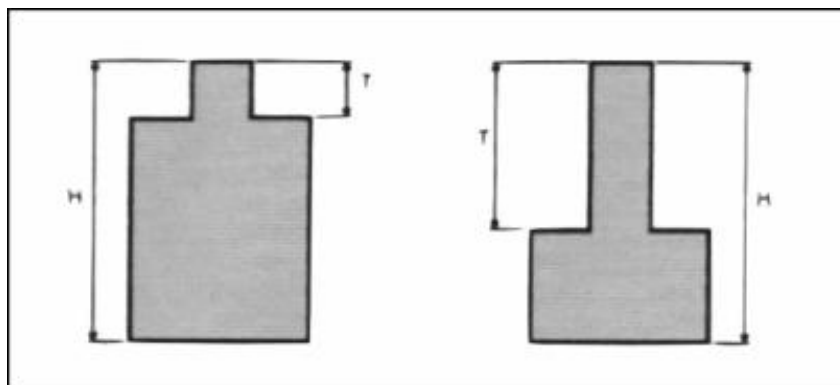
VII. Configuración en elevación

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 , tal como se indica en la Figura Nro.03. 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 $\pm M/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata 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.

Figura No.03

Configuración en elevación de la estructura.

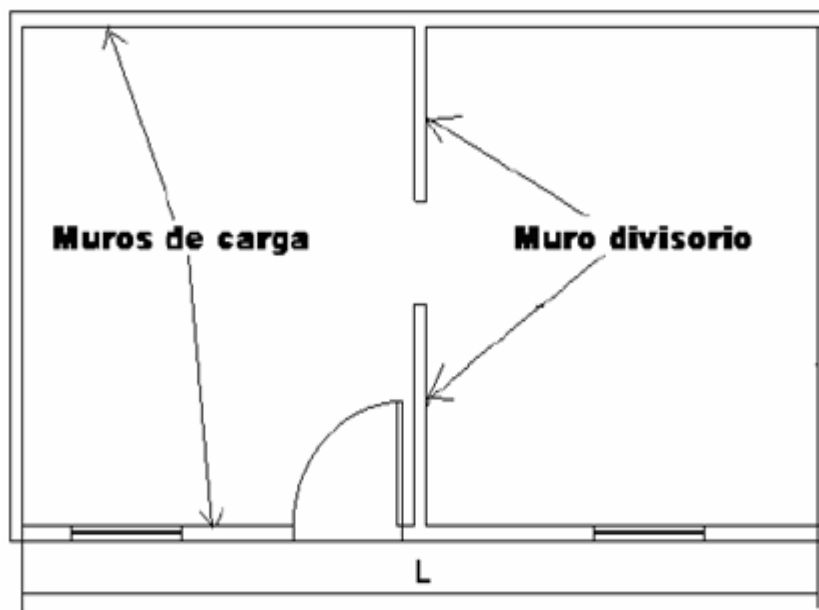


VIII. Distancia máxima entre los muros

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

Figura No 04.

Configuración de los muros en planta de la estructura y su respectiva separación (L).



IX. 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 cumbreira. Edificio con cubierta plana.

B. Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira.

C. Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.

D. Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

X. 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. 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.

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 la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.

XI. Estado de conservación

Se reporta una de las clases:

- Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- 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.
- Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

2.2.6. Cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa:

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.

i. Parámetro de resistencia convencional (3)

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:

Ecuación Nro.03

Factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo

$$C = \frac{a_0 \tau_x}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 a_0 \tau_x (1 + \gamma)}}$$

Donde:

Ecuación Nro.04

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

Ecuación Nro.05

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

Ecuación Nro.06

$$\alpha_0 = A / A_1$$

Ecuación Nro.07

$$\gamma = B / A$$

Ecuación Nro.08

$$q = \frac{(A+B)h}{A_1} P_m + P_s$$

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, asumiendo 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 $\alpha = C / C_0$, en donde C_0 es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.2, según las Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmico de diseño de Bogotá correspondiente a la región 05.

- A) Edificio con $\alpha \geq 1$.
- B) Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$.
- C) Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.
- D) Edificio con $\alpha < 0.4$.

ii. 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 $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$.
- B) Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$.

C) Edificio con $0.6 > \beta 1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta 2 \leq 0.3$.

D) Edificio con $0.4 > \beta 1$ ó $0.3 < \beta 2$.

iii. Configuración en elevación

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

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

B) Superficie porche $< 10\%$ ó $10\% \leq -M/M < 20\%$.

C) Superficie porche $= 10\% \approx 20\%$ ó $-M/M > 20\%$ ó $T/H < 2/3$.

D) Superficie porche $> 20\%$ ó $M/M > 0$ ó $T/H > 2/3$.

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 $15 \leq L/S < 18$.

C) Edificio con $18 \leq L/S < 25$.

D) Edificio con $L/S \geq 25$.

Es muy importante aclarar que la importancia de usar este método precisamente, radica en que al ser un método no destructivo no implica la ejecución de ensayos, se deduce que la información necesaria contra la disponible es óptima, los resultados son bastante confiables según se ha visto desde sus inicios en Italia en 1973 y además, los cálculos son relativamente sencillos, facilitando así mismo la interpretación de resultados.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de varias metodologías para el análisis de la vulnerabilidad sísmica.

Cuadro No. 04

Comparación de metodologías cuantitativas.

Metodología	Ventaj	Desventajas
Índice de vulnerabilidad	<p>La información necesaria versus la disponible es óptima.</p> <p>De fácil comprensión en los cálculos y los resultados.</p> <p>Resultados confiables.</p> <p>Fácil adaptación a las restricciones de diseño y construcción colombianas.</p>	<p>Al igual que las demás metodologías sus resultados sólo son aproximaciones o estimaciones de la Vulnerabilidad sísmica de las estructuras.</p> <p>Se complementa con el método del índice de daño para hacer</p>
Método de la Asociación Colombiana de ingeniería sísmica, AIS	<p>De fácil comprensión, está diseñada para que pueda ser usado por cualquier persona con conocimientos medios del tema.</p>	<p>Los resultados no se pueden complementar con los de otros métodos, de tal forma que no logran una mayor exactitud que las demás metodologías.</p>
Método del Instituto di Scienzae Tecnica del le Costruzioni I.S.T.C.	<p>Su parecido con el método del índice de vulnerabilidad es grande, usa fichas de levantamiento de la información y se califican en 7 parámetros que determinan los resultados.</p> <p>Tiene software desarrollado por el I.S.T.C. que analiza los resultados obtenidos en campo.</p>	<p>La comparación de resultados tiene que ser de estructuras bastante similares.</p>

Método Venezolano	Se puede usar con gran cantidad de sistemas estructurales.	Para su uso se debe tener demasiada información, lo cual hace que cuando se hagan estudios en masa es bastante tedioso.
Método Japonés	Evalúa gran cantidad de parámetros que los otros métodos olvidan tales como elementos no estructurales del tipo instalaciones eléctricas o demás.	Requiere de que los evaluadores tengan un criterio bastante alto del tema. Limita su rango de acción a edificios de concreto reforzado de mediana y baja altura.

2.2.7. Mampostería estructural

Mampostería estructural. La mampostería estructural es un método o alternativa constructiva que al igual que los demás métodos o alternativas plantea ventajas y desventajas, variando en las condiciones de uso, lugar y demás variables de la estructura. El ladrillo de arcilla es el primer material creado por el dominio de la inteligencia humana sobre los cuatro elementos: la tierra para fabricarlo, el agua y el aire para amasarla, el aire para secarlo y el fuego para cocerlo.

Por otra parte, milenarias obras de la historia de la humanidad aún perduran y fueron construidas en piedra, hoy en buena parte reemplazada por el concreto, en el cual la pasta de cemento y agua, liga y consolida las piedras pequeñas y granos de arena para constituir un aglomerado artificial muy parecido a algunas piedras naturales con valores desconocidos de resistencia

El auge de los sistemas de construcción industrializados en nuestro país, se ha dado en gran medida como consecuencia de la experiencia que durante años los arquitectos, ingenieros, diseñadores, constructores, inspectores e interventores han acumulado. Sin embargo, aunque estos sistemas tienen gran cabida en nuestro medio por las ventajas constructivas que se presentan con el sistema de muros de mampostería estructural en arcilla, utilizado para la construcción de todo tipo de edificaciones, desde viviendas de dos pisos hasta edificios altos, inclusive en zonas de alto riesgo sísmico. Igualmente, el sistema de mampostería estructural es el método constructivo que más se adapta a las condiciones socio-económicas de nuestro entorno, ya que los materiales empleados siempre ofrecerán ventajas mayores frente a sistemas que requieren grandes inversiones iniciales y a que el conocimiento del mismo, hace parte de la cultura de nuestra gente.

Priestley afirma que:

La mampostería estructural por lo general no suele presentar un comportamiento eficiente ante cargas sísmicas. Aunque la razón de la falta de confianza de los ingenieros estructuralistas en este material se debe, en gran parte, a un comportamiento ineficiente de las estructuras de mampostería no reforzadas o deficientemente reforzadas, durante las primeras etapas de este siglo, el comportamiento de la mampostería reforzada en los temblores no ha sido menos que ejemplar.

2.2.8 Viviendas Informales

Un asentamiento irregular o infravivienda es un lugar donde se establece una persona o una comunidad que está fuera

de las normas establecidas por las autoridades encargadas del ordenamiento urbano.¹

Los establecimientos irregulares por lo general son densos asentamientos que abarcan a comunidades o individuos albergados en viviendas autoconstruidas bajo deficientes condiciones de habitabilidad. Se forman por ocupaciones espontáneas de terrenos, públicos o privados, sin reconocimiento legal, expandiendo los bordes de las ciudades en terrenos marginados que regularmente están en los límites de las zonas urbanas, o en terrenos con elevados riesgos para las viviendas allí asentadas (laderas de altas pendientes, terrenos poco estables, zonas inundables en las márgenes de ríos y quebradas).

Típicamente son el producto de la necesidad urgente de obtención de vivienda de las comunidades urbanas de escasos recursos económicos, o de migrantes llegados de zonas rurales, empujadas a abandonar sus tierras por múltiples motivos, y al no existir, generalmente, políticas que habiliten a estas personas a adquirir por medios legales viviendas dignas.

Los asentamientos irregulares se caracterizan por ciertas condiciones en común:

- Viviendas construidas en zonas de alto riesgo: bordes de ríos, lagunas, montañas, expuestas a inundaciones y deslaves.
- Viviendas con limitado acceso a los servicios tales como agua potable, gas para calefacción, luz eléctrica, cocina y red cloacal (drenaje).

- Difícil acceso a vivienda ya que frecuentemente no hay caminos consolidados de acceso, y los pocos que existen son veredas con abundantes huecos.
- Multiplicidad de condiciones económicas y sociales en un mismo barrio.
- Dificultades de acceso de ambulancias, bomberos y policía ante distintos eventos.
- Viviendas construidas por material obtenido de la basura: cartón, plástico, papel.
- Pobre protección para el frío, vientos, arena, etc.

El surgimiento de los asentamientos irregulares tiene varias causas, uno de los principales es la poca fuerza que dedican al tema del ordenamiento territorial los gobiernos locales y regionales que generalmente no tiene propuestas válidas para ofrecer soluciones habitacionales a las poblaciones de baja renta y a los migrantes que continuamente llegan de las áreas rurales a agrandar los cordones periurbanos. Estas áreas se caracterizan por poseer un nivel muy rápido de desarrollo, no estructurado y no planeado.

A escala global, los asentamientos irregulares son un problema significativo, especialmente para los propios habitantes, quienes al no poseer su propiedad formalmente ven limitadas sus perspectivas de progreso futuro y a menudo conllevan, en la vida cotidiana, mayor presupuesto de mantenimiento que una vivienda de asentamiento formal.

Un informe de la Comisión de la Seguridad Social de las Naciones Unidas de 1986 indicó que entre un 30 y un 60 por ciento de los residentes de las ciudades más grandes

de los países subdesarrollados viven en asentamientos irregulares, lo cual evidencia que los asentamientos irregulares, presentes en distintos países del mundo, ya no son conceptuados como lo han sido poco tiempo atrás, como guaridas de maleantes, ladrones o drogadictos y narcotraficantes, para ser hoy en día, poblaciones negadas de sus derechos elementales.

Normalmente los asentamientos irregulares tienen una estructura organizacional definida, que es encabezada por los líderes comunitarios. Esta organización es una medida que se da como resultado de crear un medio de protección ante las presiones de las autoridades locales, que por lo general están en contra de su situación irregular y puede llevar en muchos casos al desalojo. La organización de un asentamiento irregular se lleva a cabo mediante la generación de una relación de solidaridad entre sus vecinos.

Los establecimientos irregulares son sistemas sociales dinámicos complejos que experimentan un cambio continuo. Al ocupar la tierra irregularmente, los residentes están a menudo preparados para evadir la ley con la esperanza de mejorar su posición económica. Típicamente, la dinámica política y social interna está caracterizada por la solidaridad y/o la confrontación. Sin embargo, el conflicto interno es inherente en relación a la situación de la comunidad y los agentes externos, como las autoridades y los residentes circundantes. Una comunidad puede actuar en solidaridad al negociar con las autoridades o al invadir un terreno. Las autoridades, por lo general, adoptan una actitud pasiva respecto a estos barrios degradados, interviniendo tan sólo cuando su crecimiento

genera desórdenes sociales, disturbios o crimen organizado.

La solidaridad puede ocurrir durante las negociaciones con las autoridades, pero las disputas pueden ocurrir durante la implementación de los programas acordados con las autoridades y durante el funcionamiento pleno del mismo establecimiento.

2.2.9. Sismos con mayor intensidad en el Perú

Este cuadro Nro. 05 cronológica es un recuento de los terremotos ocurridos en el territorio del Perú, así como de los temblores más importantes sucedidos desde la época colonial hasta nuestros días.

Advertimos que la magnitud y el número de víctimas en algunos casos es aproximada. Se mencionan también los terremotos que si bien no tuvieron su epicentro en el actual territorio peruano, afectaron sin embargo parte de él.

Cuadro Nro.05

Cuadro Cronológico de los terremotos ocurridos en el Perú

FECHA	MAGNITUD	NOMBRE	EPICENTRO	ZONAS AFECTADAS	VICTIMAS Y DAÑOS MATERIALES
23 de enero 1582	8.2Mw	Arequipa	Cerca de Arequipa	Sur del Perú	30 muertos, destrucción total de Arequipa y sus alrededores.
12 de mayo 1664	8.0 Mw	Ica y Pisco		Actual departamento de Ica	Acompañado de un maremoto, destrucción total de la ciudad de Ica. 400 muertos en Ica y 60 muertos en Pisco
20 de octubre 1687	8.4 Mw	Lima y Callao	Ocano Pacifico, al Oeste de Lima y el callao	Costa y Sierra central del Peru	Dos terremotos en el mismo día, maremoto arrasa el Callao y otras ciudades costeras, 1541 muertos.

28 de octubre 1746	8.6 Mw	Lima y Callao	Oceano Pacifico y Oeste del Callao	Costa y Sierra central del Peru	El mayor terremoto de la historia de Lima. Maremoto gigantesco. Entre 15 000 a 20 000 muertos. En Lima unas 5000. En el Callao solo se salvan 200 de una población de 5000. Destrucción total de Lima y el Callao.
13 de mayo 1784	8.2 Mw	Arequipa	Cerca de Arequipa	Actual departamento de Arequipa	54 muertos. La ciudad de Arequipa queda arruinada, así como todas las poblaciones situadas en un radio de 100 km. Numerosas réplicas
13 de agosto 1868	9.0 Mw	Sur del Peru	Oceano Pacifico, frente a Arica	Sur del Perú, Bolivia y actual norte de Chile	El mayor seísmo registrado en Perú junto con el de 1746. Se percibió desde Samanco en Perú, hasta Valdivia en Chile. Al menos 700 muertos (500 de ellos en todo el litoral afectado). Destrucción en Moquegua, Arequipa, Tacna, Iquique; los puertos de Arica, Mollendo e Islay arrasados por un maremoto.
12 de diciembre 1908	8.2 Mw	Costa Central del Peru	Frente a las costas de Áncash y Lima	Costa Central del Perú.	10 muertos.
24 de mayo 1940	8.2 Mw	Lima y Callao	Océano Pacífico, frente a las costas de Callao y del departamento de Lima.	Costa central del Perú.	Acompañado de un maremoto. Fue sentido desde Guayaquil en el Norte hasta Arica en el Sur. 1000 muertos. Las zonas más afectadas en Lima fueron el Centro, Barranco, La Molina y Chorrillos.
24 de agosto 1942	8.2 Mw	Nasca	Entre los límites de los dptos. de Ica y Arequipa	Dptos. de Arequipa e Ica.	Dptos. de Arequipa e Ica.

23 de junio 2001	8.2 Mw	Sur del Peru	En el mar, frente a las costas del departamento de Arequipa, Perú	Sur del Perú	240 + muertos (70 desaparecidos); 2 400 heridos; 460 000 damnificados
15 de Agosto 2007	8.0 Mw	Pisco de Ica	Océano Pacífico, a 40 km al Oeste de Chíncha Alta, departamento de Ica.	Provincia de Pisco, Chíncha, Ica y Cañete	596 fallecidos; 2 000 heridos; 340 000 damnificados
1 de abril 2014	8.2 Mw		83 kilómetros al noroeste de Iquique, Chile	Sur del Perú, norte de Chile y Bolivia	9 heridos hospitalizados, y 18 leves; varias edificaciones antiguas de adobe colapsados en Tacna, Tarata y Moquegua. Cortes de luz y de telecomunicaciones en Arequipa, Moquegua y Tacna. Tsunami local en toda la costa peruana, causando inundaciones en balnearios cercanos al epicentro. Aparecieron grietas en las viviendas de Desaguadero (Puno).
25 de noviembre 2015	7.6 Mw		83 y 99 kilómetros al sur de Esperanza, Ucayali	Sur y centro del Perú, oeste de Brasil y norte de Bolivia	Fueron 2 sismos uno tras otro según el IGP. Percibido con intensidad máxima V en Puerto Esperanza IV en Cusco, Pucallpa, Puerto Maldonado, Puno, Arequipa y La Paz III en Huamanga, Huancayo, Moyobamba, Tacna, Tarapoto, Puerto Inca, Tingo María, Oxapampa, Chachapoyas, sentido ligeramente (II) en Lima, Cajamarca y Trujillo. Sentido en Ecuador, Colombia, y desde el occidente y al sur de Venezuela.
16 de abril 2016	7.4 ML	Terremoto en Ecuador	436 km al norte de Tumbes (Ecuador)	Norte del Perú	Se sintió en los departamentos de Tumbes, Piura, Cajamarca, Lambayeque y Amazonas, sin ocasionar daños.

El sismo de Pisco de 2007 se cataloga como el sismo más fuerte que haya sacudido aquella región desde el sismo de 1716. La fuente de origen del sismo fue el proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca, bajo la placa continental Sudamericana, dando origen a la cordillera de los Andes. El sismo presentó una ruptura muy compleja, presentando dos picos de máxima intensidad, separados por 50 segundos, dando la impresión de que fueron dos sismos. La información de que dos sismos, de 7.7 el primero y 7.5 el segundo (dada por el entonces presidente A. García), es completamente errónea. La información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú, en los primeros 10 minutos de ocurrido el sismo, fue de un sismo de magnitud 7.0 en la escala de Richter; sin embargo, la información proveniente del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), indicaba preliminarmente un sismo de 7.7 Mw, luego subió la cifra a 7.9 para finalmente, luego de muchos estudios, fijar en 8.0 en la escala Magnitud Momento (Mw), la magnitud final del sismo, magnitud aceptada por el Instituto Geofísico del Perú. En las primeras horas del sismo principal, se presentaron numerosas réplicas, de las cuales, la mayor réplica reportada fue de magnitud 6.2 ML ocurrido a las 12:16 am. del día 16 de agosto. Para los especialistas, la baja magnitud de las réplicas indicaría que la mayor parte de la energía acumulada fue liberada durante el sismo principal.

El Terremoto de Chincha y Pisco de 2007 fue un sismo registrado el 15 de agosto de 2007 a las 23:40:57 UTC (18:40:57 hora local) con una duración cerca de 1 min. Su epicentro se localizó en las costas del centro del Perú a 40 km al oeste de Pisco y a 150 km al suroeste de Lima, y su

hipocentro se ubicó a 39 km de profundidad. Fue uno de los terremotos más violentos ocurridos en el Perú en los últimos años, sólo siendo superado por el terremoto de Arequipa de 2001 (terremoto del sur del Perú de 2001); pero no fue el más catastrófico, desde ese punto de vista el terremoto de 1970 produjo miles de muertos.¹

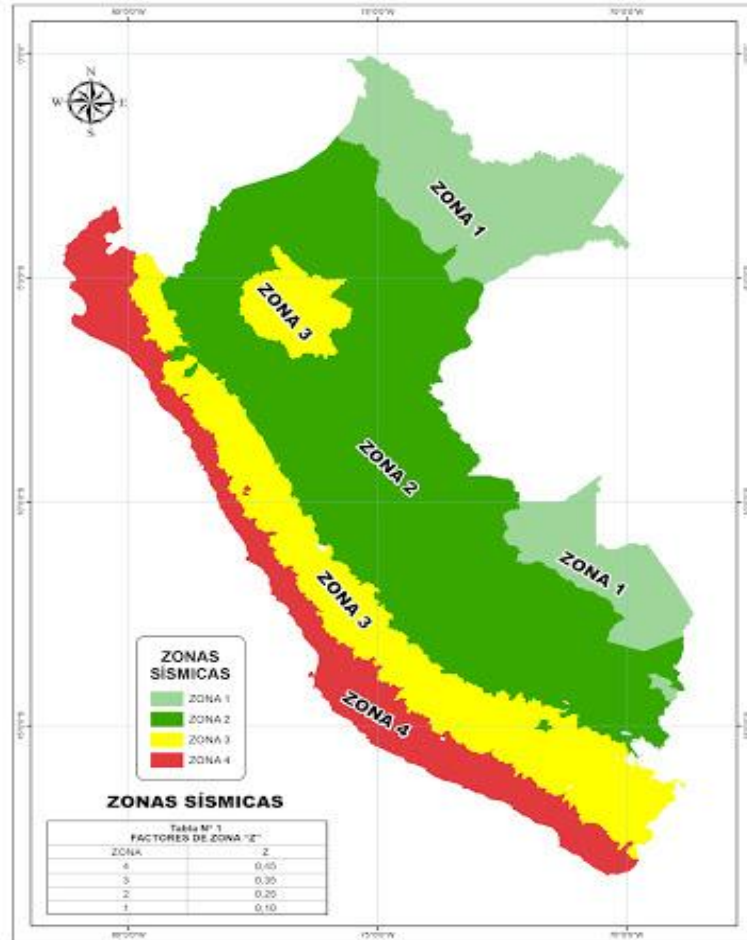
El siniestro, que tuvo una magnitud de 8.0 en la escala sismológica de magnitud de momento y una intensidad máxima de IX en la escala de Mercalli Modificada, dejó 596 muertos, casi 2291 heridos, 76 000 viviendas totalmente destruidas e inhabitables y 431 000 personas resultaron afectadas. Las zonas más afectadas fueron las provincias de Pisco, Ica, Chincha, Cañete, Yauyos, Huaytará y Castrovirreyna. También afectando a la capital de Perú, Lima. La magnitud destructiva del terremoto también causó grandes daños a la infraestructura que proporciona los servicios básicos a la población, tales como agua y saneamiento, educación, salud y comunicaciones.

2.2.10. Clasificación de Zonificación en la Ciudad de Huancayo

Al territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura Nro.05. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Figura Nro.05

Clasificación de Zonificación en la Ciudad de Huancayo



A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro Nro.06. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Cuadro Nro.06

Clasificación de Factores de Zonas

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

En el cuadro Nro.07 contiene el listado de los distritos de la provincia de Huancayo clasificando a cada uno de ellas el tipo de zona.

Las zonas sísmicas en las que se dividen y clasifican la provincia de Huancayo y distritos, se basan del Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del reglamento Nacional de Edificaciones Vigente.

Cuadro Nro.07

Clasificación de zonas sísmicas en los distritos de la provincia de Huancayo

REGION (Dpto.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
JUNIN	HUANCAYO	PARIAHUANCA	2	DOS DISTRITOS
		SANTO DOMINGO DE ACOBAMBA		
		CARHUACALLANGA	3	VEINTISEIS DISTRITOS
		CHACAPAMPA		
		CHICCHE		
		CHILCA		
		CHONGOS ALTO		
		CHUPURO		
		COLCA		
		CULLHUAS		
		EL TAMBO		
		HUACRAPUQUIO		
		HUALHUAS		
		HUANCAN		
		HUANCAYO		
HUASICANCHA				

		HUAYUCACHI		
		INGENIO		
		PILCOMAYO		
		PUCARA		
		QUICHUAY		
		QUILCAS		
		SAN AGUSTÍN		
		SAN JERONIMO DE TUNÁN		
		SAÑO		
		SAPALLANGA		
		SICAYA		
		VIQUES		

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. Mampostería de Cavidad Reforzada:

Construcción realizada con dos paredes de unidades de mampostería, colocadas en paralelo, con o sin refuerzo, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado. El funcionamiento del sistema es compuesto, es decir que tanto la pared interior de concreto reforzado como las laterales de mampostería, aportan resistencia a las fuerzas soportadas por la estructura.

2.3.2. Mampostería de muros confinados:

Construcción con base en piezas de mampostería unidas con mortero, cuyo refuerzo principal está dado por elementos de concreto reforzado (vigas y columnas) construidas en los bordes del muro. Estos elementos de concreto reforzado atienden todas las fuerzas de tracción (flexiones) y la parte de los esfuerzos cortantes que no resiste el muro de mampostería.

2.3.3. Mampostería de bloque de perforación vertical:

Se destaca porque a través de sus celdas verticales se coloca el acero de refuerzo a flexión y luego se rellenan con mortero. Además de lo anterior se puede decir de este tipo de mampostería que:

El refuerzo horizontal se coloca entre las juntas en el mortero de pega y en unidades o bloques especiales que conforman una especie de viga intermedia para resistir esfuerzos cortantes.

Usualmente, en celdas no ocupadas por el refuerzo vertical, se colocan los tubos verticales de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.

Los bloques pueden ser de arcilla cocida, de concreto, o de material sílico- calcáreo, con ancho de 10, 15 o 20 cms, longitud de 20, 30 o 40 cms y altura de 10,15 o 20 cms. Estas dimensiones están dadas con el objeto de modular los muros y sus uniones. Con los bloques de perforación vertical se puede diseñar y construir, según la norma , tres tipos de Mampostería :

- Mampostería Reforzada
- Mampostería Parcialmente Reforzada
- Mampostería no Reforzada

Estos tres tipos de construcción se diferencian por las cuantías mínimas de refuerzo vertical y horizontal, pues dependiendo de ellas y de la cantidad de celdas rellenas, su Capacidad de Disipación de Energía en el Rango Inelástico, es Especial (DES), Moderada (DMO) ó Mínima (DMI).

A su vez, la norma limita el uso de cada tipo de mampostería en las diversas zonas de Amenaza Sísmica, según su capacidad de Disipación de Energía en el Rango Inelástico.

2.3.4 Reforzamiento Estructural

El reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales tiene como finalidad evitar demoliciones innecesarias en elementos de concreto que carezcan de la resistencia diseñada o donde

el acero mínimo no fue colocado, mediante la implementación de obras complementarias.

En muchas obras de pequeño y mediano tamaño se cometen errores en la dosificación del concreto y en el armado del acero de las estructuras que conlleva a una no aceptación de los elementos, sean estos cimientos, columnas, vigas, losas o muros.

La demolición de obras se convierte entonces en una práctica que se lleva a cabo normalmente en el medio de la construcción y por ende acarrea atrasos en el cronograma, impacto en los costos del proyecto y desperdicio de material entre otros, por lo tanto, es necesario implementar ciertas técnicas de reforzamiento a las estructuras para evitar su demolición.

Otro aspecto que valida la implementación de las técnicas de reforzamiento es mejorar la imagen de la empresa o ingeniero al buscar soluciones y alternativas que eviten las demoliciones.

Para empezar a crear un cambio y minimizar la práctica de las demoliciones es que se proponen las técnicas de reforzamiento para los diferentes elementos estructurales.

En las construcciones es vital mantener una constante inspección, contar con un plan de control de calidad que abarque pruebas de laboratorio tanto para los materiales puestos en sitio como para el producto final, sea este armaduras o concreto.

Dentro del reforzamiento estructural poseen técnicas de concreto, logrando desglosar en cinco grupos dichas técnicas:

- **Técnicas de reforzamiento para cimientos.**

Para los cimientos, se aplica la técnica de reforzamiento por medio de secciones transversales al mismo, denominadas “costillas”. Dicha técnica consiste en secciones de concreto colocadas de manera transversal al cimiento, para mejorar su comportamiento ante las deflexiones.

Figura Nro. 06

FOTOGRAFIA DEL USO DE LAS COSTILLAS



Otra técnica para cimientos, que presentan problemas debido a la capacidad de soporte del suelo, es la inyección de concreto por debajo de las zonas afectadas.

- **Técnicas de reforzamiento para columnas de concreto.**

Para las columnas se plantearon tres opciones, la primera consiste en un encamisado de acero por medio de una columna metálica complementaria, que debe soportar un porcentaje de la carga axial que depende de la columna de concreto actual. Este

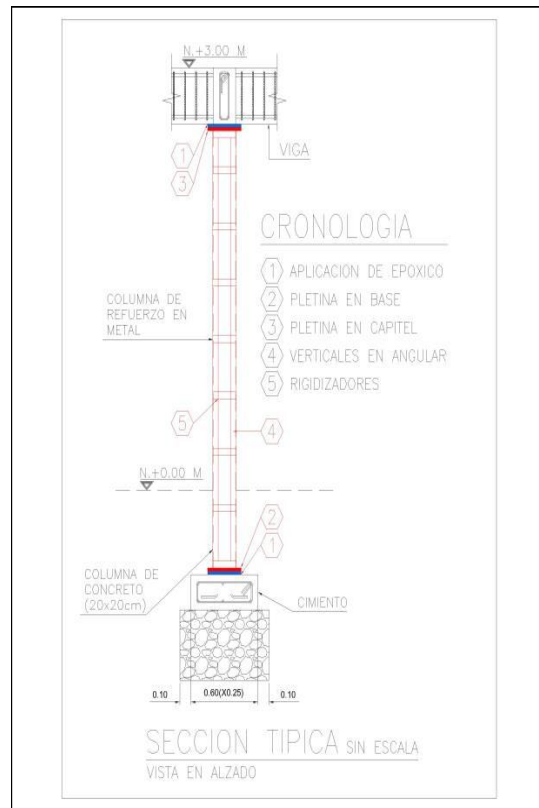
tipo de reforzamiento es poco atractivo ya que afecta la apariencia arquitectónica de la construcción, y por lo general se forra para evitar que el encamisado y sus refuerzos sean observados.

El diseño de este tipo de columna está ligado a la capacidad de soporte de la columna existente, a las condiciones de apoyo, a la esbeltez de la nueva columna y el debido cuidado para evitar un pandeo total o local, para esto es necesario el uso de rigidizadores.

En la base de la nueva columna metálica se instala una pletina que estará en contacto directo con el cimiento y transmitirá toda la carga, por lo que se debe revisar el efecto del aplastamiento en el concreto. Caso similar al que se da en el capitel con la unión entre la pletina y las vigas de concreto.

Figura Nro.07

Vista en alzado de la columna.



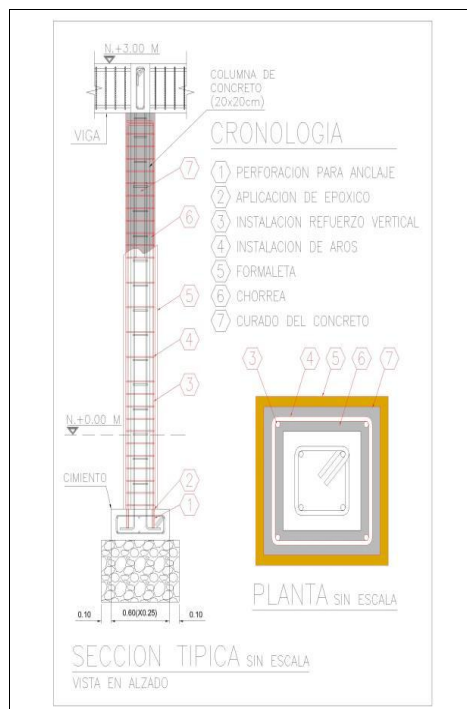
El segundo caso consiste en la construcción de un anillo perimetral de concreto, que debe soportar el porcentaje de carga axial faltante de la columna existente y el acero se diseña para soportar el cien por ciento de la carga, según el esquema de flexión pura de la columna. Esta técnica es muy apropiada cuando el aspecto estético de la obra es de suma importancia.

La gran diferencia entre el encamisado metálico y el anillo perimetral de concreto es el tiempo de respuesta de cada uno. Para el primero la aplicación de las cargas es inmediato, y la columna entra en servicio, para el segundo caso se debe esperar a que el concreto chorreado alcance al menos una

resistencia igual o mayor a la obtenida en el núcleo existente, por lo general al utilizar concretos expansivos de alta resistencia, es de esperar a los tres días dicho valor, a partir de esa fecha se podría cargar la columna

Figura Nro.08

Vista en alzado de la columna con refuerzo por anillo perimetral.



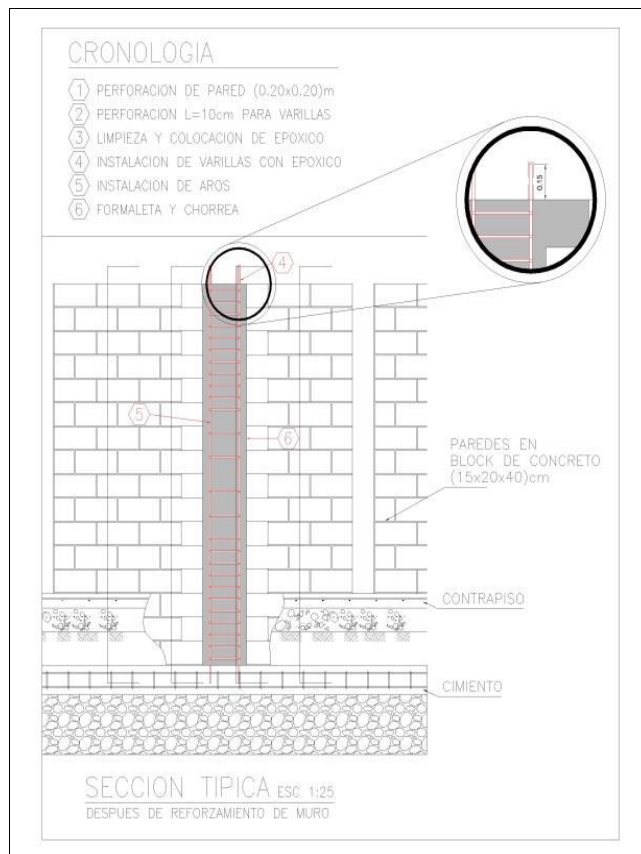
El tercer caso es el reforzamiento de la columna, haciendo uso de una demolición zonificada, e ingresando los aros y acero que faltaban desde el inicio, y luego realizar la respectiva chorrea de la columna. Esta reparación puede realizarse sin necesidad de apuntalar la columna y vigas aledañas, ya que se trabaja en la zona del recubrimiento del acero. Sin embargo por seguridad y con la idea de mantener la integridad del núcleo de concreto existente es que se apuntala la zona.

- **Técnicas de reforzamiento para muros en mampostería.**

Para el caso de los muros construidos con mampostería, se planteó reducir el ancho del paño, por medio de la introducción de una columna de concreto intermedia, logrando que la dimensión efectiva fuera menor, y así, las cargas disminuyeran. Utilizar una sobre viga que ayude a distribuir las cargas a las columnas y no a la mampostería, puede ser otra técnica que complementada con la antes mencionada, de un mejor resultado.

Figura Nro.09

Reforzamiento de Muro.

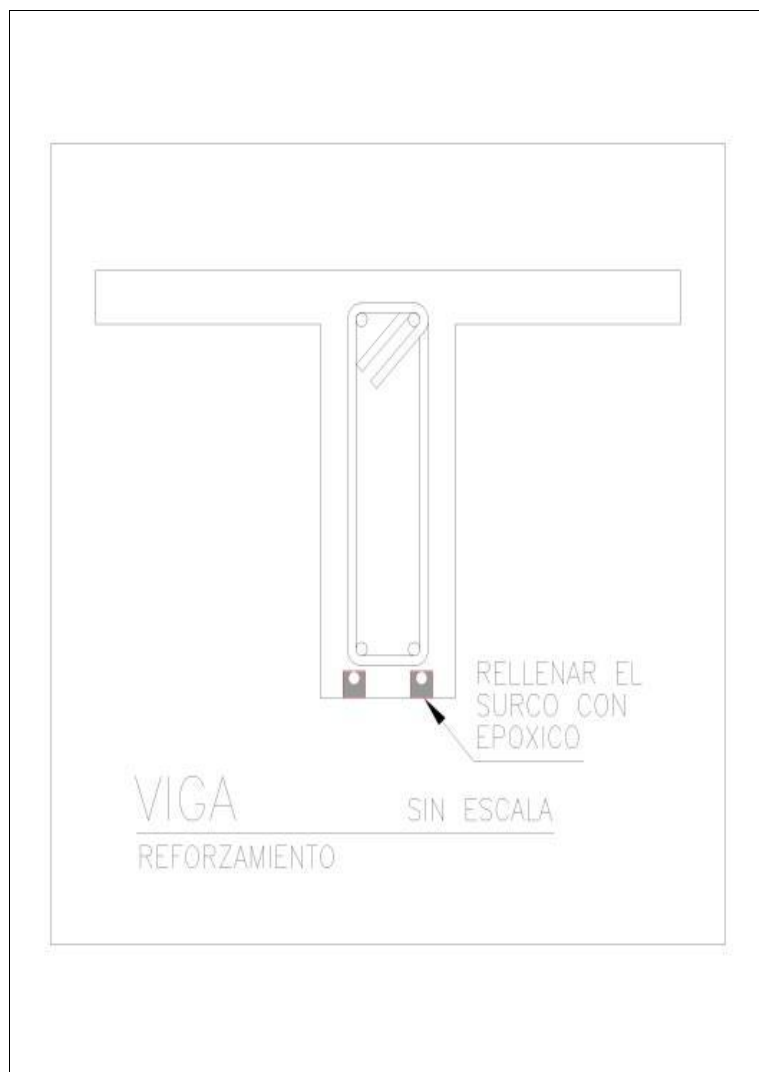


- **Técnicas de reforzamiento para vigas de concreto.**

Para las vigas de concreto, las técnicas empleadas se basan en la incorporación del acero faltante, confeccionando surcos en la viga, haciendo uso de sierras mecánicas, y luego rellenando el espacio con concreto de alta resistencia. Esta técnica aplica, tanto para el acero de refuerzo, como para el acero por cortante.

Figura Nro.10

Relleno de surcos.

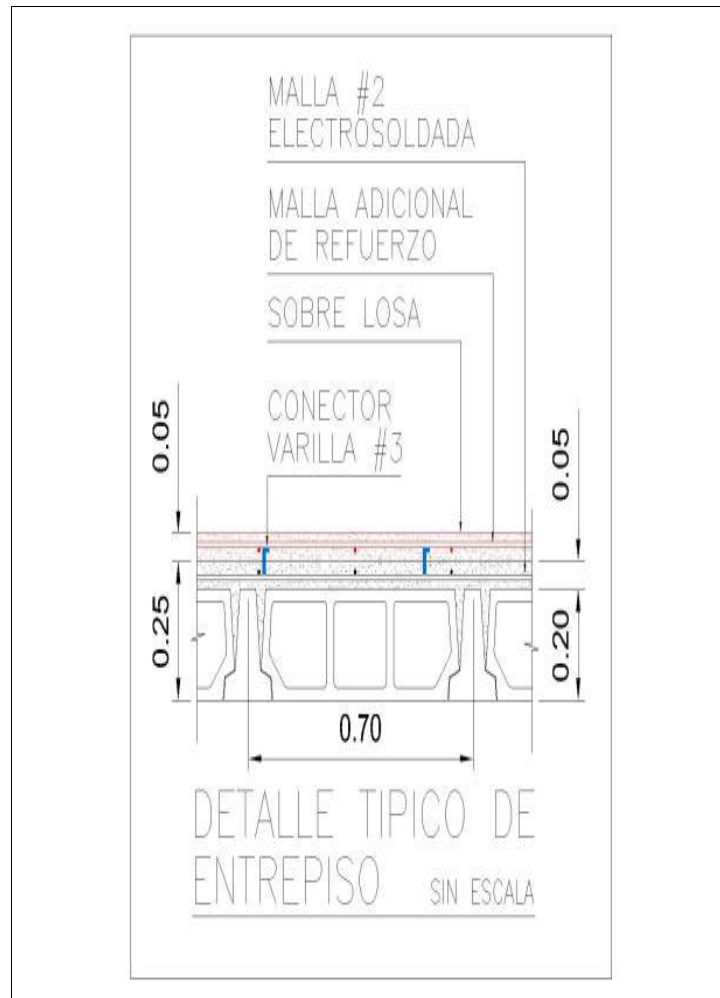


- **Técnicas de reforzamiento para losas.**

Para el reforzamiento de las losas de concreto, se propuso realizar una sobre losa, cuya función principal es aumentar el espesor de la misma, y obtener un bloque de esfuerzos “a” menor. Al contar con un “a” de menor cuantía, el acero mínimo requerido disminuye, esto resuelve el problema de la deficiencia por acero.

Figura Nro.11

Sobre losa de concreto.



La implementación de técnicas de reforzamiento a elementos estructurales que presentan deficiencias en el concreto y en el acero, son favorables, dando resultados aceptables y evitando así la demolición de los mismos. Esto se comprueba con el análisis estructural de cada elemento reforzado, según las teorías de diseño existente, que permiten obtener la capacidad final. Además, sin realizar un análisis de costos detallado, es notable que la aplicación de las técnicas antes mencionadas reflejan un menor costo en comparación a realizar una demolición y reconstrucción total del elemento.

Se recomienda el uso de productos o aditivos, presentes en el mercado nacional a costos razonables, que ayudan a realizar ciertas etapas de los reforzamientos.

Finalmente, antes de proponer la demolición de un elemento realice una revisión del mismo, y establezca posibles técnicas de reforzamiento, con esto, logrará minimizar el impacto en su construcción.

2.3.5. Suelo

Se conoce como suelo la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica.

Los suelos no siempre son iguales cambian de un lugar a otro por razones climáticas y ambientales, de igual forma los suelos cambian su estructura, estas variaciones son

lentas y graduales excepto las originadas por desastres naturales.

En el planeta Tierra, el suelo es fundamental como recurso natural renovable de él depende en gran parte la actividad agropecuaria.

El suelo está formado por varios componentes: rocas, arena, arcilla, humus o materia orgánica en descomposición, minerales y otros elementos en diferentes proporciones. El conjunto de alteraciones que sufren las rocas, hasta llegar a constituir el suelo, se denomina, meteorización; proceso que consiste en el deterioro y la transformación que se produce en la roca al fragmentarse por acción de factores físicos, químicos, biológicos y geológicos.

Si eres observador y sobre todo si te gusta contemplar la naturaleza, habrás podido observar cuando sales de paseo, de viaje a otras ciudades o dentro de tu misma ciudad como el paisaje cambia. Las tierras no son todas del mismo color, algunas se presentan de color amarillento, otras de aspectos rojizos algunas bastantes oscuras casi negras... De igual manera encontramos variedad en la vegetación sitios realmente fértiles, como otros bastantes áridos.

En el siguiente tema trataremos de conocer algunos de los factores que influyen en las condiciones de los suelos. De igual manera conocer los tipos de suelo, cuáles son los más apropiados para el cultivo, para el pastoreo de los animales o para otras actividades del ser humano. Son muchos los factores que influyen en las condiciones de los suelos, son

muchos los elementos que hacen que los suelos sean fértiles o no.

Las temperaturas, la pluviosidad y las posibilidades de un buen drenaje o escurrimiento de las aguas, son factores importantes que explican las características de un suelo determinado. Por ejemplo, los suelos de las altas montañas son muy distintos a los de las llanuras o a los de los valles.

El agua en mayor o menor cantidad, así como las bajas o altas temperaturas, permiten la formación de cada tipo de suelo. La humedad y la temperatura hacen que se disuelvan o no, determinados minerales, se fragmenten las rocas y se descomponga la materia orgánica: restos de hojas, raíces, tallos, frutos, animales, excrementos y semillas. La proporción de cada componente le da al suelo respectivo un espesor, una fertilidad y un color determinados. Los suelos presentan una coloración rojiza, parda, amarilla, blanquecina o negruzca, de acuerdo con la presencia de ciertos minerales, humedad, tipo de roca u otros factores.

TIPOS DE SUELO:

- **Suelos arenosos:** están formados principalmente por arena. Son suelos que no retienen agua. Tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura.
- **Suelos arcillosos:** principalmente están formados por arcilla, de granos muy finos color amarillento, retienen el agua formando charcos. Si se mezclan con humus pueden ser buenos para cultivar.
- **Suelos calizos:** tienen abundancia de sales calcáreas. Son de color blanco, son secos y áridos y no son buenos para la agricultura.

- **Suelos pedregosos:** formados por rocas de todos los tamaños. No retienen el agua y no son buenos para el cultivo.
- **Suelos humíferos:** en su composición abunda la materia orgánica en descomposición o descompuesta (humus). Son de color oscuro, retienen bien el agua y son buenos para el cultivo.

Para que un suelo posea verdadero valor agrícola, debe reunir tres condiciones fundamentales.

- Contener suficientes partículas pequeñas (arcilla y limo) para que retengan la humedad alrededor de las raíces de las plantas.
- Contener bastantes partículas mayores (grava y arena) para que sea poroso y así las raíces reciban suficiente aire para mantener viva la planta.
- Poseer los elementos químicos necesarios para nutrir las plantas. Cuando el suelo no posee estos nutrientes, pueden agregarse fertilizantes o abonos.

Estas condiciones hacen de los suelos el mejor de los recursos naturales, pero es bueno también recordar que el suelo es un recurso natural que se agota como se agota el agua y debemos cuidarlo y protegerlo, no sólo para nosotros, sino para las generaciones futuras.

SU IMPORTANCIA:

Los suelos permiten que las formaciones vegetales naturales y los cultivos se fijen con sus raíces y así busquen los nutrientes y la humedad que requieren para vivir. El hombre obtiene del suelo no sólo la mayor parte de los

alimentos, sino también fibras, maderas y otras materias primas.

También los suelos son de importancia vital para los animales, muchos de éstos obtienen su alimento única y exclusivamente de los suelos. Además; sirven, por la abundancia de vegetación, para suavizar el clima y favorecer la existencia de corrientes de agua.

2.3.6. Microzonificación sísmica

La microzonificación sísmica consiste en establecer zonas de suelos con comportamiento similar durante un sismo, de manera que puedan definirse allí, recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificaciones sísmo resistentes. Para cada una de las zonas, además de especificarse la fuerza sísmica posible, deben identificarse los tipos de fenómenos asociados que pueden desencadenarse a raíz del sismo, como son los deslizamientos, la ampliación exagerada del movimiento o la posibilidad de la licuación del suelo.

La definición de estas zonas se hace con base en criterios tipográficos, estratigráficos, espesores y rigidez relativa de los materiales, entre otras características de los suelos.

Por ejemplo, en las zonas montañosas, las consecuencias más importantes son los deslizamientos y avalanchas, además de la amplificación de las ondas por efectos topográficos.

En los sitios donde la topografía es plana y con suelos relativamente blandos, existe la posibilidad de grandes

amplificaciones del movimiento sísmico dependiendo de las características del sismo.

En los depósitos conformados principalmente por materiales arenosos, especialmente cuando se trata de arenas limpias, sueltas ubicadas menos de 15 metros de profundidad y con niveles freáticos altos, existe la posibilidad de que se presente el fenómeno llamado licuación, en el cual se pierde toda la capacidad de soporte del suelo presentándose grandes asentamientos del terreno y generando volcancitos de arena y hundimiento de las edificaciones que estén localizadas sobre estos.

Con base en el mapa de microzonificación sísmica, una ciudad puede adelantar la planificación de su desarrollo, teniendo en cuenta las restricciones a los tipos de construcción y los parámetros de diseño definidos para las diferentes zonas de la ciudad.

2.3.7. Viviendas

Una vivienda es un área cerrada y protegida habilitado por personas. Estas se suelen erigir de diversos materiales siendo los más empleados el hormigón armado y la madera.

Las viviendas son estructuras resistentes que protegen a las personas de las inclemencias atmosféricas y le brinda intimidad. Una vivienda es el refugio y el lugar de descanso de los seres humanos.

Las viviendas pueden ser:

- Las viviendas naturales: refieren a los hogares que no han sido intervenidos por el hombre y que

usualmente eran utilizados por el hombre prehistórico, como es el caso de las cuevas.

- Las viviendas artificiales: refiere a las viviendas creadas por el hombre donde se emplea una gran variedad de materiales; y se erigen a tamaños, estilos y formas distintas. Una vivienda es toda obra arquitectónica que ofrece confort, privacidad, seguridad, y protege del exterior a los que residen en él.

a) Clasificación de viviendas:

Además de estilos, tendencias y otros factores, podemos clasificar a las propiedades residenciales a partir de su principal material de construcción. Aunque se puede mezclar materiales, hacer ampliaciones y demás, el material principal de construcción es el que se ha utilizado para erigir la mayor parte de la residencia. Aprendamos sobre algunas de las tendencias modernas y más acogidas para la construcción de viviendas.

- **Casas de adobe**

El adobe es uno de los más antiguos y versátiles materiales de construcción. Se trata de una mezcla, relativamente simple, de barro y paja, que conforma ladrillos o bloques muy resistentes, flexibles y adaptables a diversos suelos, climas y condiciones. Aunque las casas de adobe suelen ser consideradas como frágiles, lo cierto es que el verdadero adobe perdura por decenios de años sin perturbaciones. Las viviendas de adobe son firmes, adecuadas para sitios con movimientos telúricos repetidos, climas cálidos y fríos por igual, secos y húmedos, soleados y

nublados. El adobe conforma viviendas cálidas, impermeabilizadas, rústicas y acogedoras.

- **Casas de ladrillo**

Son las construcciones más convencionales en nuestros tiempos; viviendas estructuradas a partir de la liga de bloques de barro cocido, sustentadas por columnas y vigas de metal y cemento, muy resistentes y flexibles, que se adecuan a los movimientos del terreno. El ladrillo logra residencias cálidas, aisladas a nivel térmico y de sonidos, aunque requieren de un tratamiento o cobertura para su mantenimiento y belleza.

- **Casas de madera, paja y caña**

Las casas de madera son más rústicas, cálidas y acogedoras. Aportan una sensación de intimidad única, y son también muy resistentes al paso del tiempo y a los elementos, siempre y cuando se utilice madera bien tratada. Pueden quedar expuestas a daños producto de insectos y del clima, por lo que requieren mantenimientos relativamente regulares.

Las casas de paja y caña, por su parte, son quizás las construcciones más resistentes al clima (temperatura y humedad) y a los movimientos del terreno, aunque su necesidad de coberturas y tratamiento las hace menos usadas para residencias, prefiriéndose estos materiales para quinchos, bungalos y residencias de descanso, como cabañas.

- **Casas de materiales mixtos**

Estas residencias obtienen su nombre a partir de su estructura, erigida en un material y “rellena” con otro; por ejemplo: los cimientos y estructuras principales de ladrillo y las paredes de madera o bloques, tabiques y demás. Puede combinarse una amplia variedad de elementos en este tipo de viviendas, dependiendo de los requisitos del sitio de construcción en cuanto a su clima y otros factores. Con esta técnica de construcción puede lograrse residencias frescas o cálidas, más o menos firmes y flexibles, y siempre adecuadas a las condiciones y características de la zona.

- **Casas bioenergéticas**

Esta es la última tendencia en la construcción. Son las más adecuadas al clima y a las condiciones del terreno, para aprovechar los recursos naturales de manera óptima. Estas construcciones adecuan los diversos materiales, formas y técnicas para aprovechar el calor en invierno, la brisa y el fresco en verano, y suelen incluir tecnologías de aprovechamiento de energías solar, eólica y otras como fuentes de alimentación interna.

2.3.8. Causas de sismo tectónica:

Son los sismos que se originan por el desplazamiento de las placas tectónicas que conforman la corteza, afectan grandes extensiones y es la causa que más genera sismos.

2.3.9. Causas de sismo volcánicas:

Es poco frecuente, cuando la erupción es violenta genera grandes sacudidas que afectan sobre todo a los lugares cercanos, pero a pesar de ello su campo de acción es reducido en comparación con los de origen tectónico.

2.3.10. Hundimiento:

Cuando al interior de la corteza se ha producido la acción erosiva de las aguas subterráneas, va dejando un vacío, el cual termina por ceder ante el peso de la parte superior. Es esta caída que genera vibraciones conocidas como sismos. Su ocurrencia es poco frecuente y de poca extensión.

2.3.11. Deslizamientos:

El propio peso de las montañas es una fuerza enorme que tiende a aplanarlas y que puede producir sismos al ocasionar deslizamientos a lo largo de fallas, pero generalmente no son de gran magnitud.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 Diseño Metodológico

Según Peralta:

“Debido a que no existe una metodología estándar para la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones que sea aplicable en su totalidad en cualquier región, es necesario adaptar o proponer metodologías que correspondan a las condiciones particulares de las edificaciones en su contexto local. En este sentido, el autor del presente desarrollo una metodología que tiene en cuenta las características constructivas, arquitectónicas y estructurales de las edificaciones de la zona estudiada, que permite realizar un diagnóstico inicial de la vulnerabilidad, hacer un análisis global y particular, tener un conocimiento integral de la zona, además de generar mapas de escenarios de vulnerabilidad y daño”

Y teniendo en cuenta lo expuesto por José V. Altamirano en el libro “Metodología de la Investigación” la investigación a desarrollar en este proyecto será contextualizada dentro del ámbito de una investigación cuasi-experimental o que se observan unas variables independientes, a partir de las cuales se llega a determinar el probable efecto que tienen sobre otras variables (dependientes).

La investigación se realizara en cuatro fases:

- **FASE I RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**
- Antecedentes de estudios de la vulnerabilidad y riesgo sísmico.
- Información puntual de los temas relacionados.
- **FASE II DETERMINACIÓN DE LAS MUESTRAS (EDIFICACIONES A ESTUDIAR)**
- Localización de fuentes (viviendas informales en los Asentamientos Humanos “Justicia, Paz y Vida” y el Asentamiento Humano “La Victoria”)
- Recolección de datos de las fuentes.
- **FASE III DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA**
- Revisión de la literatura sobre las diferentes metodologías para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.
- Definir la propuesta metodológica a implementar.
- Ordenar los datos necesarios para el uso de la propuesta metodológica.
- **FASE IV DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA MUESTRA.**
- Estudio de los factores que determinan la vulnerabilidad sísmica.
- Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica de la muestra representativa de las viviendas de interés social de uno y dos pisos en Bogotá.

- Realización de unas conclusiones del estudio y unas recomendaciones para futuros estudios, basadas en la experiencia del estudio.

3.2 Población y muestra

POBLACION:

Según **FREUDENTHAL, Hiudin (2001:55)** “La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad, o similares”.

En nuestra investigación la población estará dada por las viviendas informales ubicadas en los asentamientos humanos Justicia Paz y Vida y La Victoria al año 2016.

MUESTRA:

Muestreo intencional o de conveniencia:

Este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras "representativas" mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos. Es muy frecuente su utilización en sondeos preelectorales de zonas que en anteriores votaciones han marcado tendencias de voto.

También puede ser que el investigador seleccione directa e intencionadamente los individuos de la población. El caso más frecuente de este procedimiento el utilizar como muestra los individuos a los que se tiene fácil acceso (los profesores de universidad emplean con mucha frecuencia a sus propios alumnos).

Para nuestro caso de investigación se seleccionara directa e intencionadamente las viviendas del area de influencia, que en este caso seran el numero de 10 viviendas a los que se tiene facil acceso.

3.3 Operacionalización de variables

La variable trabajada en este proyecto es el índice de vulnerabilidad sísmica que es directamente dependiente de las viviendas informales en los ambos asentamientos en la ciudad de Huancayo

Cuadro Nro.08

Identificación de variables.

CATEGORIA DE ANÁLISIS	VARIABLES	INDICADORES
Índice de vulnerabilidad sísmica.	Viviendas	Número de pisos.
	Informales en el	Área total cubierta. Resistencia cortante mampostería
	Asentamiento	Altura media entre pisos.
	Justicia, Paz y	Peso por unidad de Configuración planta.
	Visa y el	Distancia máxima entre m
Asentamiento La	Calidad sistema resistente.	
Victoria en la		

3.4 Técnicas de recolección de datos.

Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos.

3.4.1. INSTRUMENTOS

- Dentro del desarrollo del proceso investigativo, se usaron hojas de cálculo desarrolladas mediante el software MICROSOFT EXCEL para la determinación exacta del índice de vulnerabilidad sísmica.
- Se realizó un plano por cada vivienda informal evaluada en un software AutoCAD 2015.
- Se elaboró un formato para evaluar cada vivienda informal, teniendo en cuenta las preguntas básicas mediante el método que

estamos utilizando para hallar el índice de vulnerabilidad que sufrirían dichas viviendas.

3.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Para la realización de un análisis de vulnerabilidad de una vivienda se debe tener conocimiento de su demanda de carga y de su resistencia en servicio. Actualmente existen distintos tipos de evaluación de vulnerabilidad para diversas estructuras existentes. Estos métodos de análisis pueden clasificarse de una manera general como cuantitativos y cualitativos.

- Los métodos cualitativos utilizan características generales de la estructura para calificarla. Generalmente están asociados a índices globales que han sido calibrados con la experiencia de estructuras existentes, que permiten identificar el riesgo en términos generales y en algunos casos el nivel de daño. Este tipo de métodos se caracterizan por ser:
 - o Métodos de evaluación rápida.
 - o Sirven para edificaciones diversas.
 - o Seleccionan algunas edificaciones que necesitan un análisis más detallado.
 - o Se usan para una evaluación masiva de edificios con fines de cuantificación de riesgo sísmico.
 - o A algunos de estos métodos se los deben considerar como un primer nivel de evaluación y base para una evaluación analítica.
 - o Entre estos métodos se encuentran:
 - El método del Ministerio de Construcción del Japón.
 - El método Mexicano de evaluación diseñado por J. Iglesias "Evaluación de la capacidad sísmica de edificios en la ciudad de México" por la Secretaria de Obras.

- Los métodos cuantitativos o también llamados analíticos se basan típicamente en procedimientos de análisis y diseño antisísmico recomendados por las normas modernas; estos diferencian el material constituyente de la estructura, ya que su objetivo principal es predecir su posible comportamiento, es así como se diferencian métodos de evaluación de estructuras de concreto reforzado, mampostería, mampostería confinada etc. Son métodos que en base a evaluaciones aproximadas estiman esfuerzos y deformaciones.

Entre estos métodos se encuentran:

- Método Japonés de la norma sísmica.
- El metodo del Dr. Hirosawa, M. "Evaluation of Seismic Safety and Guidelines on Seismic Retrofitting Desing of Existing Reinforced Concrete Buildings" (VI Seminario para Ingenieros Estructurales sobre Sismología e Ingeniería para Terremotos, Tokyo 1976).
- Método del Dr. Akiyama para edificios de acero, H., Earthquake – Resistant Limit – State Design for Building. Tokyo. 1985.
- Método de Benedetti y Petrini (Método Italiano)

A continuación se presentaran algunos de los métodos mas usados:

B.1. Métodos Indiciales

Los índices de vulnerabilidad constituyen parámetros relativos que llegan a cuantificar la susceptibilidad de una edificación de sufrir daños. A través de estos índices de vulnerabilidad pueden ser comparados con los niveles de daño obtenidos o esperados para un sismo dado. En los

siguientes ítems se mostrará algunos de los muchos métodos que existen actualmente.

- **Método Hirosawa (Método Japonés)**

El método propuesto por Hirosawa es utilizado oficialmente en el Ministerio de Construcción del Japón en la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de hormigón armado. El método recomienda tres niveles de evaluación, que van de lo simple a lo detallado, y se basa en el análisis del comportamiento sísmico de cada piso del edificio en las direcciones principales de la planta

$$IS = EO * SD * T * G$$

Donde:

EO = Subíndice sísmico básico de comportamiento estructural.

SD = Subíndice de configuración estructural.

T = Subíndice del deterioro de la edificación.

G = Subíndice sísmico del movimiento del terreno.

Para el índice Iso, representa un umbral de resistencia, el cual se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$ISO = ESO * Z * G * U$$

Donde:

ESO = Resistencia básica requerida.

Z = Factor de zona sísmica, el valor depende del peligro sísmico donde se encuentra la estructura.

G = Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas.

U = Factor de importancia del edificio por el uso.

La evaluación de la seguridad se realiza a partir de los resultados obtenidos para I_s e I_{so} , estos índices con ciertos parámetros se comparan e indican si una estructura es vulnerable o segura frente a un evento sísmico.

- **Método de Benedetti y Petrini (Método Italiano-1982)**

Método propuesto por estos autores consideran once parámetros para evaluar la vulnerabilidad de edificaciones de mampostería no reforzada y edificaciones de concreto armado desarrollados a partir de los daños de edificios.

Los parámetros de mampostería no reforzada son :1) organización del sistema resistente; 2) calidad del sistema resistente; 3) resistencia convencional; 4) influencia de la cimentación; 5) elementos horizontales; 6) configuración en planta; 7) configuración en elevación; 8) separación máxima entre muros; 9) tipo de cubierta; 10) elementos no estructurales; y 11) estado de conservación. En el caso de edificios de concreto armado, los parámetros 8) y 9) cambian por los siguientes: 8) conexión entre elementos; 9) elementos de baja ductilidad.

Los parámetros están en función de la escala numérica, en la cual se le asigna una calificación K_i a cada valor de la escala de gradación, desde A hasta D, donde A

es óptimo y D es pésimo (Ver tabla N° 5.1). Una vez obtenidas las calificaciones (A, B, C, D), de cada uno de los parámetros analizados, estas son afectadas por un factor de peso. A partir de los valores obtenidos, se considera la vulnerabilidad global de la edificación mediante una suma ponderada, este valor se le conoce como índice de vulnerabilidad (lv) según la expresión:

$$lv = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Donde:

K_i es la calificada asignada y W_i es el coeficiente de peso, lv índice de vulnerabilidad.

Los valores de vulnerabilidad obtenidos como resultado de la calificación, esta comprendida en un rango de valores entre 0 y 382.5, obteniendo un rango de variación ($0 < lv < 100$). Por otra parte, los valores para la calificación de la vulnerabilidad de edificaciones de concreto armado toma valores de 0 hasta 85 según la ecuación:

$$lv = 10 \left[\frac{(\sum_{i=1}^{11} K_i \times W_i) + 1}{4} \right]$$

A partir del índice de la vulnerabilidad se puede estimar el nivel de daño que puede sufrir una edificación en función de la aceleración del terreno. El daño es expresado es una escala ($0 < d < 1$) que representa el porcentaje de daño que sufre la edificación, por ejemplo valores entre (0.8 – 1.0) son equivalentes al colapso de la edificación.

- **Método del Índice de Daño (Uzcátegui & Quintero 1988, en Caicedo et., al, 1994).**

El método evalúa la vulnerabilidad sísmica mediante el parámetro llamado índice de daño (Id), el cual describe la capacidad sísmica de la estructura. Consiste en asignar un valor numérico (Vi) que califica la edad, el número de pisos, la proximidad entre edificios, el mantenimiento, la cimentación, la densidad y localización de muros, los detalles constructivos, los elementos no estructurales, los diafragmas, el sistema estructural, la masa, la rigidez, las irregularidades y los daños anteriores. A cada una de estas características se le asigna un factor de peso (Wi), de acuerdo con su importancia global para la resistencia del edificio; así, por ejemplo, a la localización de muros se le asigna un factor de peso mayor que a la condición de mantenimiento. El índice de daño se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Id = \frac{\sum Vi \times Wi}{\sum Wi}$$

$$\sum Wi$$

Finalmente, de acuerdo con una interpretación subjetiva de la escala MSK, EMS ó MM, se determina que para valores $Id \leq 0.4$ el nivel de riesgo sísmico para la estructura es aceptable y que para valores de $Id \geq 0.4$ se debe utilizar otro procedimiento más sofisticado para la evaluación de la edificación (Uzcategui & Quintero 1988, en Caicedo et., al, 1994).

Por tanto elegimos como Método para aplicar en nuestra investigación el Método de Método de Benedetti y Petrini (Método Italiano-1982).

3.6 Aspectos éticos

Nos basamos en este tipo de investigación teniendo distintas etapas y procesos en la parte técnica para hallar como resultado el índice de vulnerabilidad en las viviendas informales, como fin teniendo un porcentaje de cuanto es el índice de vulnerabilidad y cuantas de ellas están expuestas sufrir daños en casos de sismos, desastres naturales, etc., por lo cual mencionamos los procesos que seguimos para concluir satisfactoriamente dicha investigación.

- Ubicación de las viviendas
- Tipo de suelo o referencias del terreno
- Tomar las evaluaciones visualmente y con el formato correspondiente en mención.
- Dibujar el plano arquitectónico con las medidas exactas de la vivienda
- Realizar una hoja de cálculo en un software en Excel.
- Definir el Método a utilizar para hallar el total del índice de vulnerabilidad sísmica en las viviendas informales.
- Elegido el Método de Benedetti-Petrini
- Hallar el total del índice de vulnerabilidad sísmica (%)
- Definir las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

En conclusión nuestro procedimiento en mención se basa también a una lista de bibliografías que tuvimos como referencias para todo la investigación. Para fin de tener un resultado satisfactorio a la hora de las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 DESARROLLO:

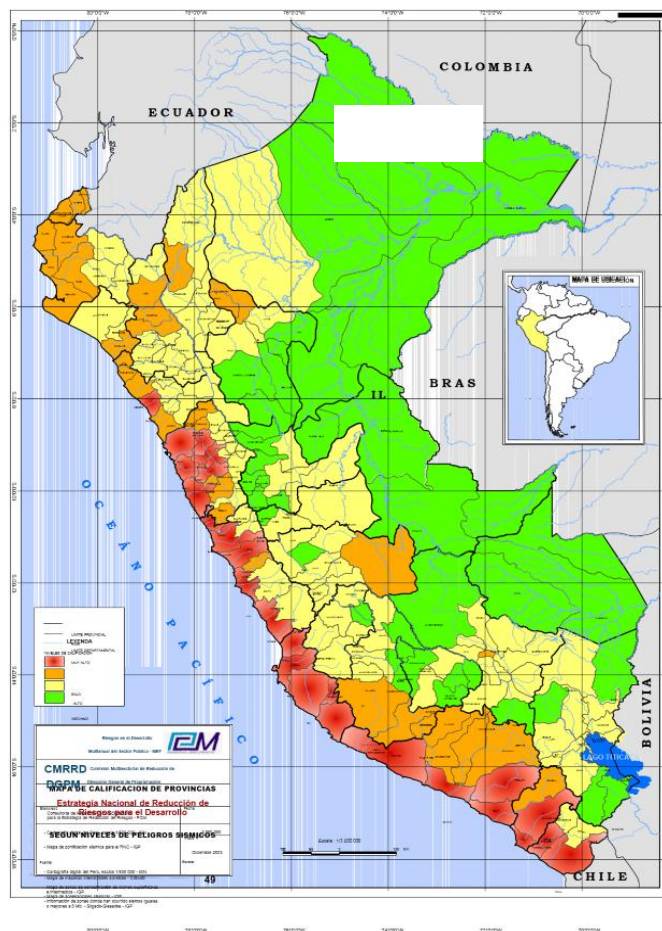
Inicialmente se procedió el estudio de las diferentes zonas de microzonificación sísmica en los Asentamientos Justicia, Paz y Vida y el Asentamiento la Victoria para localizar así las viviendas de interés social con las cuales se realizaron los formatos de campo, planos de aproximación y la aplicación de los parámetros para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica.

Seguidamente se procedió a determinar las condiciones socio-económicas de las zonas en las cuales se llevó a cabo el estudio. De acuerdo a lo anterior un simple chequeo de las zonas a nivel general (Mapa de zonificación sísmica) y entendiendo que la vivienda de interés social está directamente relacionada con las poblaciones más desfavorecidas se determinó que las zonas de trabajo pertenecen a las localidades donde se presentan mayor crecimiento en la

construcción. Vale la pena decir que en estas zonas la demanda de estas viviendas fue suplida muchas veces por invasiones o urbanización pirata, cuya simple construcción genera riesgos altos en cuestiones de seguridad para sus habitantes. La construcción de viviendas de uno o mas pisos reglamentadas y construidas según la Reglamento Nacional de Edificación Vigente hace que los riesgos se minimicen enormemente, por lo tanto en el presente proyecto toda verificación fue determinada a partir del RNE Vigente.

Figura Nro. 12

Mapa de clasificación de provincias según niveles de peligros sísmicos



Tomamos como evaluación a cinco viviendas de cada asentamiento como estudio, para determinar los daños estructurales y no estructurales de las viviendas al ser construidas en forma informal. Nuestro estudio se basó en una evaluación visual en primer lugar, pasando luego a la evaluación de un formato de preguntas creado, es bueno mencionar que dicho formato fue aprobado por tres ingenieros de la especialidad de estructuras, los cuales dieron sus diferentes puntos de vista y finalmente la aprobación de ella.

El proceso continuó con la aplicabilidad de cada uno de los parámetros establecidos en la metodología del índice de vulnerabilidad sísmica, en cada una de las zonas en las cuales se trabajó, dichos parámetros permitieron determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas para que luego se procediera a realizar un promedio que diera un indicativo de cuán vulnerable es la construcción de viviendas de interés social de uno a más pisos en diferentes clases de viviendas, en los dos Asentamientos Humanos del distrito del El Tambo, ciudad Huancayo.

4.2 TOMA DE DATOS:

La toma de datos en cada una de las visitas a obra y construcciones terminadas se realizó en diferentes tiempos para cada zona, lo anterior por facilidad de acceso a cada zona y de acuerdo a los tiempos de obra.

Cada dato necesario es determinado por los parámetros del índice de vulnerabilidad sísmica, dichos parámetros son los mostrados en el **Cuadro Nro.03** ya mencionado (Pag.27).

A cada parámetro se le atribuye, durante las investigaciones de campo, una de las cuatro clases A, B, C y D siguiendo una serie de instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores.

Cada clase se distribuye como:

- A= Vulnerabilidad Baja
- B= Vulnerabilidad Media a Baja
- C= Vulnerabilidad Media a Alta
- D = Vulnerabilidad Alta

VIVIENDA Nro.01

Asentamiento Humano Justicia, Paz y Vida

Av. Cultural Nro. 1060 – Sector Cuatro (Frente al colegio Luis Aguilar)

Parámetro 1 Organización del sistema resistente

Para definir el grado A, B, C o D de la vivienda se recurrió al año de construcción de esta, lo que indica bajo qué normatividad se realizó, o si su construcción no fue normalizada, en este parámetro se definió qué:

Figura Nro.13

Detalle de la vivienda modelo



Lo primero que se destaca en esta edificación es el año de construcción de la misma, siendo estas casas resultado de una invasión de terreno en el año 1987, pero la vivienda evaluada fue construida en el año 1991, lo cual indica que no se ajusta para la primera clasificación del

parámetro (A), puesto que la norma E.030.97 fue publicada 6 años después y el código de construcción sismo resistente es del año 1970.

FUENTE: Dato proporcionado por el propietario

Lo segundo se observó que las medidas de las columnas son distintas, no son homogéneas, que quiere decir que en el eje A, ANEXO C – (Plano Nro. 01) tiene una medida de 20 x 25cm, en el eje B se observa una medida de 17 x 25cm y el tercero con otra medida de 25 x 25, por lo que al evaluar visualmente no cumplen los requisitos que exige el RNE vigente para este tipo de construcción.

Por otro lado la tercera evaluación es de que en la parte de su azotea tienen expuestos ladrillos sueltos haciendo uso de pequeños muros alrededor de su vivienda, lo cual vemos que exponen la caída de estos al presentarse un sismo o fenómeno natural muy leve, ya que no tiene ningún sentido su uso, exponiendo al peligro y a todo tipo de inseguridad en la vivienda.

Esto forzosamente lleva a que se concluya que la clasificación en este tipo de viviendas sea (C).

Parámetro 2 Calidad del sistema resistente

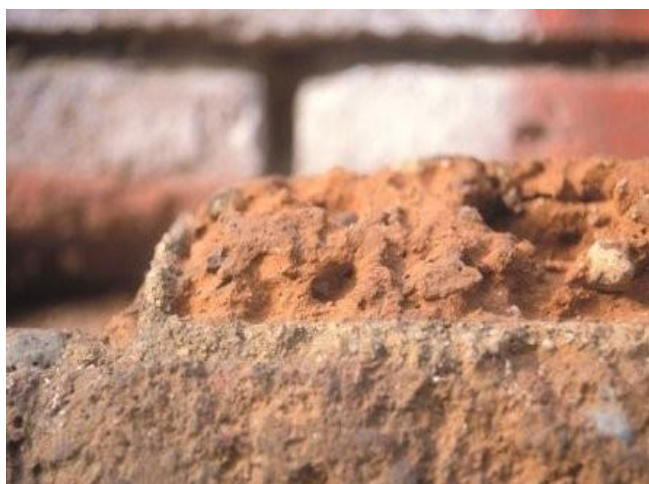
De acuerdo con la visita de campo realizada se observó (a través de un muro medio derruido para la instalación de un contador que las trabas en los ladrillos se acomodan a las especificaciones del manual para construcciones de un solo piso.

Los ladrillos son artesanales de dimensiones constantes (homogéneos), los cuales eran muy usados en las construcciones básicamente hasta los años ochenta (reemplazados luego por ladrillos industrializados), los muros tienen piezas bien ligadas (espesores de pega de 1.4cm generalmente), lo que genera que en este parámetro la clasificación sea

(C), de mampostería en ladrillo de regular a buena calidad con presencia de ligamento entre las piezas.

Figura Nro.14

Detalle de la calidad del sistema resistente



Parámetro 3 Resistencia Convencional

Con datos obtenidos en campo tales como el número de pisos (1) el área total cubierta, las áreas resistentes en cada sentido, la altura media del piso, se procedió a averiguar la resistencia cortante de mampostería, el peso específico de la mampostería y el peso por unidad de área diafragma.

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	49.20
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	25.04
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7,5
h: altura media de los pisos en (m)	2.10
Pm: peso específico de la mampostería (Ton/m ³)	1,80
Ps: peso por unidad de área del diafragma	2.40

A : PRIMER NIVEL					
Sentido x		Sentido y			
Ax (cm/m ²)		Ay (cm/m ²)			
25.04		37.27			

En la parte superior se ha calculado la densidad de muros del primer nivel. Note el gran desequilibrio en las direcciones "x" e "y".

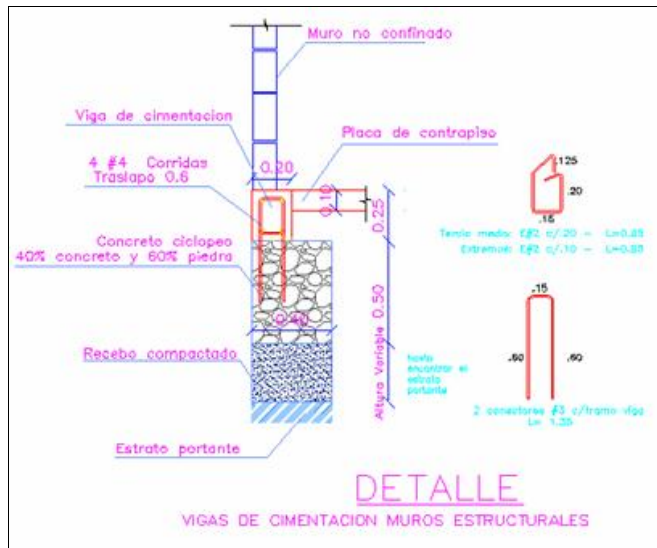
De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el software Excel programado, se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (D), puesto que el valor de α es superior a 1.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso la vivienda esta cimentada sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (C), sin embargo el segundo aspecto habla del suelo y de las fundaciones, el primero según los estudios de la construcción aledañas se califica con un suelo pedregoso y la diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Por lo anterior y de acuerdo con lo establecido por este método de trabajo se clasifica la estructura como (D), donde con la pendiente es máxima, y la cimentación no cumple con los requisitos actuales.

Figura Nro.15

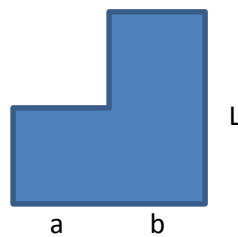
Detalle de la cimentación de las viviendas



Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y en la respectiva placa superior (construida posteriormente al diseño original), estos diafragmas presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además de que no hay desniveles en estos De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación D.

Parámetro 6. Configuración en planta



De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	valor
	metros
a: ancho del edificio	3.85
L: largo del edificio	14.20
b: longitud de recorte del edificio	2.95

B	0,2077
---	--------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde B se encuentra entre 0.8 y 0.6, la estructura se clasifica como (D), es decir de configuración en planta regular mas no ideal.

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto la vivienda se cataloga como de clasificación C, puesto que es de tan solo un piso y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACION EN ELEVACION	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	2,70
A: Area del piso bajo	97,93
DA: Cambio de Area de pisos	0
Area del porche	0

T/H	DA/A (%)	Dporche
0	0	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS		Distancias
L: espaciamiento de los muros		4.03
S: Espesor del muro maestro		0,25

L/S
16.12

De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 16.12 y por lo tanto está entre el rango de 18 y 25 por lo tanto se clasifica como (C).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

La estructura de cubierta clasifica como (C) puesto que es una vivienda con cubierta inestable y provista de viga cumbreira.

Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (C) puesto que tiene elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (C), puesto que los muros presentan lesiones capilares, presentando un pésimo estado actual.

Resumen del análisis de la vivienda del Sector Cuatro (Av. Cultural Nro. 1060) – (Frente al colegio Luis Aguilar)

Tabla No.01

Análisis de la vivienda del Av. Cultural Nro. 1060 – Sector Cuatro
(Frente al colegio Luis Aguilar)

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 272.50$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 71.24\%$$

Como el valor es mayor al 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico medio - alto.

VIVIENDA Nro. 02

Av. Evitamiento Nro. 1453 – (Paradero de micro azul / línea A23)

Parámetro 1. Organización del sistema resistente.

Para definir el grado A, B, C o D de la vivienda se recurrió al año de construcción de esta, lo que indica bajo qué normatividad se realizó, o si su construcción no fue normalizada, en este parámetro se definió qué:

Avenida Evitamiento Nro. 1453. Lo primero que se destaca es el año de construcción de esta casa, siendo del año 1982, lo cual indica que no se ajusta para la primera clasificación del parámetro (D). Lo segundo que se observa es que posee vigas de amarre que no se ajustan por completo con los requisitos que exige la normatividad actual E.030, para este tipo de construcciones. Esto forzosamente lleva a que se concluya que la clasificación en este tipo de viviendas sea como edificio que, por presentar vigas de amarre (por lo menos no adecuadas) en todas las plantas, se le considerará una clasificación de (D).

Figura No.16

Detalle de la viga de amarre de la vivienda



Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

De acuerdo con la visita de campo realizada se observó que las trabas en los ladrillos se acomodan a las especificaciones del manual para construcciones. Los ladrillos son artesanales de dimensiones constantes (homogéneos), los cuales eran muy usados en las construcciones básicamente hasta los años ochenta (reemplazados luego por ladrillos industrializados), los muros tienen piezas bien ligadas (espesores de pega de 1.4cm generalmente), lo que genera que en este parámetro la clasificación sea (C), de mampostería en ladrillo de buena calidad con presencia de ligamento entre las piezas.

Parámetro 3. Resistencia convencional

Con datos obtenidos en campo tales como el número de pisos (2) el área total cubierta, las áreas resistentes en cada sentido, la altura media del piso, se procedió a averiguar la resistencia cortante de mampostería, el peso específico de la mampostería y el peso por unidad de área diafragma. Según ensayos de laboratorio para muros de mampostería $n = 15,0 \text{ T/m}^2$ para mampostería confinada y $n = 7,5 \text{ T/m}^2$ para mampostería no confinada.

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	3
At: área total cubierta (m ²)	87.90
Ax.v: área total resistente del muro en x v v.	94,507
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	
h: altura media de los pisos en (m)	2,4
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	2,4

A	
Ax	Ay
94,507	83,536

B	
Bx	By
94,507	83,536

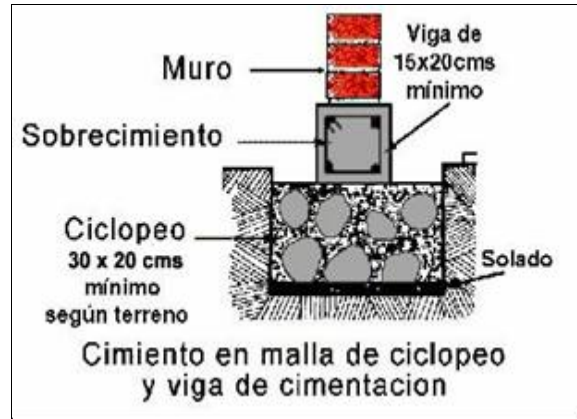
De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el software Excel programado, se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (C), puesto que el valor de α está por encima de 1.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso es inferior al 10%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (A), sin embargo el segundo aspecto habla del suelo y de las fundaciones, el primero según los estudios de construcciones aledañas se califica como un suelo suelto, con una litología correspondiente a arcillas y limos, donde cabe anotar que en la época precedente a la construcción de las viviendas, sin embargo las fundaciones consisten en el relleno de zanjas con concreto ciclópeo y a partir de ahí se hacía el levantamiento de los muros. Por lo anterior y de acuerdo con lo establecido por este método de trabajo se clasifica la estructura como (C), donde con la pendiente es mínima, y la cimentación cumple con los requisitos actuales.

Figura No.17

Detalle de la cimentación de las viviendas.



Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y en la respectiva placa superior, estos diafragmas de concreto presentan conexiones ineficaces con los muros estructurales, además que hay desniveles en estos. De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación D.

Parámetro 6. Configuración en planta

Calificación de forma de la vivienda.



L

De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	
	valor
	metros
a: ancho del edificio	8,2
L: largo del edificio	6
b: longitud de recorte del edificio	0

B	0,70338983
---	------------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde B1 es mayor que 0.8, la estructura se clasifica como (C), es decir de configuración en planta regular.

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto el edificio se cataloga como de clasificación C, puesto que no presenta aumento de área entre los pisos y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACION EN ELEVACION	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	4,9
A: Área del piso bajo	45,26
A: Área de piso 2	0
Área del porche	0

T/H	A/A (%)	porche
0	0	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias
L: espaciamiento de los muros transversales	5,64
S: Espesor del muro maestro	0,15

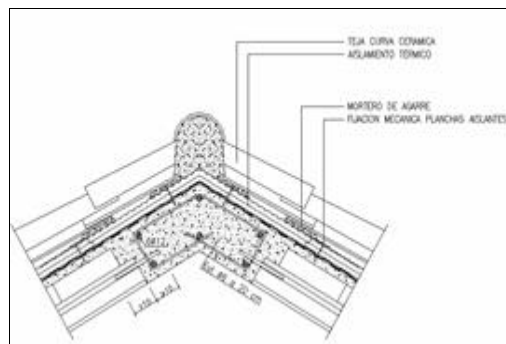
L/S
37.6

De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 37.6 y por lo tanto está entre el rango de 18 y 25 por lo tanto se clasifica como (D).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

Figura No.18

Detalle de viga cumbre



La estructura de cubierta clasifica como (C) puesto que es un edificio con cubierta estable y provista de viga cumbre.

Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (D) puesto que es una estructura sin cornisas y sin parapetos.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (C), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

Resumen de el análisis de las viviendas Av. Evitamiento Nro. 1453
– (Paradero de micro azul / línea A23)

Tabla Nro.02

Análisis de las viviendas Av. Evitamiento Nro. 1453 – (Paradero de micro azul / línea A23)

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 16.25$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 4.24\%$$

Como el valor es menor que el 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico alto.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda es medio - alto.

VIVIENDA Nro.03

Calle 26 de Noviembre Nro. 1472 – (A media cuadra del Colegio Luis
Aguilar)

Parámetro 1. Organización del sistema resistente

Para definir el grado A, B, C o D de la vivienda se recurrió al año de construcción de esta, lo que indica bajo qué normatividad se realizó, o si su construcción no fue normalizada, en este parámetro se definió qué:

Figura No.19

Detalle de la vivienda modelo.



Lo primero que se destaca en estas edificaciones es el año de construcción de las mismas, siendo esta casa construida en el año 1990, lo cual indica que se ajusta para la primera clasificación del parámetro (D).

Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

De acuerdo con la visita de campo realizada se observó (tanto como casa modelo como las que están construyendo) que las trabas en los ladrillos se acomodan a las especificaciones del manual para

construcciones de uno y dos pisos, de 1984. Los ladrillos industrializados de dimensiones constantes (homogéneos), los muros tienen piezas bien ligadas (espesores de pega de 1.4cm generalmente), lo que genera que en este parámetro la clasificación sea (D), de mampostería en ladrillo de buena calidad con presencia de ligamento entre las piezas.

Figura No.20

Detalle de la calidad del sistema resistente



Parámetro 3. Resistencia convencional

Con datos obtenidos en campo tales como el número de pisos (2) el área total cubierta, las áreas resistentes en cada sentido, la altura media del piso, se procedió a averiguar la resistencia cortante de mampostería, el peso específico de la mampostería y el peso por unidad de área diafragma. Según ensayos de laboratorio para muros de mampostería $n = 15,0 \text{ T/m}^2$ para mampostería confinada y $n = 7,5 \text{ T/m}^2$ para mampostería no confinada.

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	49,2
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	38,922
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7.5
h: altura media de los pisos en (m)	2,1
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	2,4

A	
Ax	Ay
74.98	38.92

B	
Ax	Ay
74.98	38.92

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el software Excel programado, se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (C), puesto que el valor de α está por encima de 1.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso es inferior al 10%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (A), sin embargo el segundo aspecto habla del suelo, que posee un suelo gravoso, de acuerdo con lo establecido por este método de trabajo se clasifica la estructura como (C), donde con la pendiente es mínima, y la cimentación cumple con los requisitos actuales

Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y en la respectiva placa superior, estos diafragmas de concreto presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además que no hay desniveles en estos. De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación (C).

Parámetro 6. Configuración en planta

Calificación de forma de la vivienda.



L

De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	valor
	metros
a: ancho del edificio	8,2
L: largo del edificio	6
b: longitud de recorte del edificio	0

B	1,36666667
---	------------

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto el edificio se cataloga como de clasificación D, puesto que no presenta aumento de área entre los pisos y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACION EN ELEVACIÓN	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	4,6
A: Área del piso bajo	49,2
A: Cambio de Área de pisos	0,94
Área del porche	0

T/H	A/A (%)	porche
0	1,91056910	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias
L: espaciamiento de los muros transversales	3,75
S: Espesor del muro maestro	0,15

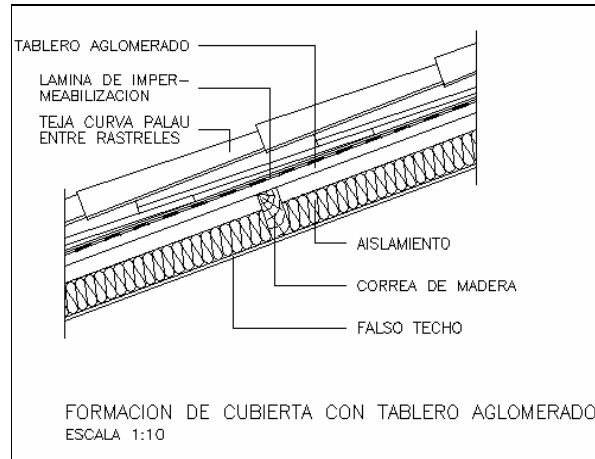
L/S
25

De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 25 y por lo tanto está entre el rango de 18 y 5 por lo tanto se clasifica como (C).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

Figura No. 21

Detalle de la cubierta de las viviendas.



La estructura de cubierta clasifica como (B) puesto que es un edificio con viga cumbreira.

Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (D) puesto que es una estructura sin cornisas y sin parapetos.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (D), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

Resumen del análisis de la vivienda de la Calle 26 de Noviembre
Nro. 1472 – (A media cuadra del Colegio Luis Aguilar)

Tabla No. 03

Análisis de la vivienda de la Calle 26 de Noviembre Nro. 1472 – (A media cuadra del Colegio Luis Aguilar)

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 11.25$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 2.94\%$$

Como el valor es menor que el 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico Bajo.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda es medio.

VIVIENDA Nro. 04

Calle 26 de Noviembre y 9 de Julio Nro.1142

Parámetro 1. Organización del sistema resistente

Para definir el grado A, B, C o D de la vivienda se recurrió al año de construcción de esta, lo que indica bajo qué normatividad se realizó, o si su construcción no fue normalizada, en este parámetro se definió qué:

Figura No.22

Detalle de la vivienda modelo.



Que no se ajusta para la primera clasificación del parámetro (A), lo segundo que se observa es que las vigas de amarre que cumplen con los requisitos que exige la normatividad actual E.030, para este tipo de construcciones. Esto forzosamente lleva a que se concluya la clasificación (D).

Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

De acuerdo con la visita de campo realizada se observó que las trabas en los ladrillos se acomodan a las especificaciones del manual para construcciones de uno y dos pisos. Los ladrillos industrializados de dimensiones constantes (homogéneos), los muros tienen piezas bien ligadas (espesores de pega de 1.2cm generalmente), lo que genera que

en este parámetro la clasificación sea (D), de mampostería en ladrillo de mediana calidad con presencia de ligamento entre las piezas.

Figura No.23

Detalle de la calidad del sistema resistente.



Parámetro 3. Resistencia convencional

Con datos obtenidos en campo tales como el número de pisos (2) el área total cubierta, las áreas resistentes en cada sentido, la altura media del piso, se procedió a averiguar la resistencia cortante de mampostería, el peso específico de la mampostería y el peso por unidad de área diafragma. Según ensayos de laboratorio para muros de mampostería $n = 15,0 \text{ T/m}^2$ para mampostería confinada y $n = 7,5 \text{ T/m}^2$ para mampostería no confinada.

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	58,4
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	96,05
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7,5
h: altura media de los pisos en (m)	2,27
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	2,4

A	
Ax	Ay
96,05	113,616

B	
Ax	Ay
96,05	113,616

De acuerdo con lo resultados obtenidos mediante el software Excel programado, se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (C), puesto que el valor de α está por encima de 0.4.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso la vivienda esta cimentada sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (C), sin embargo el segundo aspecto habla del suelo y de las fundaciones, el primero según los estudios de la construcción aledañas se califica con un suelo pedregoso y la diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Por lo anterior y de acuerdo con lo establecido por este método de trabajo se clasifica la estructura como (D), donde con la pendiente es máxima, y la cimentación cumple con los requisitos actuales.

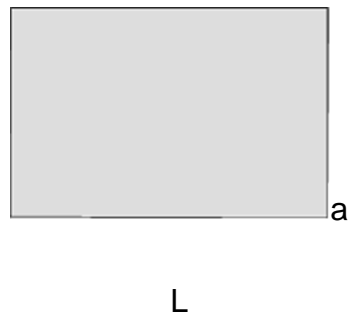
Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y en la respectiva placa superior, estos diafragmas de concreto presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además que hay

desniveles en estos. De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación (C).

Parámetro 6. Configuración en planta

Calificación de forma de la vivienda



De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	valor
	metros
a: ancho del edificio	6.4
L: largo del edificio	9.1
b: longitud de recorte del edificio	0

B	0,703296
---	----------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde B se encuentra entre 0.8 y 0.6, la estructura se clasifica como (C), es decir de configuración en planta regular.

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto la vivienda se cataloga como de clasificación C, puesto que no presenta aumento significativo de área entre los pisos y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACION EN	
T: distancia de la irregularidad	2,22
H: Altura total del edificio	5,47
A: Área del piso bajo	50,96
A: Cambio de Área de pisos	1,1428
Área del porche	0

T/H	A/A (%)	porche
0,4058500	2,24254317	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias metros
L: espaciamiento de los muros transversales	4,75
S: Espesor del muro maestro	0,15

L/S
31.666

De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 31.666 y por lo tanto está $L/S \geq 25$, por lo tanto se clasifica como (D).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

La estructura de cubierta clasifica como (C) puesto que es una estructura que tiene una losa superior rígida de concreto.

Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (C) puesto que es una estructura con una pequeña construcción mal vinculada (es una habitación ubicada en la terraza que no debería tener acceso).

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (C), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

Resumen de el análisis de la vivienda de la Calle 26 de Noviembre y 9 de Julio Nro.1142

Tabla No. 04

Análisis de la vivienda de la Calle 26 de Noviembre y 9 de Julio

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00

10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 16,25$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 4.24\%$$

Como el valor es inferior que el 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico Bajo. Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de las viviendas de la Calle 26 de Noviembre y 9 de Julio es medio.

VIVIENDA Nro.05

Sector Cinco – Av. Cultural Nro. 4562

Parámetro 1. Organización del sistema resistente

Viviendas con una longevidad no mayor a los cinco años estas viviendas fueron construidas bajo la normatividad vigente de construcción (NSR-E.030), esto nos indica que están en el calificativo (D) de este parámetro.

Figura No. 24

Detalle de la vivienda



Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

Las piezas de mampostería utilizadas en estas viviendas son ladrillos de perforación vertical, con buena calidad de ligamento basándose en el espesor de este. Las trabas están realizadas correctamente y la integración entre muros bien hecha, de acuerdo a lo anterior las viviendas se clasifican dentro de la clasificación D.

Parámetro 3. Resistencia convencional

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	34,01
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	51,92
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7,5
h: altura media de los pisos en (m)	2,2
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	2,4

A	
Ax	Ay
105,93	51,92

B	
Ax	Ay
105,93	51,92

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (D), puesto que el valor de α está por encima de 0.4.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso es inferior al 10%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (A), sin embargo el segundo aspecto habla del suelo, posee una llanura que está constituida por linos y arcillas orgánicas superficiales, es decir, por suelos blandos en proceso de consolidación, susceptibles a las inundaciones y se localiza en los terrenos pertenecientes a las humedales, presenta riesgo de inundaciones, lo que dificultaría el desarrollo urbanístico y la construcción de obras públicas. Para nuestro caso y de acuerdo con lo establecido por este método de trabajo se clasifica la estructura como (C), donde con la pendiente es mínima, y la cimentación cumple con los requisitos actuales.

Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y en la respectiva placa superior, estos diafragmas de concreto presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además que no hay desniveles en estos. De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación B.

Parámetro 6. Configuración en planta

Calificación de forma de la vivienda.



L

De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	valor
	metros
a: ancho del edificio	8,3
L: largo del edificio	11,8
b: longitud de recorte del edificio	0

B	0,703389
---	----------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde B1 se encuentra entre 0.8 y 0.6, la estructura se clasifica como (C), es decir de configuración en planta regular mas no ideal.

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto la vivienda se cataloga como de clasificación C, puesto que es de dos pisos y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACION EN ELEVACIÓN	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	2,58
A: Area del piso bajo	97,93
DA: Cambio de Area de pisos	0
Area del porche	0

T/H	DA/A (%)	Dporche
0	0	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias
L: espaciamiento de los muros transversales	2,65
S: Espesor del muro maestro	0,15

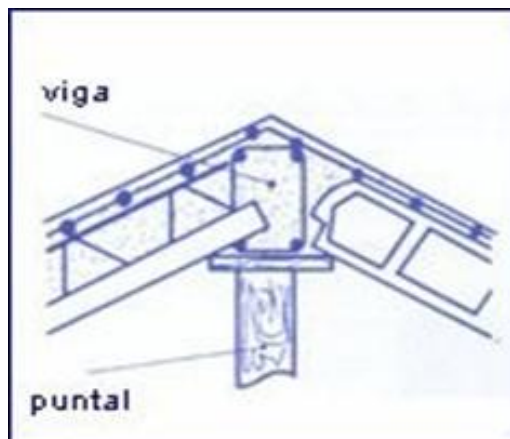
L/S
17.666

De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 17.666 y por lo tanto está entre el rango de 15 a 18, por lo tanto se clasifica como (D).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

Figura No. 25

Detalle del tipo de cubierta.



La estructura de cubierta clasifica como (D) puesto que es un edificio con cubierta estable y provista de viga cumbrera.

Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (C) puesto que es una estructura sin cornisas y sin parapetos.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (D), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

**Resumen del análisis de la vivienda d Sector Cinco – Av. Cultural
Nro. 4562**

Tabla No.05

Análisis de la vivienda de Sector Cinco – Av. Cultural Nro. 4562

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 1,25$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 0.3267\%$$

Como el valor es inferior que el 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico alto.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda medio vulnerable..

VIVIENDA Nro. 06

Asentamiento Humano La Victoria

Pasaje Bruno Terreros Nro. 1521

Parámetro 1 Organización del sistema resistente

Las casas de esta urbanización tienen un periodo corto de existencia. Corresponden a un proyecto que a la fecha aún no termina de construirse.

De acuerdo a lo anterior y bajo los criterios calificativos que indica el método de vulnerabilidad sísmica que se usa, estas viviendas entran en el calificativo D.

Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

La mampostería que se usó en la construcción de estas viviendas corresponde a mampostería de perforación vertical, los aceros de refuerzo cumplen con las estipulaciones mínimas de diseño, y las vigas de amarre cumplen con las áreas mínimas.

La junta de los muros indica que tienen un buen espesor de unión entre ladrillo y ladrillo, por lo tanto en este parámetro esta vivienda entra en la clasificación de D (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)

Figura No.26

Imagen de la muestra.



Parámetro 3. Resistencia convencional

De acuerdo con los datos obtenidos en la visita a las viviendas se procede a implantarlos dentro de la plantilla de cálculo realizada en el software EXCEL, dichos datos son los siguientes:

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	25,27
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	49,544
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7,5
h: altura media de los pisos en (m)	2,2
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ³)	2,4

A	
Ax	Av
76,802	49,544
B	
Ax	Av
76,802	49,544

De acuerdo con estos resultados, se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (C), puesto que el valor de α está por encima de 0.4.

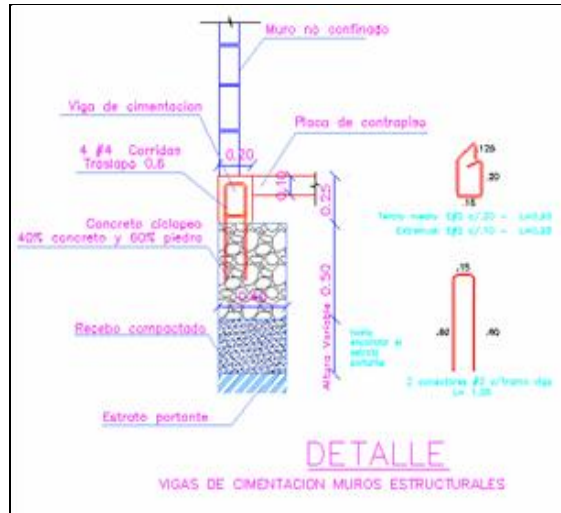
Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

En esta edificación se destaca que en ninguna de las viviendas se encuentre que haya empuje lateral debido a terraplenes, sin embargo, en cuanto a la calidad del suelo en esta zona se advierte que el sector es relativamente plano, compuesto por arcillas expansivas, que convierten el terreno en inestable amenazando las viviendas actuales.

De acuerdo a lo que rige el método cuantitativo en el cual se indica que siempre se debe imponer el caso más desfavorable, estas viviendas entrarían a ser del parámetro C (consecuencia de las pendientes de la zona, no a nivel individual y de las arcillas expansibles).

Figura No. 27

Detalle de la cimentación.



Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Las vigas de amarre cumplen con las áreas mínimas que rige la norma, apoyadas por una placa maciza de 12cm de espesor que constituye un diafragma rígido en una estructura pequeña. De acuerdo a lo anterior es debido calificar estas viviendas con el parámetro C ya que esta estructura satisface las tres condicionales de este grado: ausencia de planos a desnivel, corta luz en las vigas por lo tanto sus deformaciones son despreciables y la conexión entre diafragmas y muros es eficaz.

Parámetro 6. Configuración en planta



L

De acuerdo con las condicionales de forma (vivienda rectangular) se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	valor
	metros
a: ancho del edificio	5.67
L: largo del edificio	4.45
b: longitud de recorte del edificio	

B	1,2741573
---	-----------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde B es mayor a 0.8, la estructura se clasifica como (D), es decir de configuración en planta regular.

Parámetro 7. Configuración en elevación

La ausencia de salidas o protuberancias en altura además de un inexistente cambio de masas de piso a piso hacen que la estructura se califique dentro del parámetro D.

A continuación se encuentran las condicionales de forma en altura donde se tiene que:

7, CONFIGURACION EN ELEVACION	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	4.83
A: Area del piso bajo	25.27
A: Area de piso 2	0
Area del porche	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancia s
L: espaciamiento de los muros	2.84
S: Espesor del muro maestro	0.15

L/S
18.933

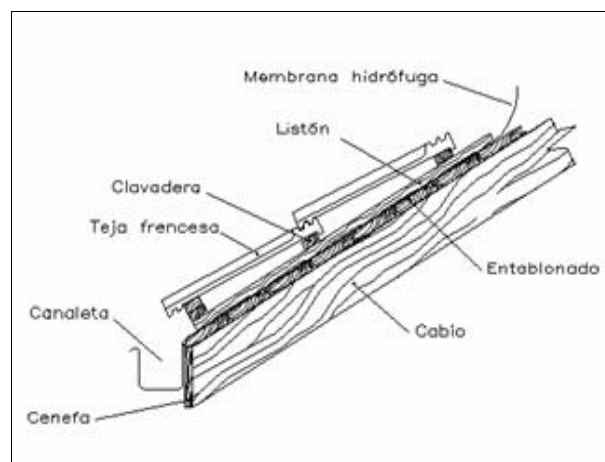
De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 18.9333 y por lo tanto está entre el rango de 18 y 25 por lo tanto se clasifica como (C).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

La estructura de cubierta clasifica como (C) puesto que es una vivienda con cubierta estable y provista de viga cumbreira.

Figura No. 28

Detalle del tipo de cubierta.



Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (C) puesto que es una estructura sin cornisas y sin parapetos.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (D), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

Resumen de el análisis de la vivienda Pasaje Bruno Terreros Nro. 1521

Tabla No. 06

Análisis de la vivienda Pasaje Bruno Terreros Nro. 1521

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 25$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 6.5359\%$$

Como el valor es inferior que el 15, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico alto.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda es medio vulnerable.

VIVIENDA Nro. 07

Sector Siete Pasaje. Las Dardias Nro. 345 – (Al frente de la loza deportiva)

Parámetro 1. Organización del sistema resistente

Viviendas con una longevidad no mayor a los 5 años estas viviendas fueron construidas bajo la normatividad vigente de construcción, esto nos indica que están en el calificativo C de este parámetro.

Figura No. 29

Detalle de la vivienda modelo.



Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

Las piezas de mampostería utilizadas en esta vivienda son ladrillos de perforación vertical, con buena calidad de ligamento basándose en el espesor de este.

Las trabas están realizadas correctamente y la integración entre muros bien hecha, de acuerdo a lo anterior las viviendas se clasifican dentro de la clasificación C.

Parámetro 3. Resistencia convencional

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	14,6
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	36,524
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7,5
h: altura media de los pisos en (m)	2,06
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	2,4

A	
Ax	Ay
38,524	36,524

B	
Ax	Ay
38,524	36,524

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (D), puesto que el valor de α está por encima de 0.5.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso es inferior al 10%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (C).

Figura No. 30

Detalle de la cimentación de las viviendas.

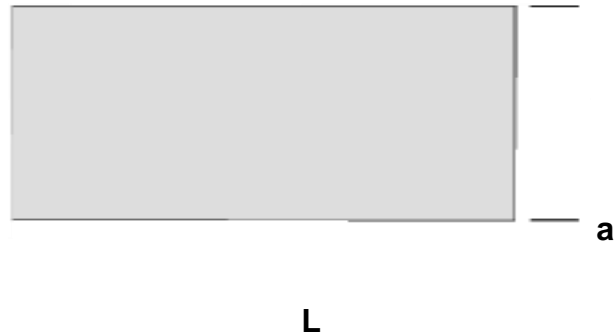


Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y en la respectiva placa superior, estos diafragmas de concreto presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además que no hay desniveles en estos. De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación D.

Parámetro 6. Configuración en planta

Detalle de forma de la vivienda.



De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	
	metros
a: ancho del edificio	3,44
L: largo del edificio	6,34
b: longitud de recorte del	0

B	0,542586
---	----------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde B1 se encuentra entre 0.6 y 0.4, la estructura se clasifica como (D), es decir de configuración en planta regular mas no ideal.

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto el edificio se cataloga como de clasificación D, puesto que no presenta aumento de área significativo y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACION EN	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	5,6
A: Área del piso bajo	21,8
A: Cambio de Área de pisos	0,669
Área del porche	0

T/H	A/A (%)	porche
0	3,06880733	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias metros
L: espaciamiento de los muros transversales	
S: Espesor del muro maestro	0,12

L/S
33,33

De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 33.3333 y por lo tanto está en el rango de $25 < L/S$, de acuerdo a lo anterior se clasifica como (C).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

La estructura de cubierta clasifica como (C) puesto que es una vivienda con cubierta estable y provista de viga cumbreira.

Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (C) puesto que es una estructura con elementos de pequeña dimensión mal vinculados a la pared.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (D), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

Resumen de el análisis de la vivienda localizada en el Sector Siete Pasaje. Las Dardias Nro. 345 – (Al frente de la loza deportiva)

Tabla No. 07

Análisis de la vivienda localizada en el Sector Siete Pasaje. Las Dardias Nro. 345 – (Al frente de la loza deportiva)

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 63.75$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 16.66 \%$$

Como el valor es superior que el 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico Medio.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda es medio vulnerable.

VIVIENDA Nro. 08

Sector Tres – Avenida Los Cipreses Nro. 231

Parámetro 1. Organización del sistema resistente

Viviendas con una longevidad no mayor a diez años estas viviendas fueron construidas bajo la normatividad vigente de construcción, esto nos indica que están en el calificativo D de este parámetro.

Figura No.31

Detalle de la vivienda modelo



Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

Las piezas de mampostería utilizadas en estas viviendas son ladrillos de perforación vertical, con buena calidad de ligamento basándose en el espesor de este.

Las trabas están realizadas correctamente y la integración entre muros bien hecha, de acuerdo a lo anterior las viviendas se clasifican dentro de la clasificación D.

Parámetro 3. Resistencia convencional

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	20,74
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	48,9696
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7,5
h: altura media de los pisos en (m)	2,45
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	2,4

A	
Ax	Ay
61.7804	48.9696

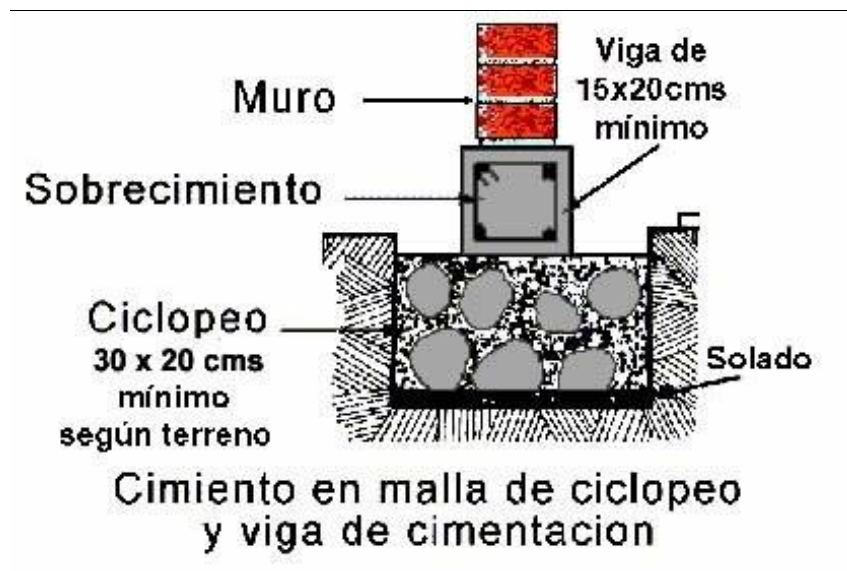
De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (C), puesto que el valor de α está por encima de 0.3.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso es inferior al 10%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (D), sin embargo el segundo aspecto habla del suelo, topográficamente la localidad está formada por un terreno en general plano, con pequeñas depresiones, presentando un 35% del área total como zona inundable, es decir, por debajo de las posibilidades de desagüe.

Figura No. 32

Detalle de la cimentación de las viviendas



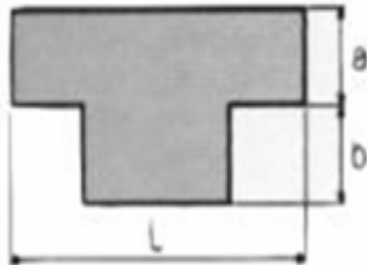
Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y en la respectiva placa superior, estos diafragmas de concreto presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además que no hay desniveles en estos.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación C.

Parámetro 6. Configuración en planta

Detalle de forma de la estructura



De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	
	metros
a: ancho del edificio	3,42
L: largo del edificio	7,12
b: longitud de recorte del	0,6

B	0,48
---	------

B	0,08
---	------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde el Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, la estructura se clasifica como (C), es decir de configuración en planta regular mas no ideal

Parámetro 7. Configuración en elevación

El conjunto de viviendas dan la posibilidad de aumentar el número de pisos y esto afecta claramente el parámetro de configuración de elevación (parámetro 7) y es por esta razón que se le asigna una clasificación (C), puesto que en este caso no presenta aumento de área significativo y no cuenta con salidas o protuberancias en altura, a continuación se realizó el estudio del parámetro en esta vivienda de modo ilustrativo.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que::

7, CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	4.61
A: Área del piso bajo	23.85
A: Cambio de Área de pisos	0.86
Área del porche	0

T/H	A/A (%)	porche
0	3.6461	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias
L: espaciamiento de los muros transversales	3.10
S: Espesor del muro maestro	0,12

L/S
25.83

De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 25,833333 por lo tanto es mayor que 25, según lo cual se clasifica como (D).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

La estructura de cubierta clasifica como (C) puesto que es una vivienda con cubierta conformada por una placa estable.

Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (C) puesto que es una estructura con un elemento adosado a una pared.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (C), puesto que los muros si presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

**Resumen del análisis de la vivienda localizada en el Sector Tres –
Avenida Los Cipreses Nro. 231**

Tabla No.08

. Análisis de la vivienda localizada en el Sector Tres – Avenida Los
Cipreses Nro. 231

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 78.75$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 20.58$$

Como el valor es mayor que el 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico Medio.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda es medio.

VIVIENDA Nro. 09

Sector Ocho – Pasaje Los Alelis Nro. 304.

Parámetro 1. Organización del sistema resistente

Viviendas casi nuevas que fueron construidas bajo la normatividad vigente de construcción (NSR-E.030), esto nos indica que están en el calificativo C de este parámetro.

Figura No.33

Detalle de las viviendas.



Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

Las piezas de mampostería utilizadas en estas viviendas son ladrillos de perforación vertical, con buena calidad de ligamento basándose en el espesor de este. Las trabas están realizadas correctamente y la integración entre muros bien hecha, de acuerdo a lo anterior las viviendas se clasifican dentro de la clasificación D.

Parámetro 3. Resistencia convencional

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	23
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	55,836
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7,5
h: altura media de los pisos en (m)	2,2
Pm: peso específico de la mampostería	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	0,3

A	
Ax	Ay
57,046	55.836
B	
Ax	Ay
57,046	55.836

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (D), puesto que el valor de α está por encima de 0.4.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso es inferior al 10%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (A)

De acuerdo con lo establecido por este método de trabajo se clasifica la estructura como (D), donde con la pendiente es mínima, y la cimentación cumple con los requisitos actuales.

Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre, estos diafragmas de concreto presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además que no hay desniveles en estos. De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación C.

Parámetro 6. Configuración en planta

De acuerdo con las condicionales de forma (vivienda rectangular) se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	valor
	metros
a: ancho del edificio	4,6
L: largo del edificio	5
b: longitud de recorte del	0

B	0,92
---	------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde el Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$, la estructura se clasifica como (D), es decir de configuración en planta es ideal

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto el edificio se cataloga como de clasificación C, puesto que no presenta aumento de área y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACION EN ELEVACION	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	5.18
A: Area del piso bajo	23
A: Area de piso 2	0
Area del porche	0

T/H	A/A (%)	porche
0	0	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias
L: espaciamiento de los muros transversales	4,36
S: Espesor del muro maestro	0,12

L/S
36,33

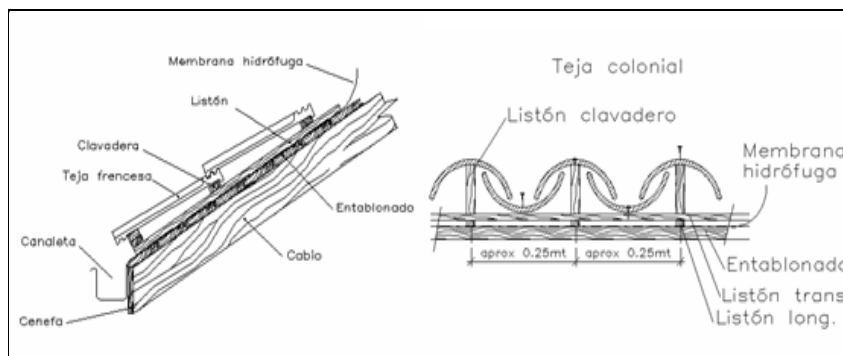
De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 36,33333 como supera el valor de 25 se clasifica como (C).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

La estructura de cubierta clasifica como (D) puesto que es una vivienda con cubierta conformada por una cubierta con viga cumbreira.

Figura No.34

Detalle de la cubierta de las viviendas.



Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (D) puesto que es una estructura sin cornisas y sin parapetos.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (C), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

**Resumen de el análisis de la vivienda localizada en el Sector
Octavo – Pasaje Los Alelis Nro. 304.**

Tabla No.09

. Análisis de la vivienda localizada en el Sector Octavo – Pasaje Los Alelis Nro. 304.

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 11.25$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 2.941\%$$

Como el valor es inferior al 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico alto.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda es mediano.

VIVIENDA Nro. 10

Calle Los Geranios Nro. 873 – Sector Cuatro.

Parámetro 1. Organización del sistema resistente

Viviendas casi nuevas que fueron construidas bajo la normatividad vigente de construcción, esto nos indica que están en el calificativo D de este parámetro.

Parámetro 2. Calidad del sistema resistente

Las piezas de mampostería utilizadas en estas viviendas son ladrillos de perforación vertical, con buena calidad de ligamento basándose en el espesor de este. Las trabas están realizadas correctamente y la integración entre muros bien hecha, de acuerdo a lo anterior las viviendas se clasifican dentro de la clasificación D.

Figura No.35

Detalle del sistema resistente.



Parámetro 3. Resistencia convencional

3, Resistencia convencional	valor
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	23
Ax,y: área total resistente del muro en x y y.	55,836
k: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en Ton/m ²	7.5
h: altura media de los pisos en (m)	2,2
Pm: peso específico de la mampostería (Ton/m ³)	1,8
Ps: peso por unidad de área del diafragma (Ton/m ²)	0,3

A	
Ax	Ay
60,478	55,836

B	
Ax	Ay
60,478	55,836

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que la estructura clasificaría en este parámetro como (C), puesto que el valor de α está por encima de 0.4.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

La calificación en este parámetro está ligada con dos aspectos, la pendiente cuyo valor en este caso es inferior al 10%, con lo cual se estaría cumpliendo uno de los requisitos de clasificación (D).

Parámetro 5. Diafragmas horizontales

Los diafragmas de esta edificación consisten en las vigas de amarre y losa, estos diafragmas de concreto presentan conexiones eficaces con los muros estructurales, además que no hay desniveles en estos. De acuerdo a lo anterior se puede decir que este parámetro está en clasificación C.

Parámetro 6. Configuración en planta

Detalle de la configuración en planta.



L

De acuerdo con las condicionales de forma se tiene que:

6, CONFIGURACION EN PLANTA	valor
	metros
a: ancho del edificio	4,6
L: largo del edificio	5
b: longitud de recorte del	0

B	0,92
---	------

A partir del criterio que destaca el método trabajado, donde el Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$, la estructura se clasifica como (C), es decir de configuración en planta es ideal.

Parámetro 7. Configuración en elevación

En este aspecto el edificio se cataloga como de clasificación D, puesto que no presenta aumento de área y no cuenta con salidas o protuberancias en altura.

De acuerdo con las condicionales de forma en altura se tiene que:

7, CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	
T: distancia de la irregularidad	0
H: Altura total del edificio	4.67
A: Área del piso bajo	23
A: Cambio de Área de pisos	0
Área del porche	0

T/H	A/A (%)	porche
0	0	0

Parámetro 8. Distancia máxima entre los muros

8, DISTANCIA ENTRE LOS MUROS	Distancias
L: espaciamiento de los muros transversales	4,36
S: Espesor del muro maestro	0,12

L/S
36,33

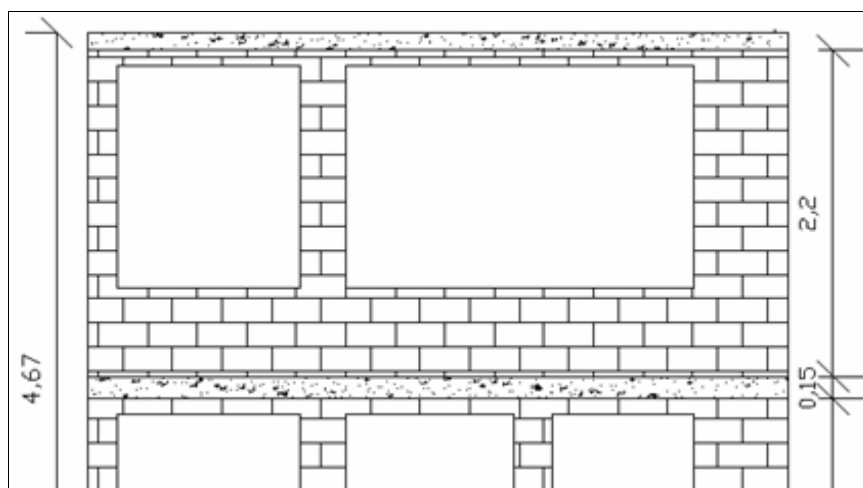
De acuerdo con lo anterior, la relación entre la distancia entre los muros transversales y el espesor del muro maestro indica que es 36.333333 siendo este valor mayor que 25, se clasificará como (C).

Parámetro 9. Tipo de cubierta

La estructura de cubierta clasifica como (C) puesto que es una vivienda con cubierta conformada por una losa.

Figura No. 36

Detalle de la cubierta de las viviendas



Parámetro 10. Elementos no estructurales

La vivienda se clasifica como (D) puesto que es una estructura sin cornisas y sin parapetos.

Parámetro 11. Estado de conservación

Se clasifica la estructura con el ítem (D), puesto que los muros no presentan lesiones capilares, presentando un buen estado actual.

**Resumen de el análisis de la vivienda localizada en la Calle Los
Geranios Nro. 873 – Sector Cuatro.**

Tabla No.10

Análisis de la vivienda localizada en la Calle 26 de Noviembre Nro. 873
– Sector Cuatro.

PARÁMETROS	C				PESO Wi
	A	B	C	D	
1, Organización del sistema	0	5	20	45	1,00
2, Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3, Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y	0	5	25	45	0,75
5, Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6, Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

De tal modo que el índice de vulnerabilidad de acuerdo con la ecuación 1.0 será:

$$IV = 11.25$$

Dividiendo este valor por el valor máximo porcentual que se podría obtener (382.5) se tiene:

$$IV/382.5 = 2.9411\%$$

Como el valor es inferior que el 15%, se define como viviendas con un grado de vulnerabilidad sísmico alto.

Lo que indica que el grado de vulnerabilidad de la vivienda es alto.

CAPÍTULO V
RESULTADOS DE LA INVESTIGACION
Tabla No.11 Resultados generales

CAPÍTULO VI
DISCUSION DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 DISCUSION DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para poder interpretar los resultados de la investigación, podemos analizar también el procedimiento del Método que utilizamos para hallar el índice de vulnerabilidad de las viviendas informales en la ciudad de Huancayo.

Explicamos detalladamente los once parámetros que intervienen, como formatos de evaluación, tipos de suelo, planos, hojas de cálculo, etc., y los resultados de las diez viviendas.

Obtuvimos un porcentaje de índice de vulnerabilidad sísmica promedio de 6.10%, que corresponde a un tipo de clasificación IV nivel bajo, por esta razón clasifíco como B. Por lo cual según el tipo de método que utilizamos nos vota un resultado de las diez viviendas evaluadas como de vulnerabilidad baja.

Pero cabe anotar que este valor de vulnerabilidad es una aproximación a la realidad porque el método consta de 11 parámetros separados en dos grupos que son: parámetros de naturaleza descriptiva (1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11) y naturaleza cuantitativa (3, 6, 7 y 8). En los parámetros de naturaleza descriptiva depende básicamente de los conocimientos básicos del tema que posea la persona que va a evaluar este parámetro y así llenarlos de una manera objetiva, y es por esta razón que estos valores son una buena aproximación a la realidad.

En los parámetros de naturaleza descriptiva se requirió de ciertas operaciones matemáticas muy sencillas, pero el método fue propuesto básicamente es para edificaciones europeas construidas en algunos casos con muros de piedra, y además, teniendo en cuenta que el control de calidad en la construcción de la mampostería es mejor que el peruano, por lo tanto fue necesario hacer ciertas modificaciones de forma, mas no de fondo en el método, de acuerdo con la estructura y materiales constructivos locales (resistencia a la fuerza cortante de la mampostería), modificando sus respectivos pesos y adecuándolos al reglamento nacional de edificaciones

Por tanto nos da a conocer que las viviendas informales no cumplen al 100% las normas de construcción, y están expuestas todo tipo de riesgo sísmico, ya que son vulnerables a un desastre natural, no solo de tipo sísmico, también en casos de derrumbes, colapsos de sus mismas viviendas, etc.

Para ellos buscamos soluciones para evitar el crecimiento de estos tipos de viviendas, planteamos a los alcaldes y funcionarios del estado que analicen la gravedad del caso que estamos viviendo, no solo porque son viviendas informales, como vulgarmente conocemos invasiones en terrenos del estado.

Por tanto planteamos varias soluciones como programas que faciliten el título de propiedad con requisitos que estén al alcance del tipo de economía de las personas que viven en los dos asentamientos humanos.

Otro sería un plan de desarrollo urbano para ver la demanda de crecimiento que se da por año y cuantas viviendas construyen de manera informal, afectando la seguridad de ellos y de sus familias.

También sería capacitar a las personas para que no sigan construyendo viviendas de manera informal, y también capacitando para evaluar si su vivienda requiere de un reforzamiento estructural.

CONCLUSIONES

1. El índice de vulnerabilidad sísmica promedio (de todas las viviendas evaluadas) obtenido en el presente trabajo fue de 71.93% por lo cual según la metodología aplicada en este trabajo se clasifica a estas viviendas como de vulnerabilidad media – alta (C). Nos quiere decir redondeando que el 72% de las viviendas evaluadas son vulnerables al sufrir algún tipo de riesgo sísmico o fenómeno natural.
2. Escogimos como metodología el método cuantitativo que dentro de ello nos da a conocer distintos tipos de métodos para hallar el índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas, así elegimos Método de Benedetti y Petrini (Método Italiano) basándonos en mampostería confinada, mampostería no confinada y de concreto armado. Teniendo en cuenta once parámetros como procedimientos a seguir para obtener como resultado un porcentaje del índice de vulnerabilidad de las diez viviendas informales a evaluar.
3. Con la realización de los cálculos correspondientes, se obtuvieron los valores, los cuales indican que la respuesta de la estructura ante el evento de un sismo es crítico, debido a que los pesos de las estructuras y la geometría no están bien calculados, por lo tanto el diseño estructural de las diez viviendas evaluadas no cumplen con el RNE vigente ni de las normas (E-020, E-030, E-050, E-60, E-070) que rigen dentro de ella.
4. Otro de los parámetros importantes para obtener el grado de vulnerabilidad sísmica fue el estudio de suelo de los dos lugares evaluados.
5. De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que las 10 viviendas dan un índice mayor al 50%, nos referimos que superan los 20 años a más de construcción y son de media-alta vulnerabilidad sísmica, de tal forma que un reforzamiento estructural se hace necesario en estas viviendas, consistente este reforzamiento en rigidizar la estructura de tal forma que las viviendas tengan un comportamiento tipo “cajón”.

RECOMENDACIONES

1. Sugerimos asesorarlos y darles a conocer a los propietarios sobre el estado actual de sus viviendas; recomendarlos para su reforzamiento estructural de sus viviendas, o en caso de las viviendas que están muy dañadas tomar conciencia el riesgo que viven a diario y en casos extremos hacer una demolición total de ella.
2. Recomendamos que toda construcción de viviendas o edificaciones deben ser supervisados por un profesional responsable, tener la documentación legal, tener los estudios, cálculos estructurales y demás procedimientos basándonos al RNE vigente.
3. Se recomienda a las autoridades municipales que ejercen cargos actualmente hacerle el llamado y del presente problema tan alto que se vive día a día en estas viviendas; planteando programas o mecanismos que permite otorgar títulos de propiedad con un financiamiento cómodo y que estén al alcance de sus necesidades.
4. También se les hace de conocimiento el desarrollo de un Plan Urbano de la situación alarmante de crecimiento de habitantes en los dos asentamientos humanos, dentro de ello la calidad de vida
5. Las viviendas estudiadas a lo largo de este trabajo arrojaron índices muy parecidos, por esta razón se recomendó realizar un refuerzo estructural en ciertos puntos clave, para ajustar esas viviendas a los parámetros exigidos por la norma existente (NSR-E.030). El planteo de estos reforzamientos es llegar a definir un confinamiento total de los muros, basados estos reforzamientos en que las cargas de la estructura y sismo sean soportadas y transmitidas al suelo portante a través de estructuras de concreto diseñadas para soportar estas cargas.

BIBLIOGRAFIA

A. BIBLIOGRAFIA DE LIBROS

JULIO KUROIWA

- LIBRO: REDUCCION DE DESASTRES

ANTONIO BLANCO BLASCO

- LIBRO: (2012) Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Estructuras)

- E020 cargas. (Actualizado 2016)
- E030 diseño sismo resistente. (Actualizado 2016)
- E060 concreto armado. (Actualizado 2016)

JAIME BONET MORON

- LIBRO: (2016) Informalidad laboral y en la vivienda

PÉREZ, LUIS ALBERTO

- LIBRO: (2012). Estadística Básica, San Marcos.

RONALD SANTANA TAPUA

- LIBRO: (2011) Análisis de estructuras con el programa Lira 9.0

ROBERT AGUIAR FALCONI

- LIBRO: (2012) Análisis sísmico de edificios

ROBERT AGUIAR FALCONI

- LIBRO: (2011) Análisis matricial de estructuras

B. BIBLIOGRAFIA DE PAGINAS WEB:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=6423>

<http://hdl.handle.net/10803/6222>

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=6481>

<http://bifea.revues.org/2408>

<http://www.winisisonline.com.ar/tea/info/3200-3299/C-3282.pdf>

<http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/2069>

www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis37_a.pdf

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/.../ICI_120.pdf?...4

www.igp.gob.pe/hernando.tavera/documentos/.../tavaera_ochoa_2012.PDF

www.cismid-uni.org/.../61-el-cismid-termino-los-estudios-de-vulnerabilidad-sismica-de-14-hospitales

bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc585/doc585_contenido.pdf

www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/conf9.pdf

www.osso.org.co/docu/tesis/2003/eva.../informe_final.pdf

blogs.monografias.com/.../vulnerabilidad-sismica-en-las-edificaciones

ANEXOS

ANEXO A – MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO B – FORMATO DE CAMPO

ANEXO C – PLANOS

ANEXO D – GALERIA DE FOTOS

ANEXO E – HOJA DE CALCULO

ANEXOS A
MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXOS B

FORMATO DE CAMPO

Cuadro Nro. 01 Formato de campo para evaluación de daños en viviendas

FORMATO PARA EVALUACION DE DAÑOS EN VIVIENDAS Y/O EDIFICIOS	
I. Identificación de la vivienda y/o edificio.	
1.1. Dirección exacta (incluye referencias)	
1.2. Nombre (en caso de que sea un comercio)	
1.3. Función (domicilios, oficinas, departamentos, etc)	
1.4. Año de construcción (preguntar o estimar)	
II. Descripción de la vivienda y/o edificio	
2.1. Número de pisos	
2.2. Dimensiones en planta	
2.3. Croquis de planta (usar reverso)	
2.4. Particularidades (cambios de forma en planta o elevación, volados, parapetos, apéndices).	
III. Sistema estructural	
3.1. Cimentación (zapatas, pilotes)	
3.2. Sistema de soporte de cargas verticales (columnas de concreto o acero, muros de carga de mampostería o concreto)	
3.3. Sistema de piso (losa de concreto, losa reticular pre fabricado)	
3.4. Sistema resistente a carga lateral (marcos, muros de concreto, mampostería, contra venteos, combinaciones, otros)	
3.5. La edificación o vivienda cumple los parametros de proteccion y seguridad dependiendo al tipo de clima y zona donde esta ubicada (Sierra Central, con clima seco, lluvias y helada)	
3.6. Las Instalaciones Electricas e Instalaciones Sanitarias estan bien instaladas, verificar si hay alguna infiltracion de agua, roptura de tuberias, riesgos de corto circuito y distribucion de redes por cada ambiente	
IV. Tipos de Suelos	
Suelos Arenosos(No retienen el agua, tienen muy poca materia orgánica)_____, Suelos Calizos(Tiene abundante sales calcáreas, son de color blanco, secas y áridas)_____, Suelos Arcillosos(Formados por granos finos de color amarillento y retienen el agua formando charcos)_____, Suelos Pedregosos y/o rocosos(Formado por rocas de todos los tamaños)_____, Suelos musgosos y/o limosos(Contienen agua, arena, limo y arcillo)_____	
V. Clasificación del daño	

No estructural, nulo _____, Ligero _____, Sustancial _____, Elevado _____, Estructural Nulo _____, Intermedio _____, grave _____, colapso _____.
VI. Descripción detallada del daño (Usar hojas adicionales para describir)
a) Tipo de daño no estructural (grietas en muros divisorios, desprendimientos o dislocaciones de plafones, recubrimientos, vidrios, instalaciones, etc.
b) Tipo de daño estructural (grietas en vigas y columnas por flexion, cortante o carga axial; hacer croquis de elementos dañados, pandeo o rotura de refuerzo o de elementos de acero.
c) Identificar posibles defectos o causas de los daños (sistema estructural inadecuado por rifidez o resistencia, excentricidades o irregularidades en planta, columnas cortas, huecos en elementos estructurales, etc.)
VII. Otras observaciones
a) Posibles daños anteriores al sismo y reparaciones efectuadas: mala calidad de materiales o de la ejecucion, modificaciones de la estructura con el tiempo, usos inadecuados por cargas verticales excesivas, etc. Toda informacion que pueda justificar el daño)
VIII. Riesgos Ambientales
Verificar si la vivienda a evaluar esta situada en algun tipo de riesgo ambiental, ya sea laderas de rios, pendientes rocosas, trochas angostas, etc.)
IX. Esquema de Seguridad
a) Condiciones de seguridad a nivel Estructural
- Estructuras
b)Condiciones de seguridad a nivel No Estructural
- Arquitectura
- Instalaciones Electricas
- Instalaciones Sanitarias
- Seguridad y Proteccion frente a Sismos
- Seguridad y Proteccion frente a Incendios
X. Condiciones de Seguridad a nivel Organizacional - Funcional
a) Prevenciones como simlacros de sismos entre barrios, sectores, etc.
b)Tener implementos de alarmar en casos de sismos (sirenas, alarmas contra insendios, etc)
XI. Anexos (Fotos, croquis)
Elaborado por: Bach. Ing. Civil Monica Viviana Mercado Arimborgo

ANEXOS C
PLANOS

ANEXOS D
GALERIA DE FOTOS



Realizando preguntas a los propietarios de las viviendas con el Formato de Campo



Tomando datos de campo a la dueña de casa, como guía nuestro formato de campo Cuadro Nro. 01 ANEXOS



La mitad de casas
evaluadas fueron
pequeños comercios
como tiendas.



Realizando el formulario
de preguntas del
formato de campo al
propietario de la
vivienda



Se puede observar que el techo tiene presencia de infiltración de agua, ya que la vivienda cuenta con una azotea sin acabar en el segundo piso, y se empoza el agua en épocas de lluvia provocando el desgaste de concreto



Podemos observar que hay humedad e infiltración de agua en el techo y muro, lo cual que en el segundo piso hay ruptura de tubería de sanitaria, provocando humedad. Debilidad y va carcomiendo poco a poco el concreto y ladrillo

Observamos el avanzado deterioro de la vivienda vecina, también afectando a nuestra vivienda evaluada por que dicha vivienda está en peligro constante de caerse por la presencia de un sismo o riesgo de algún fenómeno natural.

El tipo de construcción también no favorece a la vivienda continua ni a sus propietarios que resienten en el lugar.



MAPA DE ZONIFICACION Y USOS DE SUELO
PLAN DE DESARROLLO URBANO

MAPA DE PELIGRO VULNERABILIDAD
PLAN DE DESARROLLO URBANO

ANEXO E
HOJA DE CÁLCULO