

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**SEDE JAÉN**



**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LAS EDIFICACIONES  
EN EL SECTOR MORRO SOLAR BAJO, CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. JUAN ORLANDO VILLEGAS RAMÍREZ**

**ASESOR:**

**ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO**

**JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ**

**NOVIEMBRE, 2014**

**COPYRIGHT © 2014 BY**

**JUAN ORLANDO VILLEGAS RAMÍREZ**

**Todos los derechos reservados**

## Dedicatoria:

Dedico este trabajo de investigación en primer lugar a Dios como ser supremo por haberme guiado, dado salud, paciencia y por ser guía en nuestras vidas.

A mi madre y a mi padre que han estado conmigo apoyándome y brindándome su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

A mis hermanos por el apoyo que siempre me brindaron día a día.

## Agradecimiento:

Doy gracias ante todo a Dios por haberme dado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

## CONTENIDO

<b>Ítem</b>	<b>Página</b>
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes teóricos.....	3
2.1.1. Internacional.....	3
2.1.2. Nacional.....	4
2.1.3. Local.....	5
2.2. Bases Teóricas.....	6
2.2.1. Peligro.....	6
2.2.1.1. Evaluación del Peligro.....	6
2.2.1.2. Clasificación del Peligro.....	7
2.2.1.3. Desastres frecuentes en la localidad.....	8
2.2.1.4. Peligrosidad Sísmica.....	9
2.2.1.5. Estratificación del Peligro.....	12
2.2.2. Evaluación de la Vulnerabilidad.....	14
2.2.2.1. Tipos de Vulnerabilidad.....	14
2.2.2.2. Estratificación de la vulnerabilidad.....	25
2.2.3. Evaluación de Riesgo.....	27
2.2.3.1. Estimación del Riesgo.....	27
2.2.3.2. Riesgo Sísmico.....	28
2.2.3.3. Cálculo del nivel de Riesgo.....	36
2.3. Definición de términos básicos.....	38

<b>Ítem</b>	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
3.1. Ubicación Geográfica.....	40
3.2. Procedimiento.....	41
3.3. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.....	41
3.3.1. El universo de la investigación.....	41
3.3.2. Población encuestada.....	42
3.3.3. Forma de tratamiento de datos.....	42
3.3.4. Forma de análisis de la información.....	43
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
4.1. Resultados.....	44
4.1.1. Medición del Peligro.....	44
4.1.2. Estimación del nivel de Vulnerabilidad.....	49
4.1.3. Evaluación del Riesgo.....	55
4.2. Discusión.....	57
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
Conclusiones.....	58
Recomendaciones.....	58
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Título</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Estrato, descripción y valor del peligro.....	13
Tabla 2. Estrato, descripción y valor de la vulnerabilidad.....	26
Tabla 3. Tabla para la evaluación del nivel de riesgo.....	37
Tabla 4. Viviendas ubicadas en un terreno plano con poca pendiente.....	44
Tabla 5. Tipo de suelo en el que se encuentra ubicado es compactado y seco.....	45
Tabla 6. La vivienda esta propensa a inundaciones muy esporádica.....	46
Tabla 7. Valor del peligro.....	47
Tabla 8. Resumen del nivel de peligro.....	48
Tabla 9. Tipos de materiales en las viviendas del sector Morro Solar Bajo.....	49
Tabla 10. Tipos de suelo de las viviendas del sector Morro Solar Bajo.....	50
Tabla 11. Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas del sector Morro Solar Bajo.....	51
Tabla 12. Otros factores que inciden en la vulnerabilidad de las viviendas del sector Morro Solar Bajo.....	52
Tabla 13. Valor de la vulnerabilidad de las viviendas encuestadas.....	54
Tabla 14. Resumen de la evaluación del nivel de riesgo.....	55
Tabla 15. Evaluación del nivel de riesgo.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Título</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Clasificación de los principales peligros.....	8
Figura 2. Mapa de sismicidad global.....	9
Figura 3. Mapa de peligrosidad sísmica global.....	10
Figura 4. Daños producidos en un edificio de concreto armado.....	24
Figura 5. Proceso de decisión de manejo de riesgo sísmico.....	35
Figura 6. Programa de mitigación del riesgo sísmico.....	36
Figura 7. Ubicación geográfica de la zona en estudio.....	40
Figura 8. Nivel de peligro debido a viviendas ubicadas en terrenos planos con poca pendiente.....	45
Figura 9 Nivel de peligro de viviendas ubicadas en terrenos rocosos.....	46
Figura 10 Nivel de peligro de viviendas propensas a inundaciones esporádicas.....	47
Figura 11 Nivel de peligro de viviendas en el sector Morro Solar Bajo.....	48
Figura 12 Tipos de materiales de viviendas.....	49
Figura 13 Tipos de suelo del sector de Morro Solar Bajo.....	50
Figura 14 Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas.....	51
Figura 15 Otros factores que inciden en la vulnerabilidad de las viviendas.....	53
Figura 16 Resultados de la evaluación del nivel de riesgo.....	56



## RESUMEN

En la ciudad de Jaén se encuentra expuesta a fenómenos naturales, que generan consecuencias como pérdidas de vidas humanas como la destrucción de edificaciones. Siendo los peligros más preponderantes los de origen natural, la mala proyección del crecimiento poblacional, además tenemos la topografía de la ciudad de Jaén, y a los tipos de suelos que presenta, agregando las autoconstrucciones de viviendas deficientes ya que se construyen sin una supervisión profesional, vuelven más vulnerables a las edificaciones ante este tipo de fenómenos; ante estos temas analizaremos al sector de Morro Solar Bajo de la ciudad de Jaén, si se encuentra en una zona de alta vulnerabilidad y riesgo. Para obtener la información requerida se procedió a realizar encuestas a los pobladores de dicho sector y al llenado de una ficha técnica que nos permitirá describir la vivienda en el estado que se encuentra, para luego procesar la información que nos permita hacer un análisis respectivo del estado en el que encuentra el sector de Morro Solar Bajo. Una vez realizado el procesamiento de datos obtenemos que la mayoría de las viviendas encuestadas presentan un nivel de peligro alto, tenemos también que más de la mitad de las viviendas encuestadas tienen un nivel de vulnerabilidad alto, de donde concluimos que el nivel de riesgo que se presenta en el sector de Morro Solar Bajo es muy alto, debido a la informalidad en la construcción de viviendas que a ocurrido en los últimos años.

**Palabras claves:** Peligro, vulnerabilidad, riesgo, desastre, albañilería y edificación.

## **ABSTRACT**

In the city of Jaén she is exposed to natural phenomena, which generate consequences as losses of human lives as the destruction of buildings. Being the most preponderant dangers those of natural origin, the bad(wrong) projection of the population growth, in addition we have the topography of the city of Jaen, and to the types of soils that he(he) presents, adding the autoconstructions of deficient housings since they are constructed without a professional supervision, they return more vulnerable to the buildings before this type of phenomena; before these topics we will analyze to the sector of Solar Low Knob of the city of Jaén, if he(he) is in a zone of high vulnerability and risk. To obtain the needed(asked) information one proceeded to realize surveys to the settlers of the above mentioned sector and to the filling of a specification sheet that will allow us to describe the housing in the condition(state) that one finds, then to process(try) the information that allows us to do a respective analysis of the condition(state) in the one that finds the sector of Solar Low Knob. Once realized the processing of information we obtain that the majority of the polled housings present a level of high danger, have also that more than the half of the polled housings have a high level of vulnerability, wherefrom we conclude that the level of risk that one presents in the sector of Solar Low Knob is very high, due to the informality in the construction of housings that to happened in the last years.

**Key words:** Danger, vulnerability, risk, disaster, masonry and building.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

El Perú está expuesto a fenómenos naturales como inundaciones, movimientos de masa, sismos, al igual que fenómenos de origen causado por el hombre como incendios, explosiones entre otras, que generan pérdidas tanto humanas como económicas. Las principales ciudades están ubicadas en zonas con características de orden geológico, susceptibles a terremotos, tsunamis, e igualmente hay regiones montañosas, que en combinación con condiciones antrópicas y climáticas se presentan fenómenos de movimientos de masa, erosiones, avenidas torrenciales e inundaciones.

En la ciudad de Jaén ante cualquier tipo de peligro, la vulnerabilidad y el riesgo en las edificaciones del sector Morro Solar Bajo cual sería la magnitud de daños que se producirían ante varios aspectos como la alta informalidad en la construcción, inundaciones y sismos.

La informalidad en la construcción en los últimos años, genera un gran problema como el de la expansión urbana en zonas inadecuadas para la construcción de viviendas, consideradas como estas de alto riesgo, y la falta de una supervisión técnica en estas, ya que la mayoría de las construcciones son realizadas mediante la contratación de un maestro de obra o incluso los mismos dueños.

Con la presente investigación se hace conocer a la población así como a las instituciones involucradas en el crecimiento urbano a fin de evitar la construcción de viviendas en zonas de alto riesgo y así prevenir el deterioro y colapso de estas. Las edificaciones en el sector de Morro Solar Bajo han sido construidas sobre suelos de baja resistencia y zonas inundables, pueden causar daños al construir en dichas zonas. Y así con la finalidad de que la población del sector de Morro Solar Bajo, del distrito y provincia de Jaén.

El presente estudio será realizado en un área de 7 has. en la sector de Morro Solar Bajo de la ciudad de Jaén - Cajamarca.

En la investigación se determinara la vulnerabilidad en las viviendas debido a fenómenos naturales ocurridos considerando la mala ubicación de la edificación, el riesgo que se produciría de acuerdo a la vulnerabilidad en las edificaciones del sector de Morro Solar bajo, así como identificar los tipos de materiales con las que se encuentran construidas las edificaciones en el sector de Morro Solar, Ciudad de Jaén - Cajamarca.

En capítulo I, daremos un alcance sobre la investigación realizada, en el capítulo II mostraremos antecedentes producidos por los peligros más frecuentes y que producen mayor daño, a la vez alcanzar definiciones referidas a la investigación. A continuación en el capítulo III describiremos la ubicación del proyecto en estudio, que materiales y herramientas se utilizaron además del procedimiento que se realizó para obtener los datos de campo. Seguidamente en el capítulo IV analizaremos los resultados obtenidos en campo y posteriormente discutiremos los datos con antecedentes que se hayan producido anteriormente. Y finalmente en el capítulo V concluiremos el nivel en el que se encuentra el riesgo en el sector de Morro Solar Bajo.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes Teóricos**

#### **2.1.1. Internacional**

Gómez (2009), en las últimas décadas, la vulnerabilidad a los impactos de las amenazas naturales ha aumentado en la República Dominicana como consecuencia de una expansión urbana rápida y desordenada. En muchos casos no se han tomado en cuenta las medidas preventivas adecuadas en el diseño de la infraestructura y en el desarrollo de la producción de bienes y servicios, así como en su ubicación, en el control de la calidad de la construcción o su mantenimiento. Debido a la falta de conocimientos sobre el riesgo, se sigue invirtiendo en áreas peligrosas y sin aplicar las prácticas adecuadas de prevención y mitigación.

Cardona (2005), realizó un estudio llamado "Indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos: programa para América Latina y el Caribe". Informe resumido" en el cual se definieron cuatro indicadores que miden el impacto potencial de peligros naturales, la vulnerabilidad de esos países, y su capacidad para manejar los riesgos. El desarrollo de este sistema de indicadores se basa en datos de Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Jamaica, México, Perú, y Trinidad y Tobago, que cubren dos décadas. Estos indicadores pueden ayudar a dirigir políticas y programas financieros, económicos, ambientales y sociales en el ámbito nacional, regional y municipal. Estos indicadores han sido diseñados para generar conciencia y conocimiento en el BID y los

gobiernos en la región, sobre la importancia de la gestión del riesgo de desastres para el desarrollo.

En muchas partes del mundo, los desastres causados por peligros naturales tales como terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra, sequías, incendios forestales, ciclones tropicales y oleadas de tormentas relacionados con los sismos; tsunamis y erupciones volcánicas han causado gran cantidad de pérdidas, tanto en términos de vidas humanas como en la destrucción de la infraestructura económica y social, sin mencionar su impacto negativo en los ya frágiles ecosistemas existentes. En efecto, en el período comprendido entre 1960 y el 2000, se presenció un incremento significativo en la ocurrencia, severidad e intensidad de los desastres, especialmente durante la década de los 90. Esta tendencia representa una importante amenaza al desarrollo sostenible y, por lo tanto, la comunidad internacional debe hacerle frente con un sentido de urgencia (ISDR, 2001).

### **2.1.2. Nacional**

El Perú es uno de los países donde se presentan un mayor número de amenazas naturales.

Nuestro País, por encontrarse ubicado en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, por la presencia de la corriente Peruana, la proximidad a la Línea Ecuatorial, la influencia de la Amazonia y la topografía accidentada, así como la Cordillera de los Andes con una geomorfología variada, que cruza el territorio nacional, está expuesta a varios peligros, como sismos deslizamientos, derrumbes y erosión, así como las variaciones climáticas en determinadas regiones, como precipitaciones, vientos intensos, granizadas y heladas, entre otros. Esta variedad de peligros a los cuales estamos expuestos, no se presentan con la misma intensidad y recurrencia en todas las regiones del país, por ejemplo: los sismos (temblor y terremoto), son más frecuentes en la costa central y sur, así como en la selva norte; los

deslizamientos, las heladas y sequías en la sierra; y los vientos fuertes, incendios forestales.

El Ministerio de Economía y Finanzas (2006), presento un documento llamado "conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo". Este estudio se elaboró con la ayuda del Programa Desarrollo Rural Sostenible de la Agencia de Cooperación técnica alemana – GTZ. El documento pertenece a la serie "Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión de Desastres", presenta un marco conceptual relacionado sobre la gestión del riesgo y describe además conceptos relacionados con el riesgo de desastres y su relación con los procesos de desarrollo con la finalidad de lograr una mayor sostenibilidad de las inversiones y de los proyectos que se elaboran respecto al tema.

En 1974, uno de los deslizamientos de tierra más grandes en la historia ocurrió en el valle del río Mantaro en los Andes del Perú (Hutchinson and Kogan, 1975). Una laguna temporal fue formada cuando el deslizamiento represó el río Mantaro causando la inundación de granjas, tres puentes, y unos veinte kilómetros de carretera. Casi 500 personas en el pueblo de Mayunmarca y en sus alrededores perdieron la vida. Este desastre es un ejemplo del potencial destructivo de los deslizamientos de tierra y el por qué son considerados como peligros. Si bien no todos los deslizamientos producen catástrofes, los daños causados por muchos pequeños pueden ser iguales o exceder el impacto de un solo gran deslizamiento. Así, los deslizamientos tanto grandes como pequeños son capaces de causar daños significativos y pérdidas de vida.

### **2.1.3. Local**

En la Provincia de Jaén, esta propensa a varios peligros como por ejemplo el 11 de Abril de 1983 se produjo un sismo de gran intensidad, destruyó el 99% de las viviendas, el epicentro se produjo en Pimpingos – Cutervo, también se produjo una inundación entre los meses de Marzo – Abril de 1994 debido a las continuas lluvias donde fueron afectadas 1665 personas y produjo la erosión,

donde destruyó el puente antiguo de Jaén y el puente recién construido de la ciudad de Jaén (INDECI, 2005).

La presencia de la Quebrada Amojú divide a la ciudad en dos sectores, con un evidente desorden en los Asentamientos Humanos de la periferia; ocupando áreas de riesgo por su cercanía al río Amojú, a la quebrada seca (Zanja Honda) al Sur de la ciudad, en las laderas de los cerros que bordean la ciudad, así como transgrediendo áreas de protección arqueológica (Huacas Montegrande y La Florida) y depredando zonas agrícolas del Este y Sur de la ciudad, como resultado de una carencia de control urbano.

## **2.2. BASES TEORICAS.**

Según Instituto Nacional de Defensa Civil (2006)

### **2.2.1. Peligro.**

El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, y que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente.

#### **2.2.1.1. Evaluación del Peligro.**

Se entiende por peligros o amenazas a aquellos fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos que por razones de ocurrencia, severidad y frecuencia, pueden afectar adversamente a los seres humanos y a sus estructuras o actividades; es decir, son todos aquellos elementos del medio ambiente o entorno físico, perjudicial para el hombre y causado por fuerzas ajenas a él. (INDECI 2001).

La evaluación se realiza analizando de una parte, el impacto potencial que podrían causar fenómenos endógenos como los sismos y sus consecuencias: tsunamis, deslizamientos, derrumbes, hundimientos, licuación del suelo (geodinámica interna) y los procesos exógenos como erosión, acción eólica, precipitaciones pluviales y sus consecuencias (geodinámica externa),



determinando en forma gráfica, en cada caso los sectores urbanos que podrían ser afectados por los peligros identificados.

**2.2.1.2. Clasificación del peligro.** El peligro, según su origen, puede ser de dos clases:

**a) Origen natural.**

Son todos los procesos geofísicos, internos o externos que se dan en superficie de manera espontánea produciendo o no efectos desastrosos.

**b) Origen tecnológico o generado por la acción del hombre.**

Son todos los procesos que se producen por efectos del manejo inadecuado de elementos dañinos por el hombre y que causan efectos dañinos en los seres vivos y el medio ambiente.

A continuación, en el Figura 1 se detalla los principales peligros presentes en el Perú según su origen y tipo (INDECI, 2006). Entre los más importantes se agrupan en naturales, pudiendo ser los producidos por los procesos internos de la tierra, de la superficie de la tierra, hidro - meteorológicos, y finalmente biológicos. De origen tecnológico o generado por el hombre son, incendios, explosiones, derrames de sustancias peligrosas, contaminación, fuga de gases y subversión.

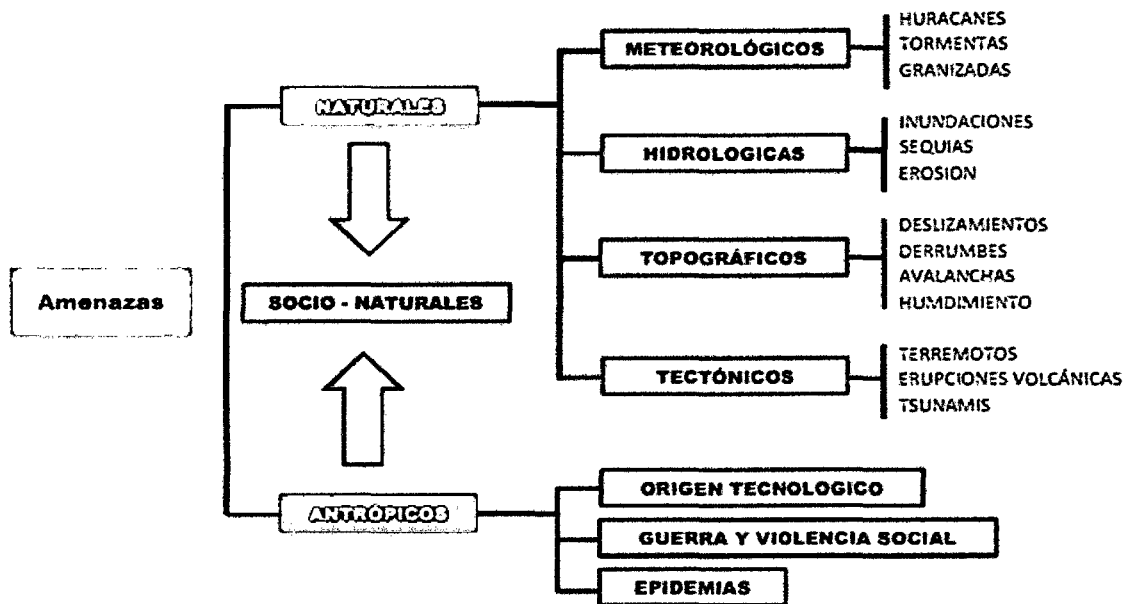


Figura 1. Clasificación de los Principales Peligros. (INDECI 2006)

**2.2.1.3. Desastres Frecuentes en la Localidad.** Entre los fenómenos naturales que causan los desastres más comunes en la zona de proyecto, tenemos:

- Huaycos.- Estos fenómenos vienen a ser los deslizamientos de masas de agua lodosa, que toman los cauces de las quebradas. Los huaycos anuncian su presencia con fuerte ruido, y tienen un poder de destrucción que podrían desbaratar centros poblados, campos de cultivo, carreteras, etc.
- Inundaciones.- Son Invasiones lentas o violentas de las aguas de un río, un lago, una laguna, que sumergen las tierras de las orillas cubriendo de agua las zonas aledañas. Las inundaciones se producen por crecimiento del caudal de las aguas de un río, lago o laguna, que como consecuencia de las lluvias aumenta. Estos fenómenos naturales son causantes de la destrucción de campos de cultivo, a veces de poblados y deja una secuela infecciosa que ocasiona enfermedades y epidemias.
- Sismos/Terremotos.- Son los movimientos de la corteza terrestre que generan deformaciones intensas en las rocas del interior de la tierra, acumulando energía que súbitamente es liberada en forma de ondas que sacuden la superficie terrestre.

#### 2.2.1.4. Peligrosidad sísmica

En los últimos 80 años se han podido registrar los sismos más importantes ocurridos en el mundo, lo que permitió tener un esquema global de la sismicidad mundial. Los resultados permitirán observar que la mayor parte de energía sísmica (80%) se libera en las costas del Océano Pacífico, región conocida como Cinturón de Fuego del Pacífico, que es un conjunto de fronteras de placas tectónicas que recorren todo el Océano Pacífico, desde las costas de Asia hasta las costas de América. Perú forma parte de este cinturón, pues en el borde occidental chocan las placas Nazca y Suramericana. Hay otras regiones, como el Atlántico Medio y el Cinturón Eurásico con una actividad sísmica menor. Existen también regiones donde la actividad sísmica en las placas es casi nula o desconocida, siendo conocidas como escudos.

Observando la actividad sísmica mundial se puede estimar el número de sismos de cierta magnitud que ocurren en un año. Se ha visto que por lo menos ocurren dos grandes terremotos anualmente y están ocurriendo varios cientos de miles de sismos de magnitud inferior a 3 que pasan desapercibidos. Los mayores índices de sismicidad se presentan en los siguientes países; Perú, Japón, Chile y N. Zelanda.

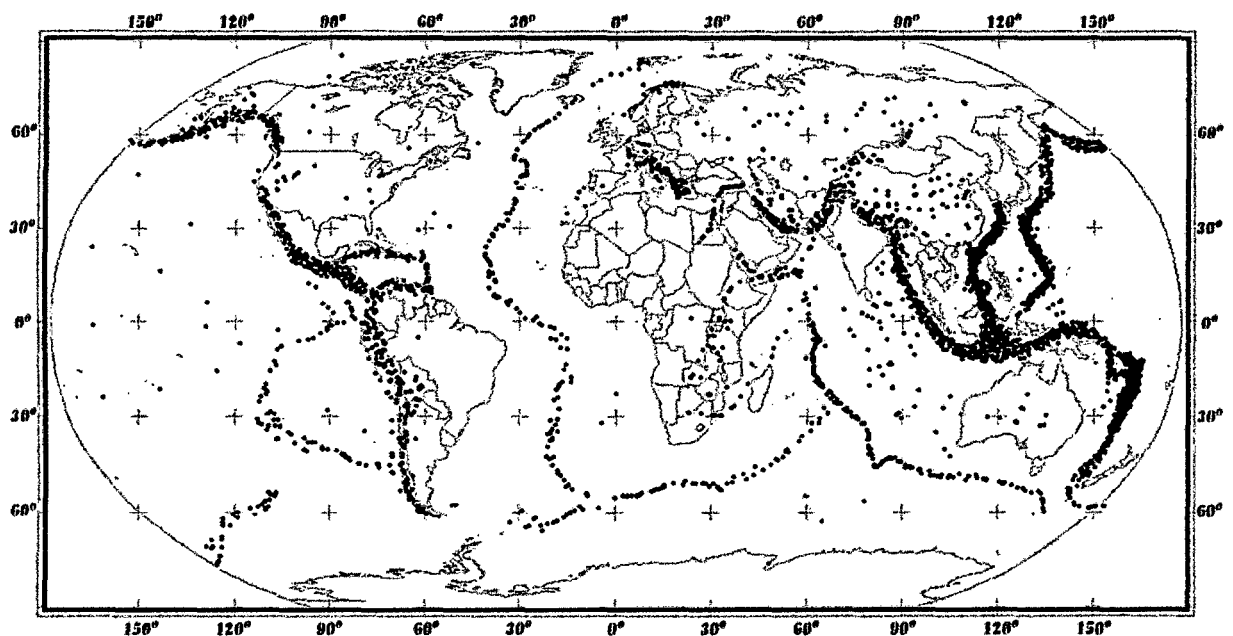


Figura 2. Mapa de Sismicidad global. Se muestran los terremotos ocurridos a partir de 1966, con magnitud superior a 6, en la escala Richter. (Bolt, 1999).

Uno de los trabajos más recientes sobre mapas de peligrosidad sísmica, fue el proyecto piloto desarrollado por el Programa de Evaluación de Peligrosidad Sísmica Global (GSHAP, 1999) en la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, declarada por la ONU. Este trabajo se desarrolló uniendo mapas parciales elaborados por las diferentes regiones y áreas de prueba (Figura 3). El mapa describe la aceleración máxima del terreno con un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años, correspondiente a un periodo de retorno de 475 años. La clasificación del suelo en general se consideró roca a excepción de Canadá y EE.UU., donde se supone que las condiciones del suelo correspondían a un suelo rocoso - firme. El mapa dibuja los niveles probables del movimiento del terreno en una escala de colores de menor probabilidad (blanco) a mayor probabilidad (oscuro).

Los colores del mapa se eligieron para delinear aproximadamente la peligrosidad correspondiente al nivel actual de la misma. El color más claro representa una peligrosidad baja, mientras que el más intenso, representa una alta peligrosidad. Específicamente, el blanco y verde corresponde a valores entre 0 - 8% g (en donde, g es la aceleración de la gravedad); el amarillo y el naranja corresponden a una peligrosidad moderada entre 8 y 24% g; el color rosa y rojo corresponde a una peligrosidad alta entre 24 y 40% g y el rojo oscuro y café corresponde a una peligrosidad muy alta, con valores superiores al 40% de g. En general, los sitios con peligrosidad alta ocurren en áreas delimitadas por las diferentes placas, como se ha comentado anteriormente.

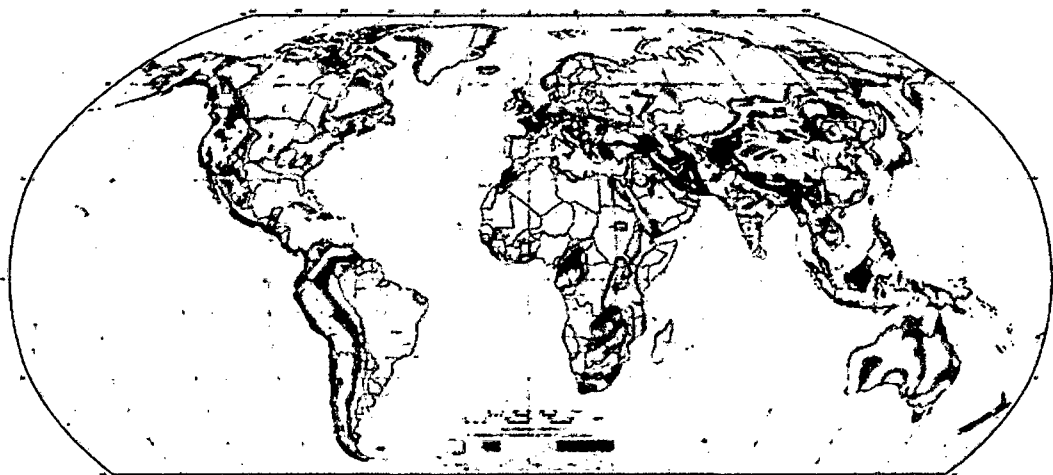


Figura 3. Mapa de Peligrosidad Sísmica global (GSHAP, 1999).

Como se mencionó anteriormente, la peligrosidad sísmica es la probabilidad de que ocurra un fenómeno físico como consecuencia de un terremoto, como pueden ser el movimiento mismo del terreno, así como la licuefacción, los deslizamientos de tierra, inundaciones, ruptura de fallas, etc., a los que llamaremos efectos colaterales de un terremoto. El tamaño y localización de estos efectos colaterales dependerán de diversos factores, principalmente de las características geológicas y geotécnicas del lugar, pero indudablemente de las características del terremoto (hipocentro, mecanismo, intensidad, magnitud, duración, contenido frecuencial, etc.).

Por tal motivo, el primer paso en la evaluación de la peligrosidad sísmica es caracterizar las zonas sismo-tectónicas, para posteriormente entender mejor las características de los terremotos. Generalmente, en su evaluación se utilizan métodos o modelos probabilísticos simplificados de cálculo basados en el establecimiento de leyes estadísticas para definir el comportamiento sísmico de una zona, las fuentes sísmicas y la atenuación del movimiento del suelo, expresando los resultados en forma de probabilidad de ocurrencia de los distintos tamaños de los terremotos, la probabilidad de excedencia de distintos niveles de intensidad del movimiento o a los valores máximos de aceleración esperados en un lugar y en un intervalo de tiempo determinado. Sin embargo, estos modelos involucran una gran cantidad de incertidumbres lo que lleva inevitablemente a ser calculados a partir de la extrapolación de datos, a la adaptación de estudios de otras regiones para que estos modelos sean completamente funcionales y en muchos casos a la simplificación de los mismos (Somerville, 2000).

Desafortunadamente, esta incertidumbre es más grande en áreas con una actividad sísmica esporádica, en donde los catálogos sísmicos y las bases de datos de movimientos fuertes son escasas. En algunos casos, las teorías geofísicas pueden sustituir los datos faltantes, pero las predicciones de la recurrencia de sismos y de la propagación de las ondas sísmicas no son lo suficientemente avanzadas para simulaciones teóricas que sean aceptadas como una norma para la observación de sismos locales, por lo que en muchos casos es necesario considerar el juicio de los expertos en el ajuste de los

modelos para evaluar la peligrosidad sísmica, esto hace que el juicio de los expertos se considere una parte integral de la evaluación (Woo, 1992).

En esta situación, una posible estimación de la peligrosidad sísmica se puede obtener a partir del análisis de la historia sísmica del sitio, utilizando los datos macrosísmicos históricos de los que se disponga, particularmente en regiones caracterizadas por largos periodos de retorno. No obstante, esta información puede dar lugar a problemas de interpretación debido a que los datos históricos son cualitativos y fueron obtenidos en épocas completamente diferentes, sin utilizar una escala macrosísmica común. Debido a estos problemas, la caracterización de cada nivel de intensidad en un sitio tiene que ser calculado en términos probabilistas, expresando el nivel de probabilidad asociado a cada grado de intensidad (Mucciarelli y Magri, 1992).

#### **2.2.1.5. Estratificación del peligro**

Para fines de Estimación del Riesgo, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en la tabla que se muestra a continuación.

**Tabla 1. Estrato, Descripción y Valor del Peligro.**

<b>ESTRATO/NIVEL</b>	<b>DESCRIPCION O CARACTERISTICAS</b>	<b>VALOR</b>
	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.	
<b>PB (Peligro Bajo)</b>	Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc.	<b>1</b>  < de 25%
<b>PM (Peligro Medio)</b>	Distancia mayor a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico. Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas.  Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	<b>2</b>  De 26% a 50%
<b>PA (Peligro Alto)</b>	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.  Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.	<b>3</b>  De 51% a 75%
<b>PMA (Peligro Muy Alto)</b>	Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo.  Áreas amenazadas por flujos de lava.  Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo.  Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc.	<b>4</b>  De 76% a 100%

Fuente: INDECI, 2006.

## **2.2.2. Evaluación de la Vulnerabilidad.**

Se entiende por vulnerabilidad la susceptibilidad al daño que tienen los elementos expuestos a un determinado peligro. La evaluación de vulnerabilidad permite determinar los diferentes grados de afectación, que podrían darse como consecuencia de la incapacidad física de resistir el impacto de algún peligro o amenaza natural.

### **2.2.2.1. Tipos de Vulnerabilidad.**

El Instituto Nacional de Defensa Civil establece los siguientes tipos de vulnerabilidad: ambiental y ecológica, física, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional y científica y tecnológica (INDECI 2006). Se ha establecido solo evaluar la vulnerabilidad física de la zona.

#### **a) Vulnerabilidad Física.**

INDECI (2006), está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructuras socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

La calidad o tipo de material, está garantizada por el estudio de suelo realizado, el diseño del proyecto y la mano de obra especializada en la ejecución de la obra, así como por el material empleado en la construcción (ladrillo, bloques de concreto, cemento y fierro, entre otros).

Otro aspecto a considerarse, de igual importancia, es la calidad de suelo y el lugar donde se asienta el centro poblado, cerca de fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas del río, faja marginal, laderas de una cuenca hidrográfica, situación que incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad.

Un mecanismo no estructural para mitigar la vulnerabilidad es, por



ejemplo, expedir reglamentaciones que impidan el uso del suelo para construcción en cercanía a fallas geológicas.

En inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad físicas e expresa también en la localización de los centros poblados en zonas expuestas al peligro en cuestión. El problema está en que quienes construyen sus viviendas en zonas inundables o deleznable, lo han hecho por carecer de opciones y por tanto, al haber sido empujados a tal decisión por las circunstancias económicas y sociales, difícilmente se podrían apartar de estos riesgos. (INDECI 2006).

Para el respectivo análisis, es importante elaborar un cuadro que contenga las principales variables e indicadores, según los materiales de construcción utilizados en las viviendas y establecimientos, así como en las obras de infraestructura vial o de riego existentes; su localización; características geológicas donde están asentadas y la normatividad existente.

#### **b) Vulnerabilidad Ambiental – Ecológica.**

INDECI (2006), es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática.

Todos los seres vivos tiene una vulnerabilidad intrínseca, que está determinada por los límites que el ambiente establece como compatibles, por ejemplo la temperatura, humedad, densidad, condiciones atmosféricas y niveles nutricionales, entre otros, así como por los requerimientos internos de su propio organismo como son la edad y la capacidad o discapacidad natural.

Igualmente, está relacionada con el deterioro del medio ambiente (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, explotación irracional de los recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de la biodiversidad y la ruptura de la auto-recuperación del sistema ecológico, los mismos que contribuyen a incrementar la Vulnerabilidad.

Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, es necesario auxiliarse de un cuadro, que debe elaborarse de acuerdo a las variables y las características, según el nivel de vulnerabilidad existente en el centro poblado donde se va a realizar la Estimación de Riesgo.

### **c) Vulnerabilidad Económica**

INDECI (2006), constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo asalariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre. Está determinada, fundamentalmente, por el nivel de ingreso o la capacidad para satisfacer las necesidades básicas por parte de la población, la misma que puede observarse en un determinado centro poblado.

La población pobre, de bajos niveles de ingreso que no le es posible satisfacer sus necesidades básicas, constituye el sector más vulnerables de la sociedad, quienes por la falta de acceso a las viviendas, invaden áreas ubicadas en las riberas de los ríos, laderas, rellenos sanitarios no aptas para residencia; carecen de servicios básicos elementales y presentan escasas condiciones sanitarias; asimismo, carecen de alimentación, servicios de salud, educación entre otras. Dichas carencias que se presentan en la población pobre, condicionan la capacidad previsora y de respuesta ante los peligros de su entorno y en caso de ser afectados por un fenómeno adverso el daño será mayor, así como su capacidad de recuperación.

### **d) Vulnerabilidad Social**

INDECI (2006), la vulnerabilidad social se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. La población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, que las sociedades que no están organizadas, por lo tanto, su capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es

mucho más efectivo y rápido.

Mayor será la vulnerabilidad de una comunidad si su cohesión interna es pobre; es decir, si las relaciones que vinculan a los miembros de la misma y con el conglomerado social, no se afincan en sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito y que no existan formas organizativas que lleven esos sentimientos a acciones concretas. Adicionalmente, una ausencia de liderazgo efectivo a nivel comunitario suele ser un síntoma de vulnerabilidad.

El papel de las personas u organizaciones comunitarias para disminuir la vulnerabilidad será impulsar en la población sentimientos y prácticas de: Coherencia y propósito; Pertenencia y participación; Confianza ante la crisis y seguridad dentro del cambio; Promover la creatividad; y Promover el desarrollo de la acción autónoma y de la solidaridad de dignidad y de trascendencia.

#### **e) Vulnerabilidad Cultural - Ideológica**

INDECI (2006), está referida a la percepción que tiene el individuo o grupo humano sobre sí mismo, como sociedad o colectividad, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc.

El desarrollo histórico de nuestros pueblos ha determinado la presencia de un conjunto de valores que les son propios y que marcan la pauta de las relaciones mutuas, entre la solidaridad y el individualismo, así mismo el avance tecnológico, a través de la televisión y la informática, viene influyendo en la conducta y comportamiento de las personas.

Estableciéndose diferencias de "personalidad" entre los distintos grupos humanos del país, a partir de los cuales se ha configurado un perfil cultural nacional, regional o local. Por ejemplo es frecuente encontrar las siguientes

creencias o concepciones fatalistas como: "si algo nos sucede es porque Dios así lo quiere", si esto siempre ha sido así no tiene por qué cambiar, concepción religiosa y mística lo cual inhibe el cambio de actitud y percepción del mundo, es decir existe conformismo, desidia, endiosamiento de un líder a quien se ve como única alternativa de solución para sus problemas. Dichas concepciones contribuyen a una reacción negativa de la comunidad frente a un desastre, incrementando de esta manera su incapacidad para contrarrestar el daño.

La prevalencia de unos valores o de otros permitirá que la vulnerabilidad cultural esté presente con mayor o menor fuerza o no exista. Por ejemplo, la supervivencia de la minga como institución de solidaridad permitirá una rápida respuesta en casos de desastre. En otras ocasiones se ha visto que los desastres permiten sacar a flote el papel del liderazgo de la mujer, de su creatividad y de sus posibilidades.

#### **f) Vulnerabilidad Política e Institucional**

INDECI (2006), define el grado de autonomía y el nivel de decisión política que puede tener las instituciones públicas existentes en un centro poblado o una comunidad, para una mejor gestión de los desastres. La misma que está ligada con el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones, entre los cuales está el de prevención y atención de desastres o defensa civil, a través de los Comités de Defensa Civil (CDC), en los niveles Regional, Provincial y Distrital.

El centralismo estatal ha permitido organizar la sociedad y la economía peruana a partir de un Estado central, asentado en Lima. La concentración del poder estatal, económico, político y financiero de la capital generó un proceso migratorio, cuyo efecto radicó en un crecimiento acelerado y no planificado de las ciudades los cuales han traído problemas de inseguridad por el deterioro del medio ambiente, creación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, déficit de viviendas, hacinamiento y tugurización, así como problemas de marginalidad y desigualdad sociales.

Esta situación, se ha modificado en los últimos años con el proceso de Descentralización y la creación de los Gobiernos Regionales, los cuales por Ley constituyen el Sistema Regional de Defensa Civil.

#### **g) Vulnerabilidad Científica y Tecnológica**

INDECI (2006), define como el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia.

Así mismo, sobre el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos.

La comunidad debe estar informada, por ejemplo, sobre la necesidad de que las construcciones deben considerar las normas sismo resistentes, de ejecutar obras de defensas ribereñas, descolmatación del río o sistemas de alerta, vigilancia, monitoreo y difusión, para evitar el colapso de las viviendas e inundaciones, minimizando o reduciendo el riesgo.

#### **h) Vulnerabilidad sísmica**

Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a la ocurrencia de un peligro como los sismos. 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 de cada estructura, y además, es independiente de la peligrosidad del emplazamiento. En otras palabras una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar en donde existe un determinado peligro.

Se debe recalcar 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 y sometida a la acción de un sismo de determinadas características.

La otra parte importante para evaluar el riesgo sísmico de una región es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras construidas por el ser humano. La experiencia ha enseñado, a través de los terremotos pasados que existen estructuras de una misma tipología que pueden sufrir un mayor grado de daño debido a un terremoto a pesar de localizarse en el mismo sitio (Benedetti, et al, 1988; EERI Committee on Seismic Risk 1989; Yépez, 1996; EMS, 1998). Esto se debe a que existen estructuras con una calidad estructural mejor que otras, o en otras palabras, su vulnerabilidad es menor. Por lo tanto, se puede llegar a plantear que la vulnerabilidad sísmica de una estructura o grupo de estructuras, es la calidad estructural o capacidad de sus elementos estructurales para resistir un terremoto.

El que una estructura sea más o menos vulnerable ante un terremoto de determinadas características, es una propiedad intrínseca de cada estructura, es decir, es independiente de la peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento, por lo tanto, una estructura puede ser vulnerable pero no estar en riesgo, a menos que se encuentre en un sitio con una cierta peligrosidad sísmica. Puede observarse, desde este punto de vista que los estudios de vulnerabilidad sísmica se pueden aplicar a cualquier obra de ingeniería civil, como son edificaciones, presas, carreteras, puentes, taludes, depósitos, centrales nucleares y, en general, a toda obra en la que se requiera conocer su comportamiento ante un posible terremoto y las consecuencias que puedan producir.

Una de las primeras tareas que hay que plantearse en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, es el alcance que tendrán los estudios de Riesgo Sísmico. Este paso es importante, ya que la vulnerabilidad sísmica se puede evaluar de una manera muy específica realizando un estudio muy exhaustivo de las estructuras o muy general como puede ser un estudio a nivel urbano. El conocimiento del comportamiento de

una estructura es generalmente complejo y dependiente de un sin número de parámetros que en su mayoría son difíciles de obtener. Algunos de estos parámetros incluyen, la obtención de las características del movimiento sísmico del lugar, la resistencia de los materiales con los que está construida, la calidad de la construcción, la interacción con los elementos no estructurales, el contenido existente en la estructura en el momento del terremoto, entre otros muchos.

Sin embargo, la realización de estudios a nivel urbano, se puede reducir al conocimiento de algunos parámetros básicos para poder clasificar la estructura, o, en otras palabras al conocimiento de su calidad estructural. Normalmente, al plantear la realización de un estudio de riesgo sísmico lleva implícito la realización del estudio de grandes áreas para lo cual, los estudios a nivel urbano son los más factibles. Por lo tanto, es oportuno aclarar que estos estudios generalmente están englobados dentro de un marco estadístico, por lo que casi todas las estimaciones de la vulnerabilidad tienen niveles significativos de incertidumbres asociados. Gran parte de esto se debe a que las estimaciones se realizan sin considerar estudios detallados en la construcción, condición y comportamiento de la estructura. A menudo, la estimación de la vulnerabilidad se realiza basada en observaciones visuales sin referencia en cálculos del comportamiento estructural.

- **Factores**

**Fragilidad.-** Se refiere al nivel o grado de resistencia y/o protección frente al impacto de un peligro; es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social o vivienda.

"En la práctica, se refiere a las formas constructivas, calidad de materiales, tecnología utilizada, entre otros".

**Exposición.-** Relacionada con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o

actividad económica en las zonas de influencia de un peligro.

"Este factor explica la vulnerabilidad porque expone a dicha unidad social al impacto negativo del peligro".

**Resiliencia.-** Está asociada al nivel o grado de asimilación y/o recuperación que pueda tener la unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, después de la ocurrencia de un peligro.

- **Daño en las edificaciones**

El daño en términos generales es un concepto complejo en su interpretación y en su evaluación, o de acuerdo a la literatura el daño estructural es un fenómeno que es muy difícil modelar analíticamente o reproducir en laboratorios. El daño como se comentó antes es un fenómeno que afecta a cualquier tipo de estructura, sin embargo, a partir de ahora se hará referencia únicamente al daño que pueden sufrir las edificaciones, por ser parte del objetivo de este trabajo. Para esto se clasificará el daño en tres grupos principales:

**Daño estructural.** Es evidente que el daño estructural es el de mayor importancia, ya que éste puede ocasionar que una estructura colapse o, en el mejor de los casos, que su reparación pueda ser muy costosa. El daño estructural depende del comportamiento de los elementos resistentes de una estructura como son las vigas, columnas, muros de carga, sistemas de piso, y esto tiene que ver con la calidad de los materiales que componen dichos elementos, su configuración y tipo de sistema resistente y, obviamente, de las características de las cargas actuantes (Dolce, et al 1994).

La evaluación del daño se puede realizar de diferentes maneras. Una de ellas es en forma cualitativa, en la cual se establecen diferentes niveles de daño o a través de la definición de localización probable de un daño específico en



una estructura. Esta forma se basa fundamentalmente en la observación e identificación de daños ocasionados por la ocurrencia de alguna acción como por ejemplo un terremoto de determinadas características. Este procedimiento se empezó a usar hace algunos años y sigue siendo una forma viable de obtener datos reales de daño para los estudios de la vulnerabilidad en zonas urbanas. Con el desarrollo significativo de modelos de daño de los elementos estructurales, se ha podido evaluar el daño en forma cuantitativa, basándose en algunos parámetros de respuesta estructural como por ejemplo, las distorsiones de piso, las deformaciones de los elementos a nivel de sección transversal y de miembro, demandas de ductilidad, de rigidez, cantidad de energía disipada, cortante de entrepiso, etc. Para medir estos parámetros se utilizan funcionales, como una medida representativa de la degradación estructural denominados indicadores de daño. Estos indicadores pueden ser a nivel de cada elemento (indicador de daño local), o a nivel de la estructura (indicador de daño global) (Park et al, 1985; Powell y Allahabadi, 1988; Bracci et al, 1989; Kunnath, et al, 1990; Hwang y Huo, 1994; Williams y Sexsmith, 1995, Singhal y Kiremidjian, 1996).

Una forma de generalizar la medida de daño, es mediante la normalización del indicador de daño respecto a un estado de fallo específico del elemento, tal que dicho estado se alcance cuando el indicador sea igual a la unidad, denominándose índice de daño. A pesar de todos los estudios de los métodos de daño, se debe notar que la cuantificación del mismo sigue siendo complejo y por lo tanto, no existe un criterio unificado para la definición de los modelos de daño.



Figura 4. Daños producidos en un edificio de concreto armado en las columnas, muros de relleno (tabiques), vigas durante el sismo de México en 1985. Fuente: UNAM.

**Daño no estructural.** Este tipo de daño está asociado principalmente a elementos que no forman parte del sistema resistente, como pueden ser muros divisorios, ventanales, revestimientos, etc. (Villaverde, 1997). Sin embargo, a pesar de que este tipo de daño no pone en peligro el comportamiento de la estructura, sí es causa de un incremento considerable en las pérdidas económicas, como se ha podido comprobar en los sismos de Loma Prieta (1989) y Northridge (1994). El daño no estructural se evalúa generalmente mediante un índice de daño, el cual utiliza parámetros de la respuesta estructural tales como deformaciones y distorsiones que sufren los pisos de las estructuras y en ocasiones, a partir de la aceleración que experimentan los mismos.

**Daño económico.** Es una forma de relacionar el índice de daño estructural con las pérdidas económicas de un edificio debido a un sismo. Para esto se necesita evaluar el índice de daño global en términos de costes financieros, es decir, se requiere conocer un índice de daño económico global de la

estructura, que agrupe los índices anteriores. Generalmente se define de la siguiente manera:

$$\text{Índice de daño económico} = \frac{\text{Coste de reparación del daño}}{\text{Coste de reposición}}$$

En donde, el coste de reparación es una suma ponderada de los costes parciales de reparación, tanto de los elementos estructurales como no estructurales, por lo que se deben relacionar los costes con los indicadores de daño. Existen muchos investigadores que utilizan esta definición de daño económico como son: Tatsumi et al, (1992); Kappos et al, (1996) y Yépez, (1996).

#### **2.2.2.2. Estratificación de la Vulnerabilidad**

Para fines de Estimación del Riesgo, la vulnerabilidad puede estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en la tabla 2.

**Tabla 2. Estrato, Descripción y Valor de la Vulnerabilidad.**

<b>Estrato/nivel</b>	<b>Descripción/características</b>	<b>Valor</b>
<b>VB</b> (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con material noble o sismo resistente, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de los servicios básicos, con buen nivel de organización, participación total y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	<b>1</b> <de 25%
<b>VM</b> (Vulnerabilidad Media)	Viviendas asentadas en suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. Con material noble, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de los servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	<b>2</b> De 26% a 50%
<b>VA</b> (Vulnerabilidad Alta)	Viviendas asentadas en zonas donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, con material precario, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha. Población con escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencia; así como con una escasa organización, mínima participación, débil relación y una baja integración entre las instituciones y organizaciones existentes.	<b>3</b> De 51% a 75%
<b>VMA</b> (Vulnerabilidad Muy Alta)	Viviendas asentadas en zonas de suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, de materiales precarios en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como una nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	<b>4</b> De 76% a 100%

Fuente: (INDECI 2006).

## **2.2.6. Evaluación de Riesgo.**

Según INDECI (2006)

Se entiende por Riesgo la probabilidad de daños sociales, ambientales y económicos por un peligro o evento natural, en un lugar y durante un tiempo de exposición determinado. El nivel de riesgos comprende una evaluación de los peligros naturales (amenazas a la ciudad por escenarios probables) y de la vulnerabilidad (susceptibilidad al daño) para estimar las probables pérdidas o daños en términos de costos.

También se conoce como la evaluación matemática de las posibles pérdidas de vidas, daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía para un periodo y área conocida, producto de la ocurrencia de un fenómeno natural o evento provocado por el hombre. El riesgo se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad.

El impacto de los sismos en las actividades humanas ha sido un tema tratado en los últimos años en un amplio número de publicaciones desarrolladas por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes en formas diferentes. La Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios (ONU/DHU) en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promovió una reunión de expertos con el fin de proponer una unificación de definiciones que ha sido ampliamente aceptada en los últimos años.

**2.2.6.1. Estimación del Riesgo.** La Estimación del Riesgo en Defensa Civil, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura).

Complementariamente, como producto de dicho proceso, recomendar las medidas de prevención (de carácter estructural y no estructural) adecuadas, con la finalidad de mitigar o reducir los efectos de los desastres, ante la ocurrencia de un peligro o peligros previamente identificados.

Se estima el riesgo antes de que ocurra el desastre. En este caso se plantea un peligro hipotético basado principalmente, en su periodo de recurrencia. En tal sentido, sólo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V).

Se considera la estimación del riesgo en aquellos casos relacionados con la elaboración de un proyecto de desarrollo y de esa manera se proporciona un factor de seguridad a la inversión de un proyecto. También se evalúa el riesgo, después de ocurrido un desastre. La evaluación de daños, pérdidas y víctimas, se realiza en forma directa sin emplear la ecuación indicada. Para cuantificar la gravedad y probabilidad del riesgo, es necesario realizar diversas pruebas e investigaciones. (INDECI 2006).

#### **2.2.7. Riesgo Sísmico**

Una vez revisados los conceptos de Peligrosidad Sísmica y Vulnerabilidad Sísmica se puede observar que existe una relación directa entre ellos, es decir, para que exista verdaderamente riesgo sísmico en un lugar, ambos conceptos deben producirse y existir respectivamente, es decir, el riesgo sísmico evalúa y cuantifica las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto, como resultado de la falla de las estructuras cuya capacidad resistente fue excedida.

Por ejemplo hay algunos factores que hacen que una edificación tenga mayor riesgo sísmico debido a la exposición como:

- **Suelo:** Es importante porque el sismo se da en la corteza terrestre y este se transmite del suelo a la estructura, por ello si el suelo presenta algunos defectos la respuesta sísmica del edificio también se verá afectada. Son suelos con peligro en caso de sismo los siguientes:

- Suelos con potencial de licuación
- Arenas secas colapsables.
- Terrenos en ladera.
- Rellenos no homogéneos.
- Suelos bajos inundables.

Las características estratigráficas, hidráulicas, de resistencia del suelo, las propiedades y el comportamiento dinámico del suelo son factores que influyen en la respuesta sísmica de la cimentación de todo edificio, ya que esta transmite las fuerzas sísmicas a la estructura, consecuentemente ésta será la responsable en gran parte del comportamiento del edificio.

También al suelo se le puede considerar como un vibrador, por tanto tendrá una serie de períodos de vibración libre dependiendo de las condiciones estratigráficas y de sus propiedades dinámicas. Se encontrará que existirá un período máximo de vibración o fundamental el cual puede ser excitado por la perturbación sísmica más fácilmente que los armónicos más altos y el cual puede producir falla en el subsuelo cuando este es de baja resistencia.

Cuando el período fundamental del suelo  $T_S$  sea aproximadamente coincidente con alguno de los períodos de los edificios, dicho edificio estará en resonancia produciéndose en su centro de masa una amplificación de la aceleración con respecto a la aceleración máxima de la superficie del suelo. Esto ocurrió en muchos edificios durante el sismo de México de 1985.

El período fundamental  $T_S$  del suelo resulta el más importante de considerar ya que origina la respuesta máxima y consecuentemente la amplificación máxima para determinado amortiguamiento crítico del edificio, y por tanto,

puede servir como base para formular un espectro práctico de diseño o evaluación.

**- Influencia del nivel freático y de la posibilidad de licuación:** La licuación es una condición en la cual, un suelo pierde su resistencia y se comporta como un fluido muy viscoso, debido a la generación de altas presiones en el agua que se encuentra entre sus granos (presión de poros). Este fenómeno se puede presentar durante un sismo y fundamentalmente ocurre en suelos arenosos saturados.

Los esfuerzos de corte cíclicos que genera un sismo, mediante las ondas que están viajando por la corteza terrestre, hacen que las partículas de suelos sufran reacomodos y se produzca densificación. Teniendo en cuenta que la duración de los esfuerzos de corte cíclico es muy pequeño en comparación con el tiempo necesario para que ocurra algún drenaje, la tendencia de la arena a disminuir su volumen durante cada ciclo, se refleja en un incremento de la presión de poros. Esto causa reducción continua del esfuerzo efectivo y consecuentemente reducción en la resistencia de la arena.

Si el número de ciclos es tal que la presión de poros iguala a la presión de confinamiento inicial, el esfuerzo efectivo existente en el esqueleto de la arena se reduce a cero, perdiendo la resistencia al corte dicho suelo; presentándose flujos ascendentes de agua debido a las presiones altas.

Los daños más saltantes que un fenómeno de licuación puede presentar son grandes asentamientos o agrietamientos del terreno. Esto trae consigo algunas fallas catastróficas.

No existe un software para poder estimar de qué modo afecta a una estructura este fenómeno, pero si existen distintas metodologías para evaluar el potencial de licuación del suelo. Saber que un suelo se licua es ya una situación muy grave pues los daños sean el edificio pueden ser también muy graves. Lo que no se puede evaluar es cómo lo daña el fenómeno sino suponer efectos factibles, asunto que es más de criterio que de modelación.



## **a. Estudios sobre Riesgo Sísmico**

Las catástrofes recientes han obligado a los gobiernos y el sector privado de todo el mundo a desarrollar estudios de riesgo sísmico para reducir los daños provocados por los terremotos. Estos estudios deben elaborarse basándose en el desarrollo del país o en la peligrosidad existente en él (Berz y Smolka, 1995). En la actualidad, existe una gran cantidad de trabajos que tratan de evaluar el riesgo sísmico en zonas urbanas, auspiciados por organismos internacionales y gobiernos, con el fin de implementarlos dentro de sus programas de protección civil, algunos de ellos se han desarrollado como normas o recomendaciones como son:

Los de la Comisión de Seguridad Sísmica de California (CSSC, 1999). Este trabajo hace un repaso de los conceptos básicos de los terremotos, sus efectos típicos, las causas del daño y pérdidas debidos a ellos, la evaluación del potencial del daño en las estructuras y sistemas de equipos de la comunidad, así como aproximaciones apropiadas para la reducción del riesgo a niveles aceptables y su implementación en los planes de mitigación.

Los informes del "Consejo de Tecnología Aplicada (ATC-13 y ATC-25)". Ambos trabajos fueron financiados por la Federal Emergency Management Agency (FEMA), y tienen una amplia difusión y aceptación internacional, coherencia metodológica y facilidad de uso y, por lo tanto, constituyen una excelente referencia para orientar este tipo de estudios. El informe ATC-13 titulado "Earthquake Damage evaluation data for California", forma parte de un proyecto para la evaluación de daño sísmico causado por los terremotos en California. En ellos se presenta información relacionada con el tema: descripciones detalladas de la metodología empleada para clasificar la información y evaluar los daños y pérdidas por causa de los terremotos en 78 tipos de estructuras, así como evaluaciones de los tiempos estimados para restablecer los servicios, interrumpidos por los terremotos, al nivel de la capacidad anterior del sismo. En cuanto al informe ATC-25 titulado "Seismic Vulnerability and Impact of Disruption of Lifelines in the Conterminous United States" forma parte de un proyecto con el objetivo de obtener un mejor conocimiento del impacto de la interrupción de las líneas vitales durante y por

causa de los terremotos y ayudar a la identificación y priorización de las medidas y estrategias para disminuir el riesgo sísmico.

El Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado (OEA, 1993). Este manual hace una introducción a la planificación para el desarrollo integrado y el manejo de los peligros naturales, mostrando cómo el impacto de los peligros naturales se puede reducir, además se describen las técnicas que se usan para la evaluación del peligro, incluyendo los sistemas de información geográfica, percepción remota y técnicas especiales de cartografía. Finalmente, muestra nuevos enfoques para la evaluación y mitigación en el contexto de la planificación para el desarrollo integrado.

Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud (OPS/OMS, 1999). Este documento trata específicamente la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los hospitales y de metodologías para la mitigación del riesgo. Además hace referencia a las medidas que se deben tomar para la mitigación, poniendo especial énfasis en los requisitos necesarios para que los establecimientos puedan mantener su función durante y después de un evento.

En general todos estos trabajos coinciden en la necesidad de realizar los estudios de riesgo sísmico, para poder reducir los daños causados por los terremotos debido a la falla de las estructuras. Tratan la peligrosidad sísmica como un problema difícil de predecir y aún más de reducir, sin embargo, tratan de aclarar los conceptos básicos de los terremotos y de las medidas que se tienen que tomar para hacer frente a ellos. En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad, en general, todos los trabajos proponen metodologías simplificadas, basadas en índices de vulnerabilidad o en la clasificación de las estructuras en grupos predeterminados.

Los estudios de riesgo demuestran su potencialidad, analizando incluso otros elementos en riesgo, diferentes a las estructuras de edificación, como son líneas vitales, puentes, depósitos, instalaciones industriales, redes eléctricas, etc. Trabajos más recientes han construido un ambiente informático que es capaz de estimar las pérdidas probables de toda una zona urbana, inmediatamente después de ocurrir un terremoto fuerte. Esta información permite a las instituciones gubernamentales tomar las respectivas medidas de mitigación, para

organizar y coordinar las actividades de emergencia, inmediatamente después de una crisis sísmica.

## **b. Mitigación del Riesgo Sísmico**

Por Mitigación del Riesgo Sísmico se entiende "cualquier acción preventiva que se toma antes de la ocurrencia de un fenómeno natural destructivo intentando reducir sus consecuencias". Es decir, son todas las medidas tomadas para incrementar la resistencia y mejorar el comportamiento de los edificios y líneas vitales para la seguridad de las personas y para la reducción de las pérdidas económicas y su impacto social (Sauter, 1996).

Como se estudió anteriormente, el cálculo del riesgo sísmico depende tanto de la peligrosidad sísmica del sitio como de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras. Evidentemente se puede observar que la peligrosidad sísmica no se puede modificar ya que es un factor que depende de la naturaleza. Sin embargo, sí se puede decidir edificar las estructuras en zonas lo suficientemente alejadas de las fallas, de rellenos, de zonas sismogénicas en general y de lugares de posibles asentamientos, deslizamientos, avalanchas o de un alto potencial de licuefacción y, de ser necesario, se estudiaría la posibilidad de utilizar técnicas de mejoramiento de las condiciones del suelo, siempre buscando disminuir la posible amplificación de la acción del terremoto.

En cuanto a la vulnerabilidad sísmica de las estructuras como se ha visto anteriormente, es un factor que se encuentra más al alcance de hombre, ya que corresponde a la calidad estructural de los edificios y en este caso sí se puede modificar utilizando algún método de refuerzo, cambio de uso del edificio, entre otras acciones y, en el caso de edificios nuevos, aplicando correctamente las normas sismorresistentes y utilizando materiales de buena calidad. Para el caso de los edificios construidos se necesita realizar un estudio económico coste – beneficio, para decidir la factibilidad de su reforzamiento, readecuación, cambio de uso o destino, mejoramiento o demolición futura.

El problema en la elaboración de los programas de mitigación de desastres es sin duda la realización formal de la evaluación de los estudios de Riesgo Sísmico

a pesar de saber que los terremotos son una causa real de desastres. Las razones se atribuyen a la ignorancia de la existencia del riesgo o al miedo correspondiente al conocer el nivel de riesgo y la obligación que tienen para reducirlo o eliminarlo. Sin embargo, el problema fundamental del manejo de riesgo sísmico no es encontrar una solución, sino encontrar la mejor solución dependiendo de las circunstancias, valores y prioridades de cada lugar de estudio y en esto la toma de decisiones es fundamental. Un ejemplo completo de un proceso de mitigación es el desarrollado por el Comité de Seguridad Sísmica de California (Figura 5), en el se describen los pasos principales desde la evaluación del Riesgo sísmico, su prevención y en el caso de la ocurrencia de un terremoto del manejo de la situación (CSSC, 1999).

El proceso de la toma de decisiones que se ilustra en la Figura 2.14, esta dividido en tres pasos principales:

a) La estimación del Riesgo. En esta etapa se define el problema, es decir, los bienes que son propensos a sufrir daño, así como un comportamiento mínimo aceptable de las estructuras, para proteger la vida humana, y conservar la capacidad de la infraestructura para proveer servicios mínimos y minimizar las pérdidas económicas. Se cuantifica el Riesgo Base con el apoyo de técnicos, economistas, consultores para determinar el potencial de daño de vidas, heridos, pérdidas económicas o infraestructura, dependiendo de las condiciones actuales del lugar.

b) Revisión de las alternativas de Mitigación. Se seleccionan las bases del análisis, para determinar las restricciones bajo las cuales las instituciones podrán actuar. Una vez realizado esto se identifican las alternativas de mitigación (reforzamiento de las estructuras, cambio de uso, etc.) Analizando la disponibilidad de recursos y restricciones se pueden descartar las alternativas que no se puedan aplicar o sean poco fiables, utilizando métodos de decisión, esto se hace apoyándose en métodos de calificación, análisis de costo - beneficios y algunas teorías de multi - atributos. Una vez elegida la alternativa se describe para implementarla y después calcularla.

c) La toma de decisiones. En esta etapa se reúnen y organizan los datos y se

estudia el costo de la implementación sobre el Riesgo Base de cada alternativa. Se aplica el método de decisión y se comunican los resultados, explicando la forma de obtención a las partes que deben aprobar la decisión. Normalmente la toma de decisiones no es sencilla y se necesita repetir el proceso para varias alternativas, para obtener finalmente la mejor.

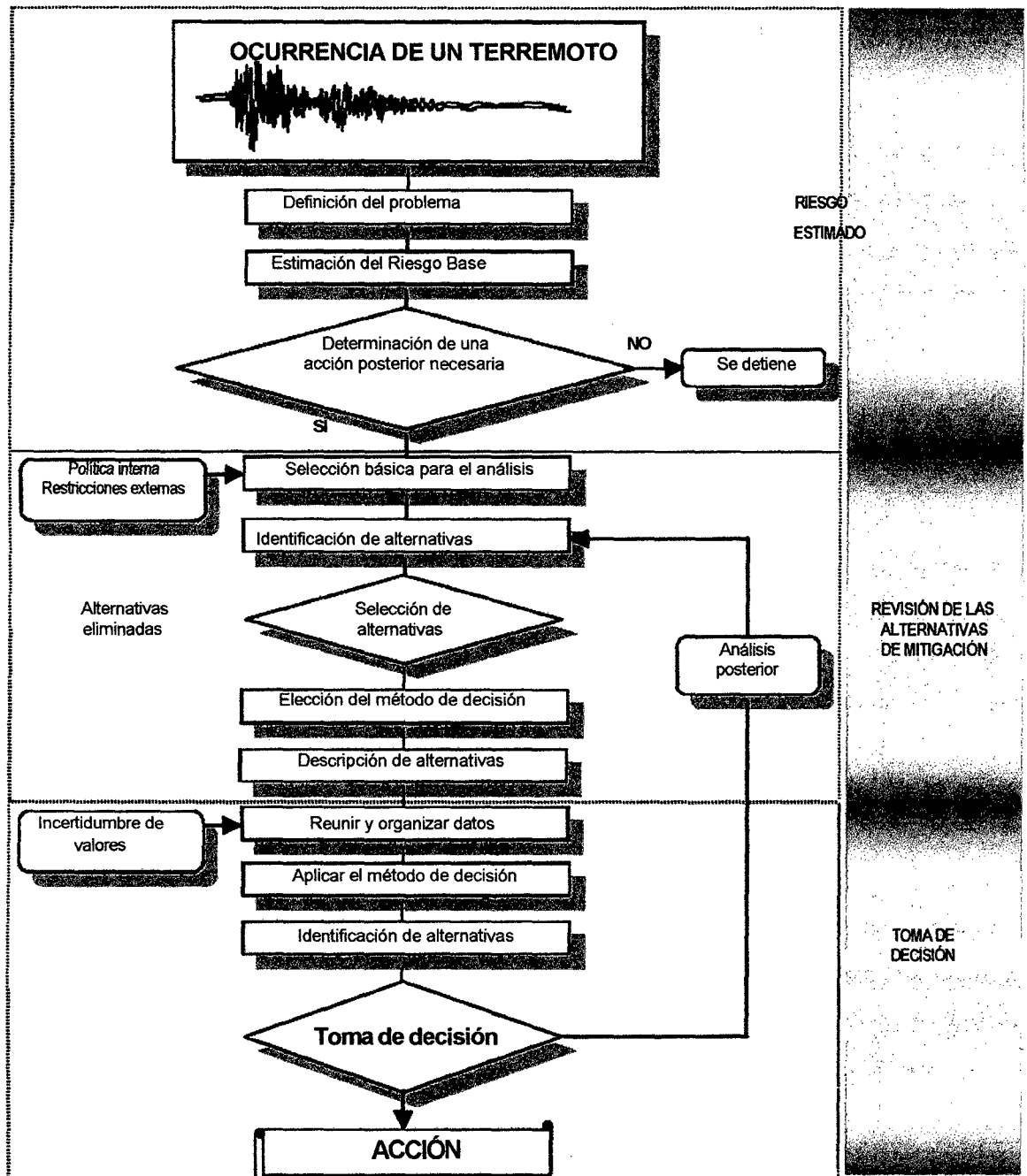


Figura 5. Proceso de decisión del manejo del riesgo sísmico (CSSC, 1999).

Una vez seleccionada la mejor alternativa para la mitigación del Riesgo, se necesita hacer efectivo el proceso, sin embargo, para esto se requieren fondos, estrategias, recursos humanos asignados al programa que los lleve a cabo (Figura 6).

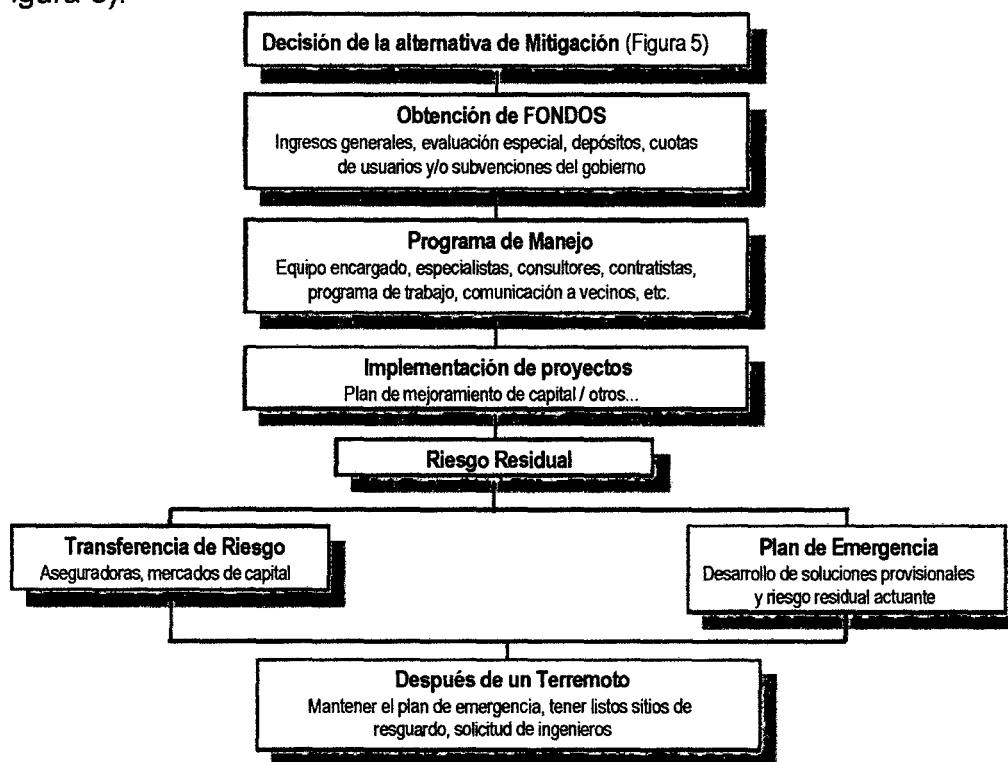


Figura 6. Programa de Mitigación del Riesgo Sísmico (CSSC, 1999).

### 2.2.3.3. Cálculo del nivel de riesgo

(Según INDECI 2006)

Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesto el sector de Morro Solar y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico.

La estimación del riesgo corresponde a un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos con respecto a la probabilidad del peligro identificado, es decir la fuerza e intensidad de ocurrencia; así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, infraestructura, etc.), dentro de una determinada área geográfica.

Existen diversos criterios o métodos para el cálculo del riesgo, por un lado, el analítico o matemático; y por otro, el descriptivo.

El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente:

$$R = P \times V \quad (\%)$$

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad.

El criterio descriptivo, se basa en el uso de una matriz de doble entrada: "Matriz de Peligro y Vulnerabilidad" (tabla 3). Para tal efecto, se requiere que previamente se hayan determinado los niveles de probabilidad (porcentaje) de ocurrencia del peligro identificado y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente. Con ambos porcentajes, se interrelaciona, por un lado (vertical), el valor y nivel estimado del peligro; y por otro (horizontal) el nivel de vulnerabilidad promedio determinado en la respectiva tabla. En la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado.

**Tabla 3.** Tabla para la evaluación del nivel de Riesgo.

<b>Peligro muy alto</b>	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
<b>Peligro alto</b>	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto
<b>Peligro medio</b>	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
<b>Peligro bajo</b>	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
	<b>Vulnerabilidad baja</b>	<b>Vulnerabilidad media</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	<b>Vulnerabilidad muy alta</b>

- Riesgo bajo (< de 25%)
- Riesgo medio (26% al 50%)
- Riesgo alto (51% al 75%)
- Riesgo muy alto (76% al 100%)

Fuente: (INDECI 2006)

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

Según Manual Básico para la Estimación del Riesgo (INDECI 2006).

### **2.3.1. Peligro.**

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente.

### **2.3.2. Desastre.**

Interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o tecnológico).

### **2.3.3. Defensa Civil.**

Conjunto de medidas permanentes destinadas a prevenir, reducir, atender y reparar los daños a las personas y bienes, que pudieran causar o causen los desastres y calamidades.

### **2.3.4. Vivienda.**

Se considera una vivienda a cualquier recinto, separado e independiente, construido o adaptado para el albergue de personas. Las viviendas se clasifican en particulares o colectivas, teniendo en cuenta el tipo de hogar que las ocupa.

### **2.3.5. Vulnerabilidad.**

Se entiende por vulnerabilidad la susceptibilidad al daño que tienen los elementos expuestos a un determinado peligro.



### **2.3.6. Riesgo.**

Se entiende por Riesgo la probabilidad de daños sociales, ambientales y económicos por un peligro o evento natural, en un lugar y durante un tiempo de exposición determinado.

### **2.3.7. Deslizamientos de tierra.**

Los deslizamientos son causados cuando la fuerza de la gravedad moviliza la roca, el derrubio o los suelos por la pendiente. Son una de las formas de erosión que se llama desgaste de masas y que es definido, de manera general, como la erosión que involucra como agente causante del movimiento a la gravedad. Dado que la gravedad actúa permanentemente sobre una pendiente, los deslizamientos sólo ocurren cuando la fuerza de la gravedad excede la resistencia del material.

### **2.3.8. Inundación.**

Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos, ramblas por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de mareas por encima del nivel habitual.

### **2.3.9. Sismo.**

Son movimientos en el interior de la tierra y que generan una liberación repentina de **energía** que se propaga en forma de ondas provocando el movimiento del terreno.

### **2.3.10. Mitigación.**

Reducción de los efectos de un desastre, principalmente disminuyendo la vulnerabilidad. Las medidas de prevención que se toman a nivel de ingeniería, dictado de normas legales, la planificación y otros, están orientadas a la protección de vidas humanas, de bienes materiales y de producción contra desastres de origen natural, biológicos y tecnológicos.



El estudio se realizó entre los meses de Agosto a Octubre del 2013, en donde se evaluó el nivel de riesgo de las viviendas de esta localidad, para esto de las 300 viviendas se tomó una muestra representativa, dicha muestra de cálculo aplicando procedimientos estadísticos.

### **3.2. Procedimiento**

Para nuestra investigación se realizó la aplicación de la ficha de verificación, para determinar la vulnerabilidad de las viviendas (ver anexo B), que nos permitió conocer las características y el tipo de construcción de las viviendas; además se aplicó una guía de observación para estimar el nivel de peligro (ver anexo A), que nos permite identificar las características del entorno en el que se encuentra las viviendas.

Las fichas de recolección de datos fue construida siguiendo las experiencias de otros estudios. Es sabido que, de no disponer de información de tipo catastral detallada para realizar la evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas, se debe realizar encuestas para conocer las principales características de las viviendas y para ello se debió tomar en cuenta varios aspectos.

Posteriormente se procedió a pedir autorización a los ocupantes de las viviendas de la sector en estudio, en este caso el sector de Morro Solar Bajo, previamente se informó sobre los propósitos de la investigación y el uso de los datos los cuales serán manejados anónimamente. De los datos obtenidos, se pudo evaluar los niveles de peligro y vulnerabilidad de las viviendas de manera descriptiva.

### **3.3. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.**

#### **3.3.1. El universo de la investigación.**

Son las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, Distrito Jaén, Provincia Jaén, Cajamarca que son 300 viviendas.

### 3.3.2. Población encuestada.

Para determinar el tamaño de la muestra aplicaremos un muestreo probabilístico utilizando la fórmula.

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2Z^2}$$

FUENTE: Suárez (2004)

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

e= Limite aceptable de error muestral.

N= Tamaño de la población.

$\sigma$ = Desviación estándar de la población

Z= Valor obtenido mediante niveles de confianza.

El tamaño de la muestra es de 15 edificaciones con un nivel de confianza de 95% y la probabilidad de ocurrencia del fenómeno de 0,95.

### 3.3.3. Forma de Tratamiento de los Datos.

La realización del análisis estadístico se realizó en gabinete utilizando el Software Microsoft Excel para realizar el procesamiento y manejo de los datos obtenidos de las fichas de verificación para viviendas, esta última proporcionada por INDECI, con la finalidad de obtener los valores de peligro y vulnerabilidad de las viviendas de la zona. Estos datos fueron escritos e interpretados, para posteriormente representarlos en cuadros estadísticos que permitieron al investigador llegar a tener conclusiones confiables.

### **3.3.4. Forma de análisis de la información.**

Nuestro análisis tiene soporte en el “Manual Básico para la Estimación del Riesgo” proporcionado por INDECI, consistiendo en:

Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el sector y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R). Es decir, estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (viviendas) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural.

Se utilizó el criterio descriptivo, basado en el uso de una matriz de doble entrada “Matriz de Peligro y Vulnerabilidad”. Para tal efecto, se necesitó que previamente se hayan determinado los niveles de probabilidad (porcentaje) de ocurrencia del peligro identificado y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Con ambos porcentajes, se interrelaciona, por un lado (vertical), el valor y nivel estimado del peligro; y por otro (horizontal) el nivel de vulnerabilidad promedio determinado en el respectivo cuadro general (Ver tabla 3). En la intersección de ambos valores se pudo estimar el nivel de riesgo esperado.

De la ficha de verificación (Anexo C – Preg. 12), la pregunta contiene ocho respuestas de la misma que serán marcadas previa por observación directa del verificador. En esta sección la información que se va a registrar en la ficha de verificación, será consignada previa observación para lo cual se requiere que el verificador cuente con una formación universitaria preferente de la profesión de Ingeniería Civil, que como mínimo cursen actualmente los dos últimos ciclos de la especialidad antes mencionada (INDECI 2010).

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados.

#### 4.1.1. Medición del Peligro.

La evaluación del peligro se tomó en base al formato de evaluación del peligro elaborado por INDECI, en el que se encuentra estratificado el peligro en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto.

A continuación se presenta el análisis de las preguntas contenidas en la guía de observación (Ver anexo A) contrastada con la Tabla 1, aplicada a los habitantes de las viviendas del sector de Morro Solar Bajo en el cual se identifica el nivel de peligro en las que se encuentran.

a) Distribución de viviendas ubicadas en terreno con poca pendiente.

La zona de Morro Solar Bajo tiene pendientes de moderadas a bajas.

En la tabla 4, se observa el nivel de peligro y la cantidad de viviendas que se encuentran ubicadas en terrenos con pendientes no pronunciadas.

Tabla 4. Viviendas ubicadas en un terreno plano con poca pendiente.

Estimación del nivel de peligro					
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Total
Total	12	3	0	0	15
Total (%)	80	20	0	0	100

En la figura 8, observamos que el 80% están ubicados en terreno plano con poca pendiente. Y el 20% se encuentran ubicadas con pendiente media.

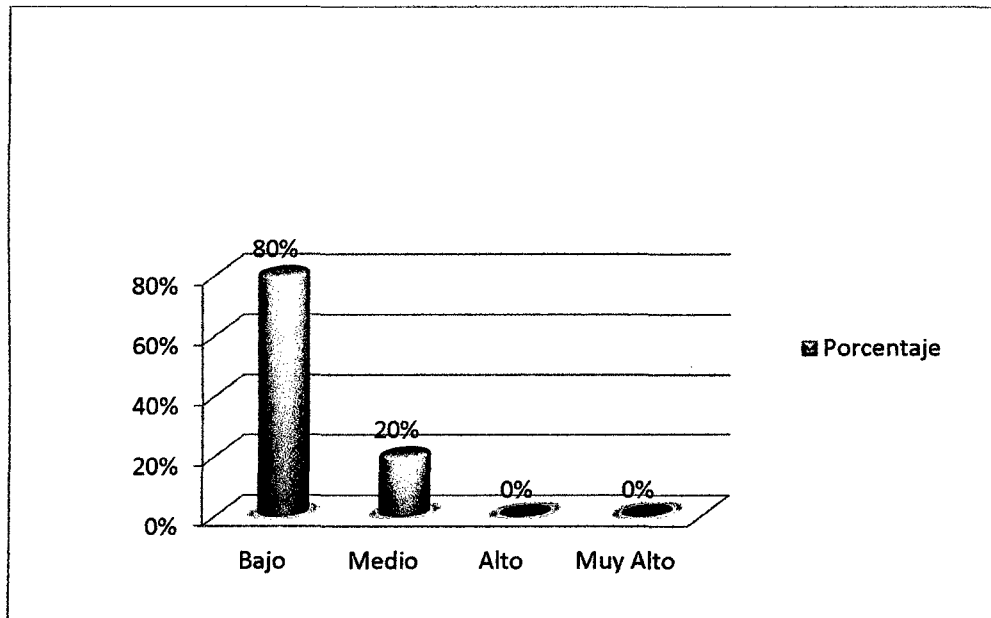


Figura 8. Nivel de peligro debido a viviendas ubicadas en terrenos planos con poca pendiente.

b) Ubicación de viviendas en terrenos compactados y rocosos.

Las viviendas encuestadas según su ubicación, pueden estar cimentadas sobre suelos rocosos, como también en suelos arcillosos, arenosos, limosos.

De acuerdo a la inspección realizada, tenemos que en la tabla 5, muestra el nivel de peligro y la cantidad de viviendas de acuerdo a la ubicación si se encuentran en terreno rocoso, compactado y seco. Habiendo determinando el tipo de suelo (Ver Anexo D) de la zona en estudio.

Tabla 5. El tipo de suelo en el que se encuentra ubicada es rocoso compactado y seco.

Estimación del nivel de peligro					
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Total
Total	0	0	15	0	15
Total (%)	0	0	100	0	100

En la figura 9 observamos que el 100% está en peligro, ya que según el nivel alto obtenido nos indica que las viviendas no se encuentran ubicadas en terrenos compactados y rocosos.

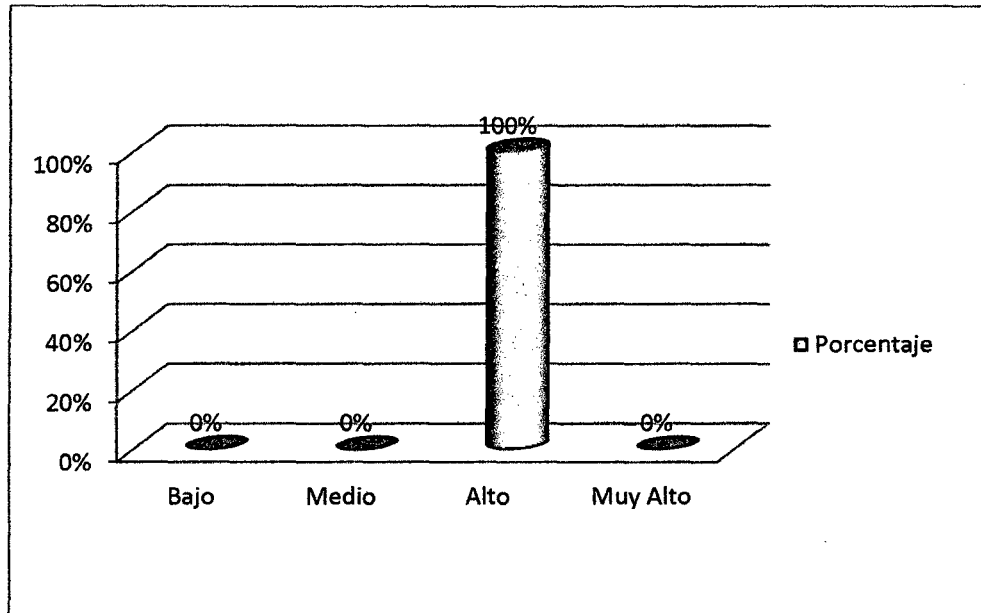


Figura 9. Nivel de peligro de viviendas ubicadas en terrenos rocosos compactados y secos.

c) Clasificación de viviendas propensas a inundaciones muy esporádicas.

Según la topografía del terreno se observó la ocurrencia de almacenamiento de agua en las calles debido a las lluvias que suelen aparecer en la ciudad de Jaén.

En la tabla 6 podemos observar el nivel de peligro y la cantidad de viviendas que se encuentran propensas a inundaciones muy esporádicas producidas por las precipitaciones en la zona.

Tabla 6. La vivienda está propensa a inundaciones muy esporádicas.

Estimación del nivel de peligro					
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Total
Total	0	5	10	0	15
Total (%)	0	33	67	0	100



En la figura 10, observamos que el 33% de viviendas está propenso a inundaciones esporádicas de poca relevancia y el 67% nos indica que es un poco más frecuente este tipo de inundaciones.

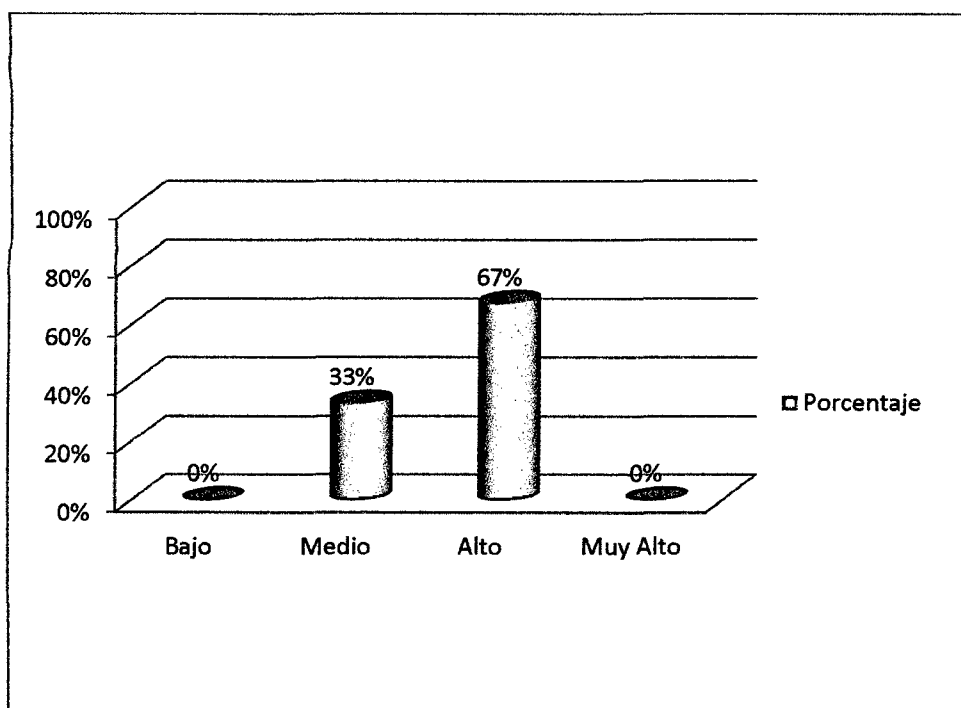


Figura 10. Nivel del peligro debido a viviendas propensas a inundaciones muy esporádicas.

d) Clasificación del nivel de peligro.

Podemos observar en la tabla 7, como se están agrupando las viviendas según el nivel de peligro al que se encuentran propensas estas del sector de Morro Solar Bajo.

Tabla 7. Valor del peligro.

Estimación del nivel de peligro					
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Total
Total	0	4	11	0	15
Total (%)	0	27	73	0	100

En la figura 11, observamos que el 73% de las viviendas presentan un nivel de peligro alto y que el 27% de las viviendas presentan un nivel de peligro

medio, razón por lo que el proceso constructivo desarrollado en la zona es de tipo autoconstruido sin orientación técnica, con materiales que presentan diferente comportamiento estructural y térmico frente a un sismo, lluvias intensas o condiciones constantes de alta humedad.

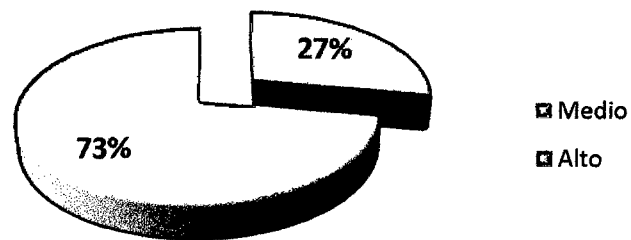


Figura 11. Nivel de peligro de las viviendas del sector de Morro Solar Bajo.

**Nivel del peligro.** De los datos obtenidos en la guía de observación para evaluar el nivel de peligro se obtuvo:

Tabla 8. Resumen del nivel de peligro.

<b>NIVEL DE PELIGRO</b>				
<b>Viviendas</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
V1	-		x	-
V2	-		x	-
V3	-		x	-
V4	-	x		-
V5	-	x		-
V6	-		x	-
V7	-		x	-
V8	-	x		-
V9	-	x		-
V10	-		x	-
V11	-		x	-
V12	-		x	-
V13	-		x	-
V14	-		x	-
V15	-		x	-
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>-</b>

#### 4.1.2. Estimación del valor de vulnerabilidad.

La evaluación del nivel de vulnerabilidad se ha realizado en base a la ficha de verificación para viviendas elaborado por INDECI (Ver anexo B), en la que se puede establecer la vulnerabilidad en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto.

##### a) Clasificación de viviendas según el tipo de material.

La tabla 9, muestra los tipos de materiales utilizados para la construcción de las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, permitiendo posteriormente medir el nivel de vulnerabilidad.

Tabla 9. Tipos de materiales en las viviendas del sector de Morro Solar Bajo.

Tipos de materiales en las viviendas de Morro Solar Bajo, Jaén					
	Adobe	Quincha	Albañilería	Concreto armado	TOTAL
TOTAL	2	0	1	12	15
TOTAL (%)	13	-	7	80	100

Se muestra en la figura 12 que se han encontrado viviendas construidas de adobe en un 13%, quincha 0%, albañilería 7% y concreto armado 80%. Algunas viviendas han sido construidas sin asesoramiento técnico, podemos decir que gran parte de las viviendas están edificadas en concreto armado, y que de acuerdo a la zonificación geológico-climático, no son tan vulnerables ante los principales peligros que se presentan en el sector de Morro Solar Bajo, tales como son inundaciones y sismos.

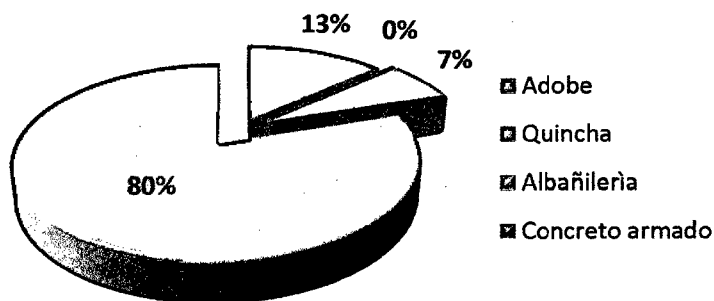


Figura 12. Tipos de materiales en las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, Jaén.

b) Clasificación del suelo de las viviendas en el sector de Morro Solar Bajo.

Podemos ver en la tabla 10, cual es el tipo de suelo en el que se encuentran construidas las viviendas, permitiendo posteriormente medir el nivel de vulnerabilidad. Para corroborar el tipo de suelo de la zona investigada, se realizó un estudio de suelos en dos puntos ubicados dentro del sector de Morro Solar Bajo (Ver Anexo C).

Tabla 10. Tipos de suelo de las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, Jaén.

Tipos de suelo de las viviendas de Morro Solar Bajo, Jaén						
	Granular fino y arcilloso	Suelos rocosos	Arena de gran espesor	Depósitos de suelos finos	Rellenos	TOTAL
TOTAL	14	0	0	1	0	15
TOTAL (%)	93	-	-	7	-	100

En la figura 13, observamos que el 93% se encuentran construidas en suelo granular fino y arcilloso, y el 7% se ubican en depósitos de suelos finos.

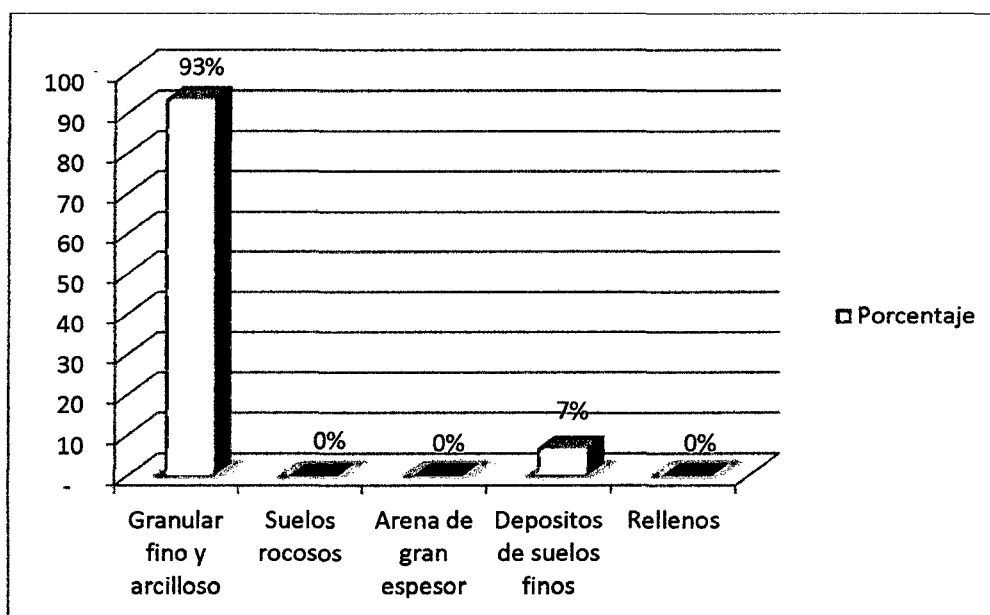


Figura 13. Tipos de suelo de las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, Jaén.

c) Elementos estructurales en las viviendas.

En la tabla 11 podemos observar cuales son los principales elementos estructurales con los que se encuentran construidas las viviendas del sector Morro Solar Bajo, para posteriormente medir el nivel de vulnerabilidad.

Tabla 11. Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, Jaén.

Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas de Morro Solar Bajo, Jaén						
Viviendas	Muros portantes	Cimiento	Vigas	Techos	Columnas	TOTAL
TOTAL	1	0	5	5	4	15
TOTAL (%)	7	-	33	33	27	100

En la figura 14, observamos que el 7% de las viviendas tienen como elemento estructural, muros portantes. En un 33% tienen como elemento estructural a las vigas y techos. Y en un 27% se tiene como elemento estructural a las columnas; ya que la mayor parte son construcciones de concreto armado como se observó en las viviendas.

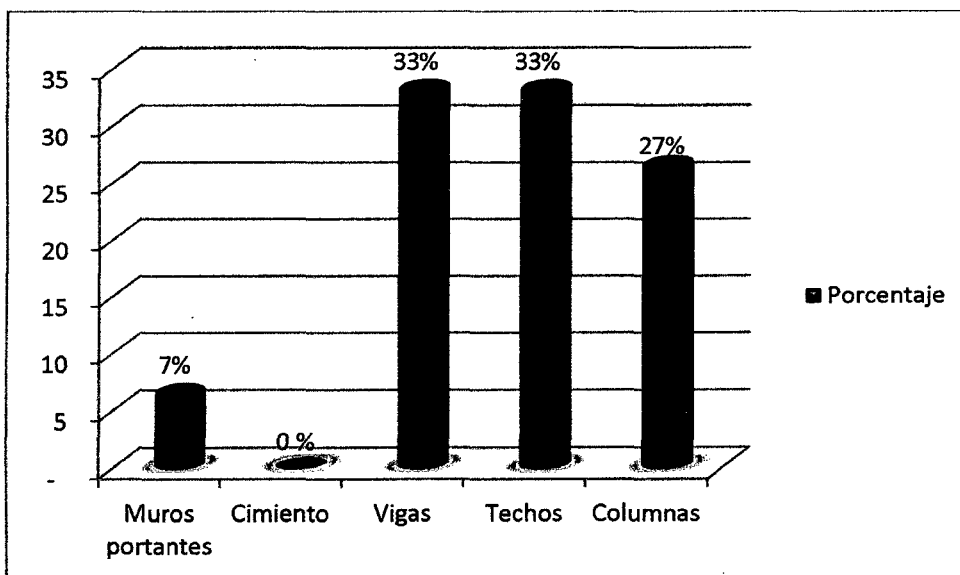


Figura 14. Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, Jaén.

d) Otros factores que influyen en la vulnerabilidad de las viviendas.

En la tabla 12, muestra otros factores que inciden en la vulnerabilidad de las viviendas en el sector de Morro Solar Bajo, permitiendo posteriormente estimar en qué nivel se encuentran. La evaluación de estos factores se realizó por observación directa del verificador.

Tabla 12. Otros factores que inciden en la vulnerabilidad de las viviendas en el sector de Morro Solar Bajo.

Otros factores que afectan la vulnerabilidad en las viviendas de Morro Solar Bajo, Jaén						
Viviendas	Humedad	Debilitamiento por sobrecarga	Colapso de elementos del entorno	Cargas laterales	No aplica	TOTAL
TOTAL	7	2	2	1	3	15
TOTAL (%)	47	13	13	7	20	100

En la figura 15, observamos que el 47% presenta humedad como otro factor principal que afecta la vulnerabilidad en las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, 13% en sobrecarga de la edificación, 13% en deterioro de viviendas colindantes, 7% en apoyo de cargas laterales en las viviendas y el 20% de las viviendas no presenta ningún tipo de los factores antes mencionados.

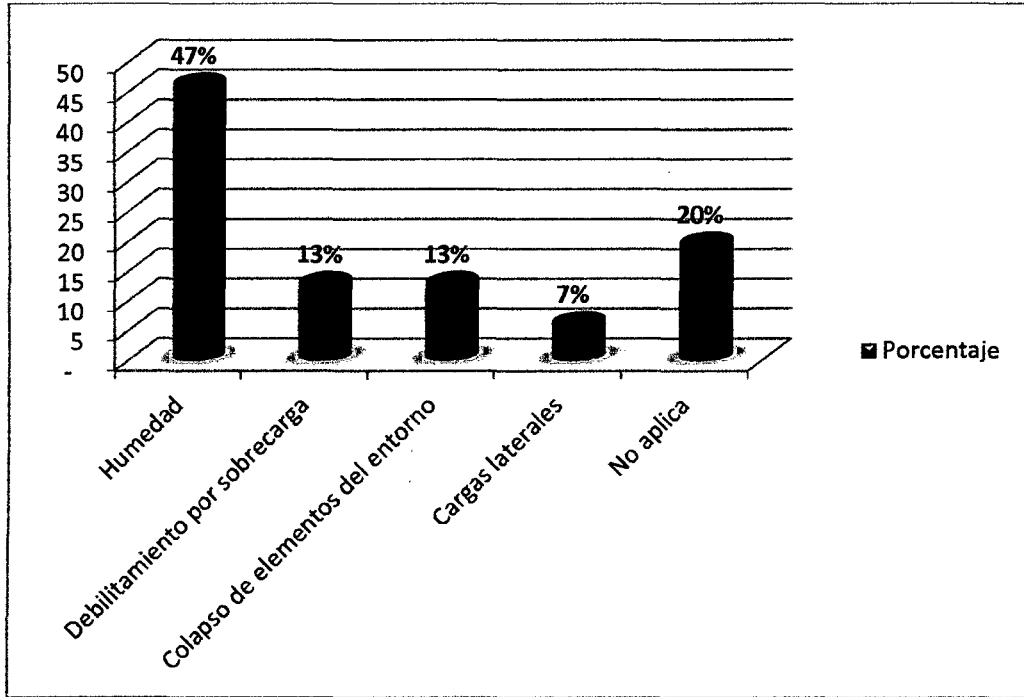


Figura 15. Otros factores que inciden en la vulnerabilidad en las viviendas del sector de Morro Solar Bajo.

**Valor de la Vulnerabilidad.** De la sumatoria de los valores de la sección “D” de las características de la construcción de la vivienda (Ver Anexo B), se obtuvo los resultados del valor de la vulnerabilidad.

Tabla 13. Valor de la vulnerabilidad de las viviendas encuestadas.

Descripción	Número de Vivienda														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Material predominante de la edificación	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4
Conto con la participación de ingeniero civil en el diseño	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4
Antigüedad de la edificación	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	2	3
Tipo de suelo	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Topografía del terreno	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	2
Topografía del terreno colindante	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Configuración geométrica en planta	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	4	1
Configuración geométrica en elevación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juntas de dilatación sísmica	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	4	1	4	4
Concentración de masas	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4
Principales elementos estructurales	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	1	1	1	2	2
Otros factores	4	8	4	4	4	4	8	0	4	4	0	4	0	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>21</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>35</b>	<b>32</b>



#### 4.1.3. Evaluación del Riesgo.

De los niveles de peligro y vulnerabilidad, se realizó la evaluación del nivel de riesgo utilizando la matriz de doble entrada “Matriz de Peligro y Vulnerabilidad” (Ver tabla 3), proporcionada por INDECI.

Tabla 14. Resumen de la evaluación del nivel de Riesgo.

NUMERO DE VIVIENDA	VALOR DEL PELIGRO	VALOR DE VULNERABILIDAD	ESTIMACION DEL RIESGO
V 1	Alto	Alto	Alto
V 2	Alto	Alto	Alto
V 3	Alto	Moderado	Alto
V 4	Medio	Alto	Alto
V 5	Medio	Alto	Alto
V 6	Alto	Alto	Alto
V 7	Alto	Alto	Alto
V 8	Medio	Moderado	Medio
V 9	Medio	Alto	Alto
V 10	Alto	Alto	Alto
V 11	Alto	Moderado	Alto
V 12	Alto	Alto	Alto
V 13	Alto	Moderado	Medio
V 14	Alto	Muy Alto	Muy Alto
V 15	Alto	Alto	Alto

La tabla 15, se refiere a los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo realizado a las viviendas del sector de Morro Solar Bajo.

Tabla 15. Evaluación del nivel de riesgo.

	Niveles de riesgo			TOTAL
	Muy Alto	Alto	Medio	
TOTAL	1	12	2	15
TOTAL (%)	7	80	13	100

En la figura 16, observamos el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad y el peligro, teniendo que de las 15 viviendas evaluadas el 80% presenta alto riesgo de sufrir daños y poner en peligro a sus habitantes ante la posibilidad de un desastre natural.

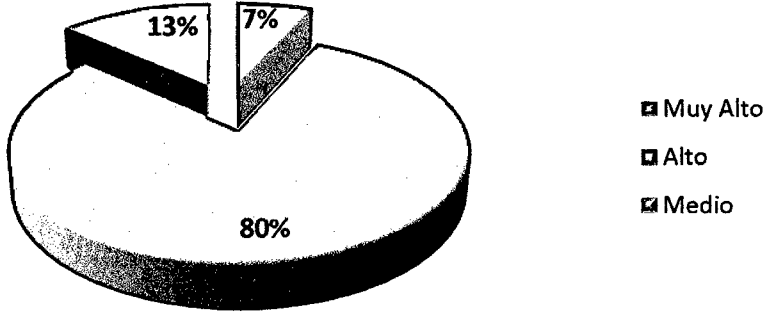


Figura 16. Resultados de la evaluación del nivel de riesgo.

## 4.2. Discusión

- En la tabla 5 se observa que existe un 80% de viviendas que se encuentran ubicadas en un terreno con poca pendiente, que de acuerdo al método realizado para evaluar el nivel de riesgo, se comparó con la tabla de estrato de descripción y valor del peligro (Ver Tabla 1), validada por INDECI 2006, en la cual se verifico que el 89% se encuentra en un nivel de peligro bajo.
- De la tabla 8, evaluación del nivel de peligro se obtuvo que el 73% de viviendas presentan un nivel de peligro alto y el 27% de viviendas presentan un nivel de peligro medio, resultados que son de acuerdo al método realizado para evaluar el nivel de riesgo, y que se contrastan con la tabla de estrato de descripción y valor del peligro (Ver Tabla 1), validada por INDECI 2006.
- Para la vulnerabilidad se obtuvo que el 7% tienen un nivel de vulnerabilidad muy alto, 67% presentan un nivel de vulnerabilidad alta y el 27% tienen un nivel de vulnerabilidad moderada. Se pueden comparar con los resultados obtenidos por Tarque N. y Mosqueira M. (2005), estos son los resultados de la necesidad de la población de construir viviendas y muchos de ellos optan por construir sus viviendas informales. Es decir, con escasa dirección técnica y profesional que asegure una construcción de calidad.
- De la evaluación del nivel de riesgo se obtuvo que el 7% presentan un nivel de riesgo muy alto, el 80% un nivel de riesgo alto y el 13% presentan un nivel de riesgo medio. De acuerdo a estos resultados encontrados en esta investigación se puede decir que las viviendas del sector de Morro Solar Bajo se encuentran en un nivel de Riesgo Alto.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

De las viviendas encuestadas tenemos que el 73% presentan un nivel de peligro alto y el 27% un nivel de peligro medio. Para la vulnerabilidad se obtuvo que el 7% tienen un nivel de vulnerabilidad muy alto, 67% alto y el 27% moderado.

El 80% de las viviendas del sector de Morro Solar Bajo, se encuentran en un nivel de Riesgo Alto.

Se han encontrado viviendas predominantes del material de concreto armado en un 80%; ya que algunas de estas son antiguas y por consecuencia son más vulnerables ante los principales peligros que se pueden presentar en el sector de Morro Solar Bajo.

### **5.2. Recomendaciones**

Aportar con información a la Municipalidad Provincial de Jaén, ante la posibilidad de que ocurra un desastre natural; ahora quedara por parte de la municipalidad realizar estrategias de prevención, e informar a la población para que permitan combatir o mitigar la ocurrencia de peligros futuros.

Realizar la elaboración de un mapa de riesgos y peligros, no solo del sector en estudio, también de toda la ciudad de Jaén.

En la presente investigación se observó que es necesario tener un mapa de zonificación de la clasificación de suelos, para poder verificar cuales son las zonas no adecuadas para la construcción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO 2006, Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, (NORMA E 0.70).

Gómez de Travesedo, N. 2009. Análisis de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidades en la República Dominicana, Documento de Contribución al Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta a Desastres. DOM. Pág. 77.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION 2001, Equipo de tareas interinstitucional sobre reducción de desastres. Pág. 3.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL 2005, Construcción de Indicadores Demográficos a partir de Censos y Encuestas. Págs. 17 y 36.

SUÁREZ, M. 2004, Interaprendizaje Holístico de Matemática. Ecu. Pág. 32.

Caicedo, C. 1993. Vulnerabilidad sísmica en zonas urbanas. Aplicación a un sector del Eixample de Barcelona. Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

CIMOC y CEDERI 2002. Microzonificación sísmica de la ciudad de Manizales. Technical report, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de los Andes. Bogotá – Colombia.

Fundación ICA 1999. Edificaciones de Mampostería para Vivienda. Fundación Ica, A.C.

Lantada, N. 2003. Aplicación de Técnicas GIS a Estimación de Riesgos Naturales: Riesgo Sísmico. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. En Redacción.

Mena Hernández, U. 2002. Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Universidad Politécnica de Catalunya. Págs. 22 – 25.

Ochoa Zamalloa, Á. 2012. Aplicación de los sistemas de información Geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana. Pe. Págs. 11 – 37.

## **ANEXOS**

**ANEXO A.** Encuesta para obtener las características de las viviendas y estimar el nivel de peligro.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN**

**TESIS: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO DE EDIFICACIONES EN EL SECTOR DE MORRO SOLAR BAJO, CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA**

Fecha: 18-10-2014

N° Guía: 01

Dirección: Calle Los Nogales

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA ESTIMAR EL NIVEL DE PELIGRO**

**Indicaciones:**

Lee detenidamente, observa e identifica el peligro para luego marcar con una aspa la opción sí o no según corresponda.

<b>DESCRIPCION Y VALOR DE LAS ZONAS DE PELIGRO</b>			
<b>NIVEL DEL PELIGRO</b>	<b>DESCRIPCION CARACTERISTICAS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>PB</b> (Peligro Bajo)	La vivienda se encuentra ubicada en un terreno plano con poca pendiente.	x	
	El tipo de suelo es rocoso compacto y seco.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable.		x
<b>PM</b> (Peligro Medio)	La vivienda se encuentra ubicada en un terreno de calidad intermedia con aceleraciones sísmicas moderadas.		x
	La vivienda está propensa a inundaciones muy esporádicas.		x
<b>PA</b> (Peligro Alto)	La vivienda se encuentra ubicada en sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	x	
	La vivienda está ubicada en una zona propensa a inundaciones de baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.	x	
	La vivienda está ubicada en una zona de ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos.	x	
<b>PMA</b> (Peligro Muy Alto)	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por alud - avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por flujos de lava.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por otros peligros: maremoto, heladas, etc.		x

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI 2006).

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA****FACULTAD DE INGENIERIA****ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN**

TESIS: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO DE EDIFICACIONES EN EL SECTOR MORRO SOLAR BAJO, CIUDAD DE JAÉN – CAJAMARCA

Fecha: 18-10-2014

N° Guía: 02

Dirección: Calle Los Nogales

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA ESTIMAR EL NIVEL DE PELIGRO****Indicaciones:**

Lee detenidamente, observa e identifica el peligro para luego marcar con una aspa la opción sí o no según corresponda.

<b>DESCRIPCION Y VALOR DE LAS ZONAS DE PELIGRO</b>			
<b>NIVEL DEL PELIGRO</b>	<b>DESCRIPCION CARACTERISTICAS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>PB</b> (Peligro Bajo)	La vivienda se encuentra ubicada en un terreno plano con poca pendiente.	x	
	El tipo de suelo es rocoso compacto y seco.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable.		x
<b>PM</b> (Peligro Medio)	La vivienda se encuentra ubicada en un terreno de calidad intermedia con aceleraciones sísmicas moderadas.		x
	La vivienda está propensa a inundaciones muy esporádicas.		x
<b>PA</b> (Peligro Alto)	La vivienda se encuentra ubicada en sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	x	
	La vivienda está ubicada en una zona propensa a inundaciones de baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.	x	
	La vivienda está ubicada en una zona de ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos.	x	
<b>PMA</b> (Peligro Muy Alto)	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por alud - avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por flujos de lava.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo.		x
	La vivienda se encuentra ubicada en una zona amenazada por otros peligros: maremoto, heladas, etc.		x

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI 2006).

**ANEXO B.** Encuesta para obtener las características de las viviendas y  
estimar el nivel de vulnerabilidad.

FICHA EVALUATIVA – VULNERABILIDAD FÍSICA		
Universidad Nacional de Cajamarca	Facultad de Ingeniería Civil - EAPIC sede Jaén	
"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO DE EDIFICACIONES EN EL SECTOR MORROSOLAR BAJO, CIUDAD DE JAEN – CAJAMARCA"		
Sector: "Morro Solar Bajo"	Evaluador: Bach. Juan Orlando Villegas Ramírez	Jaén, septiembre del 2014
	Asesor: Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo	
GUIA DE OBSERVACIÓN		
<b>1.1. Localización de viviendas (*)</b>		<b>OBSERVACION</b>
Muy alejada > 5km	-	
Mediana 1 - 5km	-	
Cercana 0.2 - 1km	2	
muy cercana 0.2 - 0km	13	
(*) Que distancia se encuentra la población frente al peligro		
<b>1.2. Material de construcción utilizada en viviendas</b>		
Estructuras sismo resistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	-	
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	12	
Estructura de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	3	
Estructura de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.	-	
<b>1.4. Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos</b>		
Con normativa vigente estrictamente cumplidas	-	
Con normativa vigente medianamente cumplidas	3	
Con normativa vigente sin cumplimiento	7	
Desconocimiento e incumplimiento con normativa vigente	5	

**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO  
FICHA DE VERIFICACION**

**A. UBICACION GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA**

**1. UBICACION GEOGRAFICA**

1. DEPARTAMENTO  

	CAJAMARCA
--	-----------

2. PROVINCIA  

	JAEN
--	------

3. DISTRITO  

	JAEN
--	------

**2. UBICACION CENSAL**

1. ZONA  

--	--	--	--

2. MANZANA  

--	--	--	--

3. LOTE  

--	--	--	--

**3. FECHAY HORA**

DIA              MES              AÑO  

1	8	1	0	1	4
---	---	---	---	---	---

HORA              MINUTOS  

0	8	:	1	2
---	---	---	---	---

**4. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

TIPO DE VIA:    1  AVENIDA    2  CALLE    3  JIRON    4  PASAJE    5  CARRETERA    6  OTRO

NOMBRE DE LA VIA  
L O S    N O    G A L E S

Nº DE LA PUERTA    INTERIOR    PISO    MANZANA    LOTE    KM.  
5 1 2                  0 1

NOMBRE DE LA URBANIZACION / ASENTAMIENTO HUMANO/ ASOCIACION DE VIVIENDA/OTROS

REFERENCIA

**5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL RESPONSABLE DEL HOGAR O ENTREVISTADO(A)**

APELLIDO PATERNO                      APELLIDO MATERNO

NOMBRES                                      6. DNI

**B. INFORMACION DEL INMUEBLE POR OBSERVACION DIRECTA**

1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE:

1  Ante colapso, por el predominante deterioro, SI compromete al área colindante  
2  Ante colapso, por el predominante deterioro, NO compromete al área colindante  
3  No muestra precariedad  
4  No fue posible observar el estado general de la vivienda

2. LAVIVIENDASE ENCUENTRA

1  Habitada  
2  No habitada  
3  Habitada, pero sin ocupantes  
4  Rechaza la verificación

uando la pregunta 2 tenga cualquiera de las siguientes respuestas: Vivienda 2 NO habitada, 3 Habitada pero sin ocupantes, 4 Rechaza la verificación, deberá pasar l campo Nº 6 dela sección "C"y**CONCLUIR LA VERIFICACION**

**C. CARACTERISTICAS DELTIPO DEVIVIENDA**

1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE    2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO    3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas)

1  SI, cuenta con puerta de calle                  1  Multifamiliar horizontal                  1 De la vivienda    2 Del complejo multifamiliar

2  NO, es parte de un complejo multifamiliar                  2  Multifamiliar vertical                  0 4                                                                    

3  No aplica    3  No aplica

4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA                  5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR

1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso)                  0 1                  1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso)                                  

2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)                                   2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)                                  

3  No aplica, por ser área común de la vivienda multifamiliar                  3  No aplica por ser vivienda unifamiliar

**6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" O "ALTO"**

1  El terreno se encuentra en un terreno inapropiado para edificar. ....

2  Encontrarse el inmueble en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos

3  Otro: 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4  No aplica

De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo, huayco, de gran magnitud;  
Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;  
Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

## D. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

### 1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Adobe	4	6 <input type="radio"/> Adobe reforzado	3	9 <input type="radio"/> Albañilería confinada	2	11 <input type="radio"/> Concreto armado	1
2 <input type="radio"/> Quincha		7 <input type="radio"/> Albañilería		10 <input type="radio"/> Otros:		12 <input type="radio"/> Acero	
3 <input type="radio"/> Mampostería		8 <input type="radio"/> Otros:				13 <input type="radio"/> Otros:	
4 <input type="radio"/> Madera							
5 <input type="radio"/> Otros:							

### 2. LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> No	4	2 <input type="radio"/> Solo construcción	3	3 <input type="radio"/> Solo diseño	2	4 <input type="radio"/> Sí, ambas	1

### 3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> De 50 años a más	4	2 <input type="radio"/> De 20 a 49 años	3	3 <input type="radio"/> De 3 a 19 años	2	4 <input type="radio"/> De 0 a 2 años	1

### 4. TIPO DE SUELO

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Rellenos	4	4 <input type="radio"/> Depósito de suelos finos	3	6 <input type="radio"/> Granular fino y arcilloso	2	7 <input type="radio"/> Suelos rocosos	1
2 <input type="radio"/> Depósitos marinos		5 <input type="radio"/> Arena de gran espesor					
3 <input type="radio"/> Pantanosos, turba							

### 5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayor a 45%	4	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	3	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	2	4 <input type="radio"/> Hasta 10%	1

### 6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayor a 45%	4	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	3	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	2	4 <input type="radio"/> Hasta 10%	1

### 7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	4	2 <input type="radio"/> Regular	1

### 8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	4	2 <input type="radio"/> Regular	1

### 9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> No/No existen	4	2 <input type="radio"/> Sí/No requiere	1

### 10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVEL...

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Superior	4	2 <input type="radio"/> Inferior/ No existe	1

### 11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA

1.1 No existen/son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen estado	Valor
1 <input type="radio"/> Cimiento	4	1 <input type="radio"/> Cimiento	3	1 <input type="radio"/> Cimiento	2	1 <input type="radio"/> Cimiento	1
2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas	
3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes	
4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas	
5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos	

### 12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Humedad	4	4 <input type="radio"/> Debilitamiento por modificaciones	4	6 <input type="radio"/> Densidad de muros inadecuada	4	8 <input type="radio"/> No aplica	0
2 <input type="radio"/> Cargas laterales		5 <input type="radio"/> Debilitamiento por sobrecarga		7 <input type="radio"/> Otros:			
3 <input type="radio"/> Colapso elementos del entorno							

## E. DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

### E.1. SUMATORIA DE LOS VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

$\sum$	4	4	2	2	1	1	1	1	4	1	3	4		=	2	8
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		TOTAL		

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección "D"

### E.2. CALIFICACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1.
<b>MUY ALTO</b>	Mayor a 35	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	<input type="radio"/>
<b>ALTO</b>	Entre 26 a 35	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> Dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	<input type="radio"/>
<b>MODERADO</b>	Entre 16 a 25	<b>Requiere reforzamiento</b> en potencial Zona de Seguridad Interna	<input type="radio"/>
<b>BAJO</b>	Hasta 15	En las condiciones actuales <b>SI es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	<input type="radio"/>

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud;

Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;

Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

**F. RECOMENDACIONES DE CARÁCTER INMEDIATO PARA EL RESPONSABLE DEL HOGAR***Calificación viene de la sección "E"*

Nivel de Vulnerabilidad	Recomendaciones Generales para caso de SISMOS (*)	Calificación
MUYALTO	<b>La Vivienda NO DEBE SER HABITADA</b> <b>Muy importante:</b> * Si el Nivel de Vulnerabilidad responde a factores inherentes al Tipo de Suelo, Ubicación y/o normas vigentes, la restricción del uso del terreno es definitiva; * Si el Nivel de Vulnerabilidad corresponde a elementos estructurales de la vivienda considerar <b>reconstrucción si el uso del terreno es adecuado.</b>	○
ALTO	En caso de Sismo se debe <b>EVACUAR</b> la edificación <b>en forma Inmediata</b> ; Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Reforzar los elementos de la vía de evacuación, en caso de ser factible; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	○
MODERADO	Determinar y/o <b>REFORZAR</b> la potencial <b>Zona de Seguridad Interna</b> ; Reconocer la vía de evacuación, eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; <b>REFORZAR</b> la vía de evacuación; Después de un Sismo se debe <b>evacuar la edificación lo antes posible</b> ; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	○
BAJO	Determinar la <b>Zona de Seguridad Interna</b> ; <b>Determinar</b> la vía de evacuación; Reconocer la vía de evacuación eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Después de un Sismo se debe <b>evacuar la edificación lo antes posible</b> ; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	○

Otras recomendaciones:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Para viviendas cercanas al mar, tener en cuenta las recomendaciones para caso de tsunami***G. RECOMENDACION REFERIDA A LA POTENCIAL "ZONA DE SEGURIDAD" Y/O VIA DE EVACUACION***El Nivel de Vulnerabilidad viene de la sección "E"*

Nivel de Vulnerabilidad	Recomendaciones para la ZONA DE SEGURIDAD y/o VIA DE EVACUACION
MUYALTO	NO aplica, la Vivienda NO ES HABITABLE
ALTO	NO aplica recomendar Zona de Seguridad Interna Vía de evacuación recomendada: P U E R T A A L A C A L L E <i>Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos</i>
MODERADO	<b>REFORZAR</b> potencial Zona de Seguridad Interna, que se recomienda: <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/> Área aproximada: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> m2    Total de ocupantes: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> Zona de Seguridad para <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> personas aprox. <i>Si la potencial Zona de Seguridad no es suficiente para la cantidad de personas que la requieren, para el uso de esta área se deberá dar prioridad las personas vulnerables (Ejemplo: Adulto Mayor, Niños, Madre Gestante y Personas con capacidades diferentes),</i> Vía de evacuación recomendada: <input style="width: 200px; height: 20px;" type="text"/> <i>Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos</i>
BAJO	Potencial Zona de Seguridad Interna recomendada: <input style="width: 200px; height: 20px;" type="text"/> Área aproximada: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> m2    Total de ocupantes: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> Zona de Seguridad para <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> personas aprox. <i>Si la potencial Zona de Seguridad no es suficiente, para el uso de esta área se deberá priorizar a personas vulnerables (Ejemplo: Adulto Mayor, Niños, Madre Gestante y Personas con capacidades diferentes),</i> Vía de evacuación recomendada: <input style="width: 200px; height: 20px;" type="text"/> <i>Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos</i>

   D D   M M de 2014

Lugar y fecha de recepción de la copia de la ficha

Firma

Firma

Nombres y APELLIDOS del Entrevistado(a)

Nombres y APELLIDOS del Verificador(a)

DNI N°:

DNI N°:

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud;  
 Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;  
 Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

# DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

## FICHA DE VERIFICACION

### A. UBICACION GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA

<b>1. UBICACION GEOGRAFICA</b> 1. DEPARTAMENTO <input type="text" value="CAJAMARCA"/> 2. PROVINCIA <input type="text" value="JAEN"/> 3. DISTRITO <input type="text" value="JAEN"/>	<b>2. UBICACION CENSAL</b> 1. ZONA <input type="text"/> 2. MANZANA <input type="text"/> 3. LOTE <input type="text"/>	<b>3. FECHAY HORA</b> DIA: <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="8"/> MES: <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0"/> AÑO: <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="4"/> HORA: <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="8"/> : <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> MINUTOS
--	--	---

### 4. DIRECCION DE LA VIVIENDA

TIPO DE VIA:    1  AVENIDA    2  CALLE    3  JIRON    4  PASAJE    5  CARRETERA    6  OTRO

NOMBRE DE LA VIA

Nº DE LA PUERTA    INTERIOR    PISO    MANZANA    LOTE    KM.  
                            

NOMBRE DE LA URBANIZACION / ASENTAMIENTO HUMANO/ ASOCIACION DE VIVIENDA/OTROS

REFERENCIA

### 5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL RESPONSABLE DEL HOGAR O ENTREVISTADO(A)

APELLIDO PATERNO:

APELLIDO MATERNO:

NOMBRES:

6. DNI:

### B. INFORMACION DEL INMUEBLE POR OBSERVACION DIRECTA

<b>1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE:</b> 1 <input type="radio"/> Ante colapso, por el predominante deterioro, <b>SI</b> compromete al área colindante. 2 <input type="radio"/> Ante colapso, por el predominante deterioro, <b>NO</b> compromete al área colindante. 3 <input type="radio"/> No muestra precariedad. 4 <input type="radio"/> No fue posible observar el estado general de la vivienda.	<b>2. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA</b> 1 <input type="radio"/> Habitada 2 <input type="radio"/> No habitada 3 <input type="radio"/> Habitada, pero sin ocupantes 4 <input type="radio"/> Rechaza la verificación
--	--

*Cuando la pregunta 2 tenga cualquiera de las siguientes respuestas: Vivienda 2 **NO habitada**, 3 **Habitada pero sin ocupantes**, ó 4 **Rechaza la verificación**, deberá pasar al campo N° 6 de la sección "C" y **CONCLUIR LA VERIFICACION***

### C. CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA

<b>1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE</b> 1 <input type="radio"/> <b>SI</b> , cuenta con puerta de calle. 2 <input type="radio"/> <b>NO</b> , es parte de un complejo multifamiliar.	<b>2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO</b> 1 <input type="radio"/> Multifamiliar horizontal 2 <input type="radio"/> Multifamiliar vertical 3 <input type="radio"/> No aplica	<b>3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas)</b> 1 De la vivienda: <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="6"/> 2 Del complejo multifamiliar: <input type="text"/> <input type="text"/>
<b>4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA</b> 1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso): <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="2"/> 2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos): <input type="text"/> <input type="text"/> 3 <input type="radio"/> No aplica, por ser área común de la vivienda multifamiliar.	<b>5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR</b> 1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso): <input type="text"/> <input type="text"/> 2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos): <input type="text"/> <input type="text"/> 3 <input type="radio"/> No aplica por ser vivienda unifamiliar.	

### 6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" O "ALTO"

1  El terreno se encuentra en un terreno inapropiado para edificar.....

2  Encontrarse el inmueble en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos

3  Otro:

4  No aplica

*De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.*

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo, huayco, de gran magnitud;  
 Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;  
 Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*



## D. CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

### 1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Adobe	<b>4</b>	6 <input type="radio"/> Adobe reforzado	<b>3</b>	9 <input type="radio"/> Albañilería confinada	<b>2</b>	11 <input type="radio"/> Concreto armado	<b>1</b>
2 <input type="radio"/> Quincha		7 <input type="radio"/> Albañilería		10 <input type="radio"/> Otros:		12 <input type="radio"/> Acero	
3 <input type="radio"/> Mampostería		8 <input type="radio"/> Otros:				13 <input type="radio"/> Otros:	
4 <input type="radio"/> Madera							
5 <input type="radio"/> Otros:							

### 2. LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> No	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Solo construcción	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> Solo diseño	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> Sí, ambas	<b>1</b>

### 3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> De 50 años a más	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> De 20 a 49 años	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> De 3 a 19 años	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> De 0 a 2 años	<b>1</b>

### 4. TIPO DE SUELO

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Rellenos	<b>4</b>	4 <input type="radio"/> Depósito de suelos finos	<b>3</b>	6 <input type="radio"/> Granular fino y arcilloso	<b>2</b>	7 <input type="radio"/> Suelos rocosos	<b>1</b>
2 <input type="radio"/> Depósitos marinos		5 <input type="radio"/> Arena de gran espesor					
3 <input type="radio"/> Pantanosos, turba							

### 5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayor a 45%	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> Hasta 10%	<b>1</b>

### 6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayor a 45%	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> Hasta 10%	<b>1</b>

### 7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Regular	<b>1</b>

### 8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Regular	<b>1</b>

### 9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> No/No existen	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Sí/No requiere	<b>1</b>

### 10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVEL...

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Superior	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Inferior/ No existe	<b>1</b>

### 11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA

11.1 No existen/son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen estado	Valor
1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>4</b>	1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>3</b>	1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>2</b>	1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>1</b>
2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas	
3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes	
4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas	
5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos	

### 12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Humedad	<b>4</b>	4 <input type="radio"/> Debilitamiento por modificaciones	<b>4</b>	6 <input type="radio"/> Densidad de muros inadecuada	<b>4</b>	8 <input type="radio"/> No aplica	<b>0</b>
2 <input type="radio"/> Cargas laterales		5 <input type="radio"/> Debilitamiento por sobrecarga		7 <input type="radio"/> Otros:			
3 <input type="radio"/> Colapso elementos del entorno							

## E. DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

### E.1. SUMATORIA DE LOS VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

∑	4	4	3	1	1	1	1	1	1	4	2	8	=	3	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		TOTAL	

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección "D"

### E.2. CALIFICACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1.
<b>MUY ALTO</b>	Mayor a 35	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	<input type="radio"/>
<b>ALTO</b>	Entre 26 a 35	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad Dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	<input type="radio"/>
<b>MODERADO</b>	Entre 16 a 25	<b>Requiere reforzamiento</b> en potencial Zona de Seguridad Interna	<input type="radio"/>
<b>BAJO</b>	Hasta 15	En las condiciones actuales <b>SÍ</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	<input type="radio"/>

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud;  
Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;  
Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.



**ANEXO C. Estudio de suelos realizado para determinar el tipo de suelo existente en el lugar de la investigación.**

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**OBRA: ESTUDIO DE SUELOS EN LA CALLE LOS LAURES CUADRA 09 Y  
CALLE HORACIO ZEVALLOS CUADRA 05 - MORRO SOLAR  
DISTRITO JAEN, PROVINCIA - JAEN, DEPARTAMENTO. CAJAMARCA**

**SOLICITADO POR:  
BACHILLER JUAN VILLEGAS RAMIREZ**

**ELABORADO POR:**



**JAEN, NOVIEMBRE DEL 2014**

### RESUMEN RESULTADOS DE LABORATORIO

**PROYECTO** : ESTUDIO DE SUELOS EN LA CALLE LOS LAURELES CUADRA 09 Y CALLE HORACIO  
ZEVALLOS CUADRA 05 - MORRO SOLAR . JAEN  
**UBICACIÓN** : DIST. JAEN , PROV. JAEN, DPTO. CAJAMARCA  
**SOLICITA** : BACHILLER JUAN VILLEGAS RAMIREZ  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2014

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	Granulometría (%) < 3"			LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION
			Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	SUCS
C- 01	M-01	0.00 - 1.20	13.88	35.67	50.45	24.38	20.93	3.45	GM
C- 02	M-01	2.00 - 3.00	23.96	19.06	56.98	35.49	22.95	12.54	CL

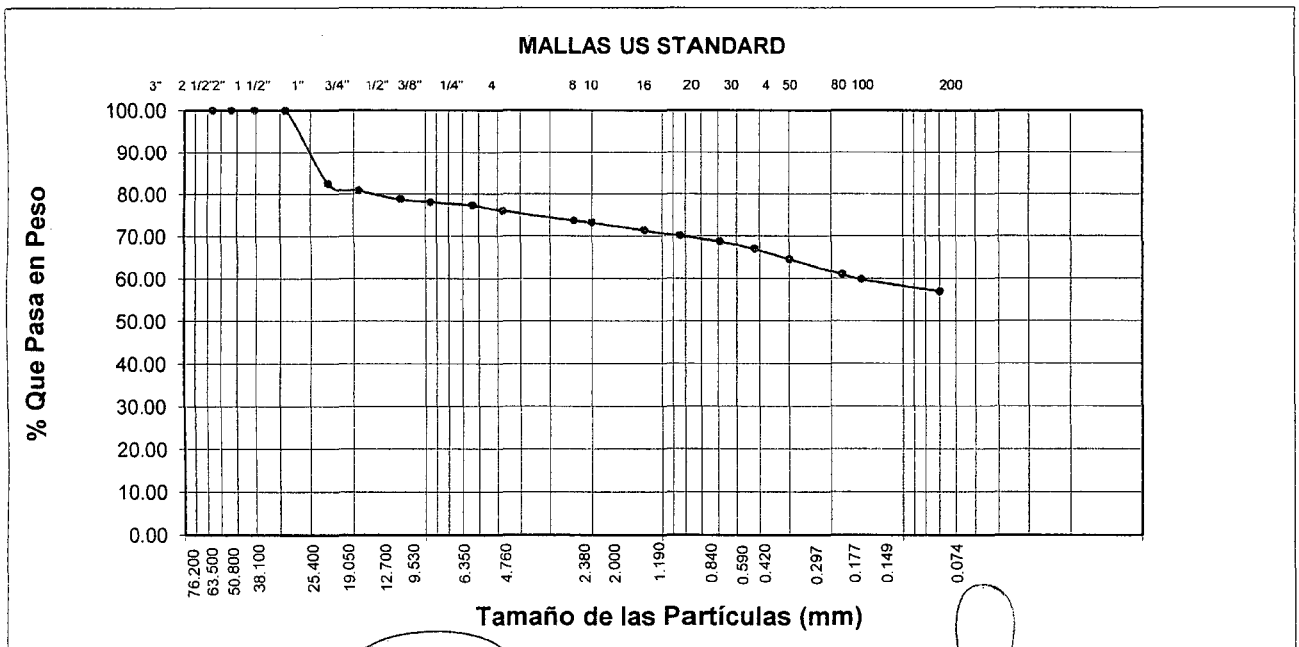
MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

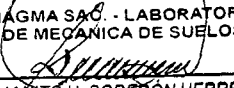
*Luis G. Melendez Tuesta*  
ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

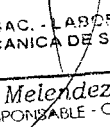
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : BACHILLER JUAN VILLEGAS RAMIREZ  
 PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS EN LA CALLE HORACIO ZEVALLOS CUADRA 05  
 UBICACIÓN : DIST. JAÉN, PROV. JAÉN, DPTO. CAJAMARCA  
 FECHA : NOVIEMBRE 2014  
 CALICATA : C-02 MUESTRA N°: M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.20m

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
1 1/2"	38.10				100.00		
1"	25.40	159.00	17.47	17.47	82.53		L.L. : 35.49
3/4"	19.05	15.00	1.65	19.12	80.88		L.P. : 22.95
1/2"	12.70	19.00	2.09	21.21	78.79		I.P. : 12.54
3/8"	9.53	6.00	0.66	21.87	78.13		CLASIFICACION
1/4"	6.35	7.00	0.77	22.64	77.36		AASHTO : A - 6 ( 4 )
Nº 04	4.76	12.00	1.32	23.96	76.04		
Nº 08	2.38	21.15	2.32	26.28	73.72		
Nº 10	2.00	4.33	0.48	26.76	73.24		
Nº 16	1.19	17.00	1.87	28.62	71.38		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	11.54	1.27	29.89	70.11		Terreno de Fundación
Nº 30	0.59	12.58	1.38	31.27	68.73		Regular a malo
Nº 40	0.42	16.02	1.76	33.04	66.96		
Nº 50	0.30	21.90	2.41	35.44	64.56		
Nº 80	0.18	32.65	3.59	39.03	60.97		
Nº 100	0.15	10.67	1.17	40.20	59.80		
Nº 200	0.07	25.67	2.82	43.02	56.98		
<Nº 200		518.49	56.98	100.00	0.00		
Peso Inicial		910.00					



MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
  
**JUANITO H. SOBORON HERRERA**  
 TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
  
**Luis G. Melendez Tuesta**  
 ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

## LIMITE DE ATTERBERG

SOLICITA : BACHILLER JUAN VILLEGAS RAMIREZ

PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS EN LA CALLE HORACIO ZEVALLOS CUADRA 05

LUGAR : DIST. JAÉN, PROV. JAÉN, DPTO. CAJAMARCA

CALICATA : C-02

FECHA: NOVIEMBRE 2014

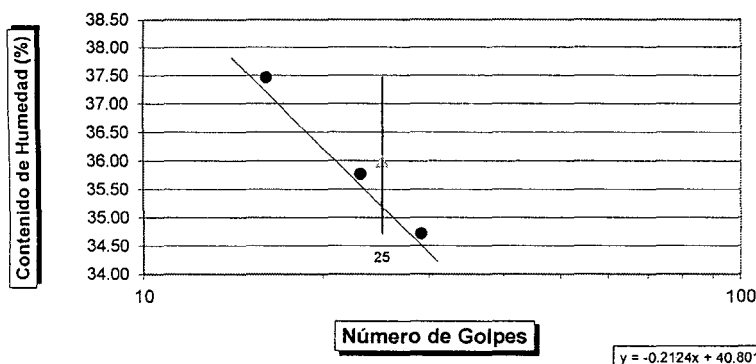
### LIMITE LIQUIDO

	Nº DE MUESTRA :		M-01	Nº DE MUESTRA :		---
	PROFUNDIDAD :		0.00 - 1.20m	PROFUNDIDAD :		---
.- Ensayo Nº						
.- Nº de Golpes	29	23	16			
.- Recipiente Nº	23	26	5			
.- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	28.78	32.20	35.81			
.- Peso Suelo Seco + Tara (g)	22.95	25.35	27.78			
.- Tara (g)	6.16	6.20	6.35			
.- Peso del Agua (g)	5.83	6.85	8.03			
.- Peso del Suelo Seco (g)	16.79	19.15	21.43			
.- Contenido de agua (%)	34.72	35.77	37.47			

### LIMITE PLASTICO

	Nº DE MUESTRA :		M-01	Nº DE MUESTRA :		---
	PROFUNDIDAD :		0.00 - 1.20m	PROFUNDIDAD :		---
.- Ensayo Nº						
.- Recipiente Nº	21					
.- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	23.48					
.- Peso Suelo Seco + Tara (g)	22.47					
.- Tara (g)	18.07					
.- Peso del Agua (g)	1.01					
.- Peso del Suelo Seco (g)	4.40					
.- Contenido de agua (%)	22.95					

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



MUESTRA Nº	
M - 01	---
L.L.	35.49
L.P.	22.95
I.P.	12.54

CLASIFICACION SUCS	

CLASIFICACION AASHTO	

MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECANICA DE SUELOS

*Juanito H. Soberón Herrera*  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECANICA DE SUELOS

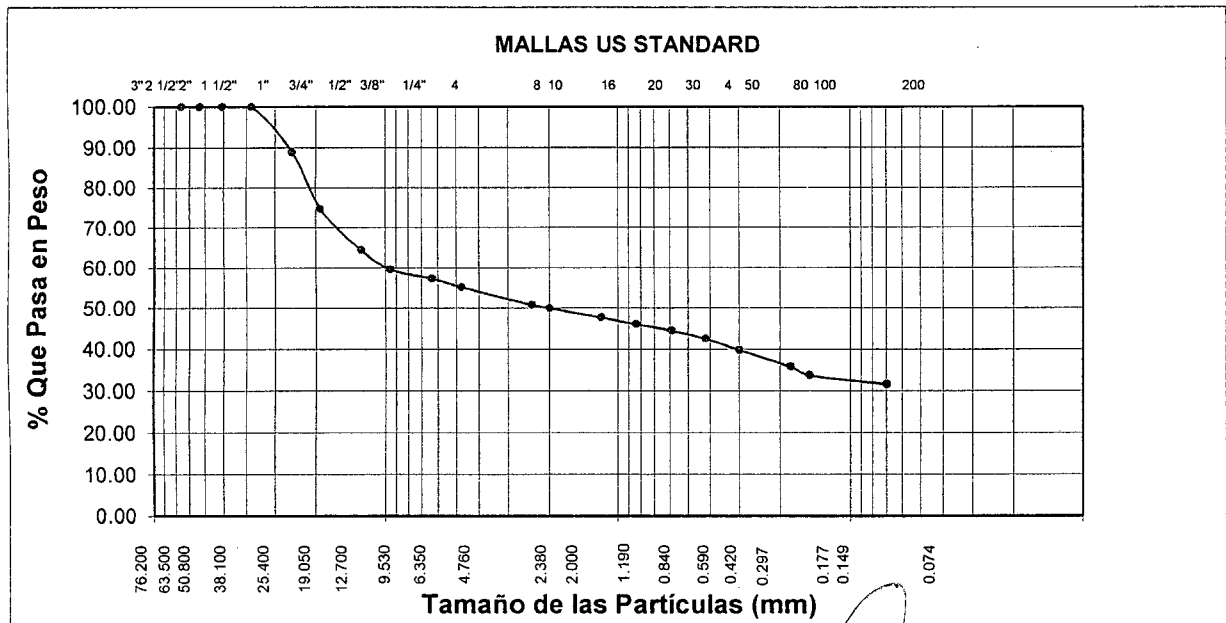
*Luis G. Melendez*  
**Luis G. Melendez**

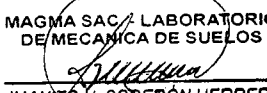
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

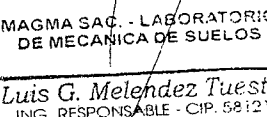
**SOLICITA** : BACHILLER JUAN VILLEGAS RAMIREZ  
**PROYECTO** : ESTUDIO DE SUELOS EN LA CALLE LOS LAURELES CUADRA 09  
**UBICACIÓN** : DIST. JAÉN, PROV. JAÉN, DPTO. CAJAMARCA  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2014

**CALICATA** : C-01 **MUESTRA N°:** M - 01 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.20

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						GM, Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo.
1 1/2"	38.10				100.00		
1"	25.40	152.00	11.07	11.07	88.93		L.L. : 24.38
3/4"	19.05	194.70	14.18	25.26	74.74		L.P. : 20.93
1/2"	12.70	141.98	10.34	35.60	64.40		I.P. : 3.45
3/8"	9.53	65.54	4.77	40.37	59.63		CLASIFICACION
1/4"	6.35	31.84	2.32	42.69	57.31		AASHTO : A - 2 - 4 ( 0 )
N° 04	4.76	28.96	2.11	44.80	55.20		
N° 08	2.38	60.17	4.38	49.19	50.81		
N° 10	2.00	10.94	0.80	49.98	50.02		
N° 16	1.19	31.83	2.32	52.30	47.70		<b>OBSERVACIONES:</b>
N° 20	0.84	22.60	1.65	53.95	46.05		Terreno de Fundación
N° 30	0.59	21.70	1.58	55.53	44.47		Bueno a Excelente
N° 40	0.42	27.80	2.03	57.56	42.44		
N° 50	0.30	36.63	2.67	60.22	39.78		
N° 80	0.18	55.32	4.03	64.25	35.75		
N° 100	0.15	27.80	2.03	66.28	33.72		
N° 200	0.07	29.82	2.17	68.45	31.55		
<N° 200		433.07	31.55	100.00	0.00		
Peso Inicial		1372.70					



MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
  
**JUANITO H. SOBERÓN HERRERA**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
  
**Luis G. Meleendez Tuesta**  
 ING. RESPONSABLE - CIP. 58121



## LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA : BACHILLER JUAN VILLEGAS RAMIREZ

PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS EN LA CALLE LOS LAURELES CUADRA 09

LUGAR : DIST. JAÉN, PROV. JAÉN, DPTO. CAJAMARCA

CALICATA: : C-01

FECHA: NOVIEMBRE 2014

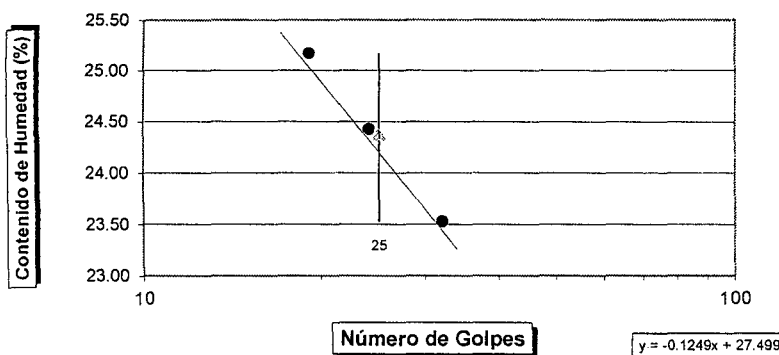
### LIMITE LIQUIDO

	Nº DE MUESTRA :		M-01	Nº DE MUESTRA :		---
	PROFUNDIDAD :		0.00 - 1.20	PROFUNDIDAD :		---
- Ensayo Nº						
- Nº de Golpes	32	24	19			
- Recipiente Nº	104	103	9			
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	32.63	35.95	39.00			
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	27.60	30.15	32.45			
- Tara (g)	6.22	6.41	6.43			
- Peso del Agua (g)	5.03	5.80	6.55			
- Peso del Suelo Seco (g)	21.38	23.74	26.02			
- Contenido de agua (%)	23.53	24.43	25.17			

### LIMITE PLASTICO

	Nº DE MUESTRA :		M-01	Nº DE MUESTRA :		---
	PROFUNDIDAD :		0.00 - 1.20	PROFUNDIDAD :		---
- Ensayo Nº						
- Recipiente Nº	5					
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	8.48					
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	8.12					
- Tara (g)	6.40					
- Peso del Agua (g)	0.36					
- Peso del Suelo Seco (g)	1.72					
- Contenido de agua (%)	20.93					

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### MUESTRA Nº

M - 02	---
L.L.	24.38
L.P.L	20.93
I.P.	3.45

#### CLASIFICACION SUCS

--	--

#### CLASIFICACION AASHTO

--	--

MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECANICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECANICA DE SUELOS

Luis G. Melendez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

# Registro de la Propiedad Industrial

## Oficina de Signos Distintivos

**CERTIFICADO N° 00042358**

La Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo



Distingue

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y concreto para obras y proyectos de irrigación, hidroenergéticas, viales, edificaciones en general; servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a actividades de ingeniería

Clase

42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud

0266428-2006

Titular

MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.

País

PERU

Vigencia

07 de Julio de 2016

Tomo

212

Folio

158

MAGMA SAC. - LABORATORIO  
DE MECANICA DE SUELOS

*Luis G. Meléndez*

  
MIGUEL ANGEL SANCHEZ  
DEL SOLAR QUIÑONES

Jefe de la Oficina  
de Signos Distintivos  
INDECOPI

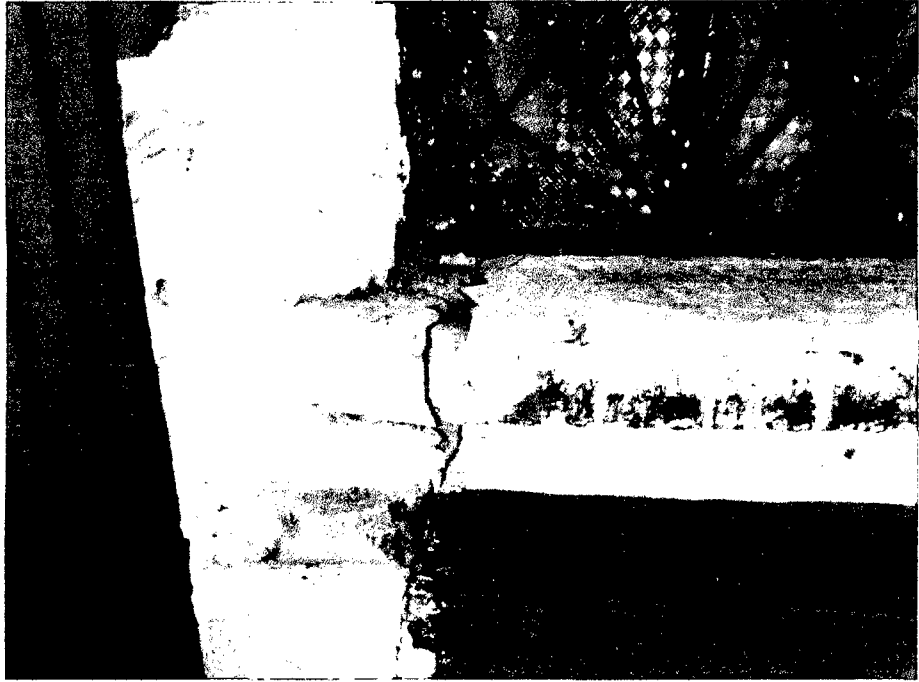
**ANEXO D. Panel fotográfico.**



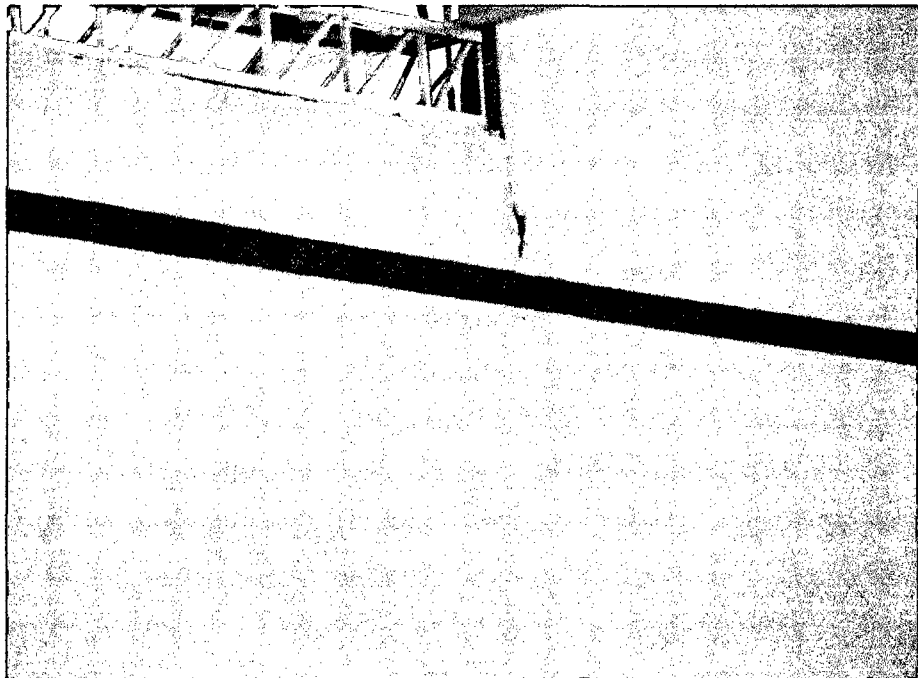
**Fotografía 1. Encuestando las viviendas del sector de Morro Solar Bajo.**



**Fotografía 2. Obteniendo datos para el desarrollo de la investigación.**



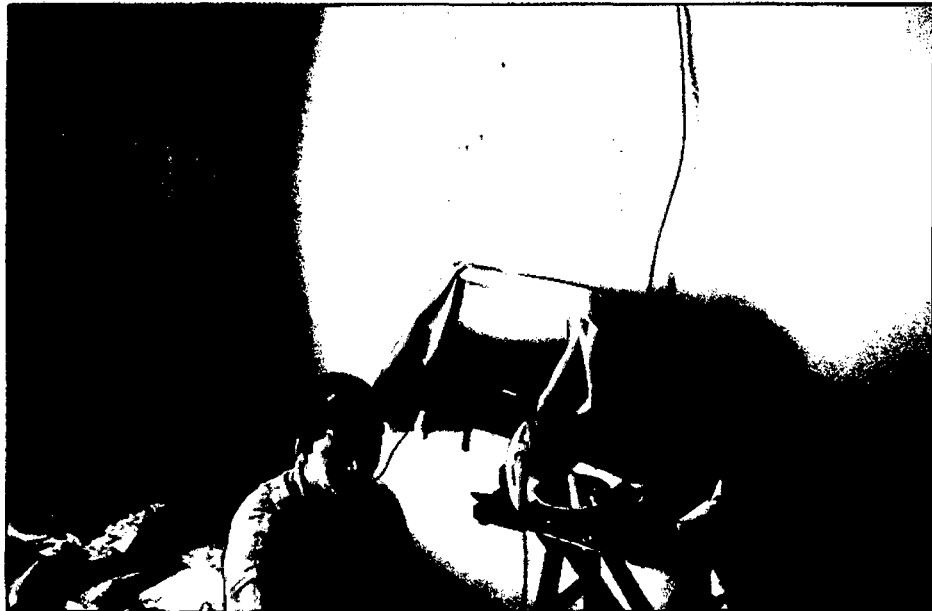
Fotografía 3.- Presencia de fisura en esquina inferior derecha de ventana.



Fotografía 4.- Agrietamiento entre columna y alfeizar.



Fotografía 5.- Agrietamiento diagonal en pared.



Fotografía 6.- Humedad por filtración en pared.

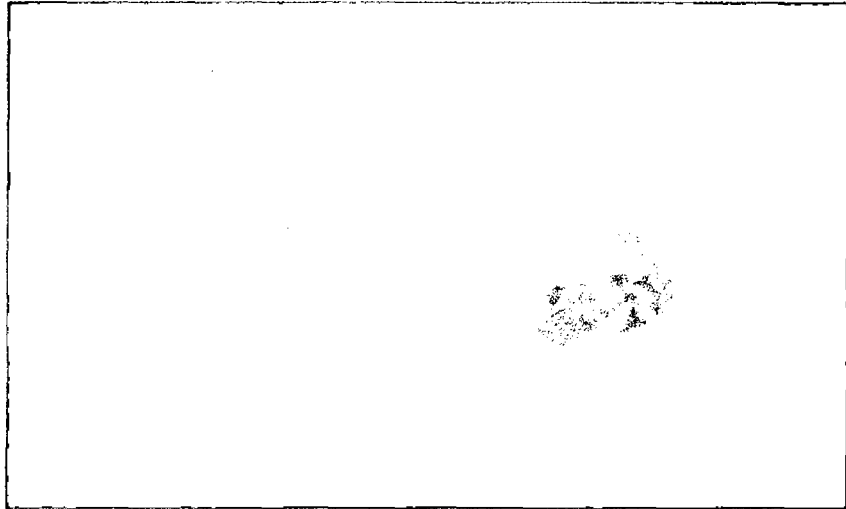


Figura 7.- Presencia de humedad en techo.

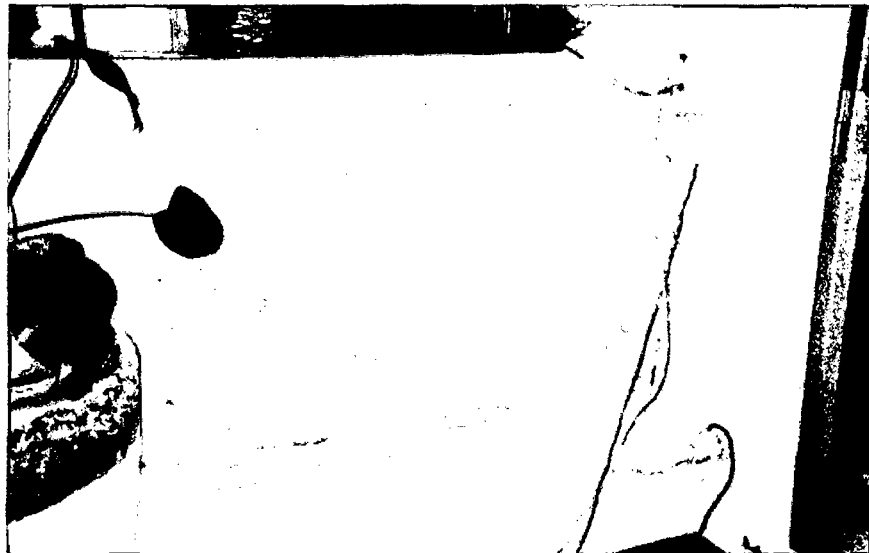


Figura 8.- Humedad cerca a instalaciones eléctricas.

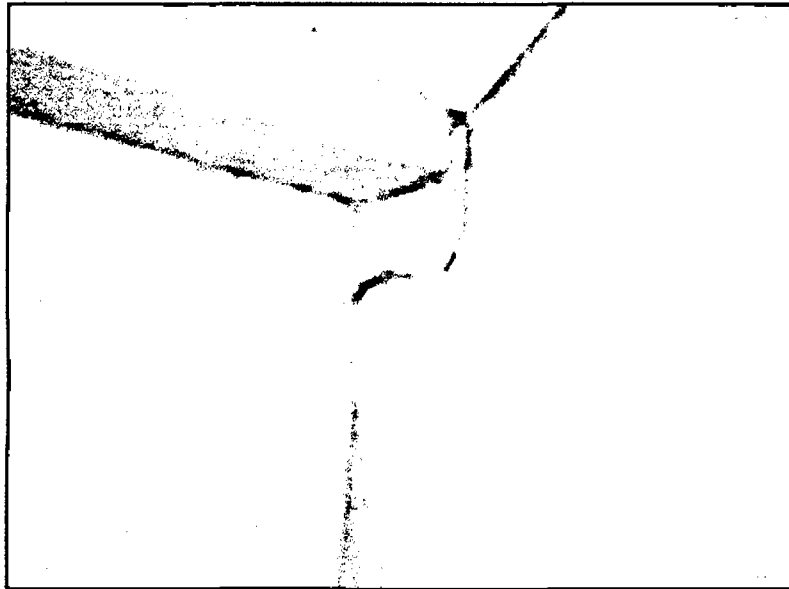


Figura 9.- Fisura en muro atravesado por viga.



Figura 10.- Interruptores en mal estado.