

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

SEDE JAÉN



**ESTIMACIÓN DE RIESGO SÍSMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE
DEL SECTOR SARGENTO LORES, JAÉN - CAJAMARCA.**

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

PRESENTADO POR:

BACHILLER: VÍCTOR SÁNCHEZ BAUTISTA

ASESOR: ING. MANUEL URTEAGA TORO

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

2014

COPYRIGHT© 2014 by
VICTOR SANCHEZ BAUTISTA
Todos los derechos reservados

A:

Mis padres, mi familia y a todos quienes confiaron y creyeron en mí, y me mostraron su apoyo moral e intelectual de manera desinteresada y ahora ven sus sueños y anhelos reflejados en mí

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Nuestro Señor Dios por todas las bendiciones recibidas, asimismo manifiesto un profundo agradecimiento a mi Asesor quien colaboró con la elaboración de este proyecto, del cual estoy seguro, será un instrumento muy valioso para mejorar la calidad de vida de toda la población.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, tuvo por finalidad estimar el nivel de riesgo sísmico y el nivel de la vulnerabilidad de las viviendas de adobe del Sector de Sargento Lores de la Ciudad Jaén, Región Cajamarca ante un sismo, asimismo ser útil con las medidas preventivas y salvaguardar las vidas de cada uno de los habitantes. La recolección de los datos se obtuvieron en los meses de agosto a octubre del 2014, donde se puede determinar que el 66.67% de viviendas presentan un nivel de peligro bajo y el 33.33% de viviendas presentan un nivel de peligro medio. Sin embargo el 100% de las viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad muy alta. Los datos fueron obtenidos mediante la aplicación de las fichas de verificación para determinar el nivel de peligro y el nivel de vulnerabilidad concedidas por INDECI, lo que dan mayor credibilidad a los resultados logrados, los que permiten precisar que las viviendas del sector Sargento Lores no brindan seguridad a sus propietarios ante un sismo, poniendo en riesgo la vida de los mismos. Por lo que una de las recomendaciones establecidas en este proyecto es que las viviendas deben ser construidas con apoyo técnico y profesional, que asegure una construcción de calidad y que brinde seguridad a los habitantes.

Palabras clave: Sismo, Riesgo, Vulnerabilidad, Peligro, Viviendas.

ABSTRACT

The present investigation project, had for purpose to estimate the level of seismic risk and the level of the vulnerability of the housings of adobe of the Sector of Sargento Lores of the Ciudad Jaén, Región Cajamarca before an earthquake, also to be useful with the preventive measures and to safeguard the lives of each one of the inhabitants. The gathering of the data was obtained in the months of August to October of the 2014, where you can determine that 66.67% of housings presents a level of danger under and 33.33% of housings presents a level of half danger. However 100% of the housings has a level of very high vulnerability. The data were obtained by means of the application of the verification records to determine the level of danger and the vulnerability level granted by INDECI, what you/they give bigger credibility to the achieved results, those that allow to specify that the sector Sargento Lores housings don't offer security to their proprietors before an earthquake, putting in risk the life of the same ones. For those that one of the recommendations settled down in this project is that the housings should be built with support technician and professional that assures a construction of quality and that it offers security to the inhabitants.

Key words: Seism, Level of Risk, Level of Vulnerability, Level of Danger, Houses.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes.....	3
2.1.1. Internacionales.....	3
2.1.2. Nacionales.....	4
2.1.3. Locales.....	5
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Comportamiento sísmico en las construcciones de adobe	7
2.2.2. Sismo.....	11

2.2.3. Causas de los sismos.....	11
2.2.4. Características de los sismos.....	12
2.2.5. Tipos de daños debido a sismos.....	14
2.2.6. Predicción de sismos.....	15
2.2.7. Medidas básicas de seguridad contra sismos y otros fenómenos naturales.....	16
2.2.8. Dimensiones del adobe tradicional	24
2.2.9. Peligro.....	39
2.2.10. Vulnerabilidad.....	42
2.2.11. Riesgo.....	46
2.3. Definición de términos Básicos.....	48
2.3.1. Sismo.....	48
2.3.2. Peligro.....	49
2.3.3. Desastre.....	49
2.3.4. Defensa Civil	49
2.3.5. Prevención	49
2.3.6. Vivienda	49
2.3.7. Vulnerabilidad	51
2.3.8. Riesgo.....	50
2.3.9. Material Predominante	50

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
3.1. Ubicación Geográfica.....	51
3.2. Tipo de Investigación.....	54
3.3. Procedimiento.....	54
3.4. Diseño de ejecución del plan de desarrollo de la investigación.....	54
3.4.1. La población... ..	54
3.4.2. La muestra.....	55
3.4.2. Unidad de Análisis.....	56
3.4.3. Forma de Tratamiento de los Datos.....	56
3.4.4. Forma de Análisis de la Información.....	56
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.1. Resultados.....	58
4.1.1. Medición del Peligro.....	58
4.1.2. Nivel de Peligro.....	59
4.1.3. Estimación del Valor de la Vulnerabilidad.....	60
4.1.4 Estimación del Riesgo.....	64
4.2 Discusión.....	65
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS LINKOGRAFICAS.....	68
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1. Estrato, Descripción y Valor del Peligro.....	41
Tabla 2. Vulnerabilidad Física.....	43
Tabla 3. Estrato, Descripción y Valor de la Vulnerabilidad.....	45
Tabla 4. Tabla Matriz de Peligro y Vulnerabilidad.....	48
Tabla 5. Localización del sector Sargento Lores.....	54
Tabla 6. Determinación de la muestra.....	55
Tabla 7. Estimación del nivel de peligro de acuerdo a la pendiente del terreno.....	58
Tabla 8. La vivienda se encuentra ubicada en terrenos altos no inundables.....	58
Tabla 9. Nivel de peligro.....	59
Tabla 10. Resumen del Valor del peligro.....	60
Tabla 11. Tipo de suelo de las viviendas.....	60
Tabla 12. Calificación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda.....	61
Tabla 13. Nivel de vulnerabilidad de cada vivienda.....	62
Tabla 14. Resumen del valor de vulnerabilidad.....	63
Tabla 15. Estimación del riesgo.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Deficiencias sísmicas de albañilería de adobe.....	8
Figura 2. Casas Típicas de Adobe.....	8
Figura 3. Falla por tracción.....	9
Figura 4. Falla por flexión.....	10
Figura 5. Falla por corte.....	10
Figura 6. Ondas de un sismo cercano.....	13
Figura 7. Ondas de un sismo cercano.....	14
Figura 8. Espesor de un adobe no adecuado.....	17
Figura 9. Adobes de cabeza.....	18
Figura 10. Juntas verticales que no deben coincidir.....	18
Figura 11. Dimensionamiento incorrecto de muros.....	18
Figura 12. Estabilización mecánica.....	20
Figura 13. Estabilización mecánica.....	20
Figura 14. Ensayo de Resistencia Seca Dry Strength Test.....	22
Figura 15. Ensayo del Rollo.....	23
Figura 16. Control de Microfisuración Añadiendo Paja.....	23
Figura 17. Relación adecuada entre el largo, ancho y junta del adobe.....	24
Figura 18. Relación para adobes estabilizados y sin estabilizar.....	24
Figura 19. Falla por tracción diagonal.....	25

Figura 20. Dimensionamiento adecuado de un adobe.....	25
Figura 21. Adobes cuadrados y sus ventajas.....	26
Figura 22. Encuentros de muros.....	27
Figura 23. Prueba de flexión.....	29
Figura 24. Determinación del esfuerzo de flexión.....	29
Figura 25. Proceso constructivo de una vivienda de adobe.....	30
Figura 26. Relación entre el ancho y largo del muro.....	30
Figura 27. Vanos de ventanas.....	31
Figura 28. Vanos de puertas.....	31
Figura 29. Dimensión de vanos.....	32
Figura 30. Adecuada colocación del adobe.....	32
Figura 31. Colocación del Refuerzo de Caña en Perú.....	35
Figura 32. Colocación del Refuerzo de Caña en El Salvador.....	35
Figura 33. Construcción de una Viga Collar de Concreto Reforzado.....	37
Figura 34. Guía para la Construcción de la Viga Collar de Madera.....	38
Figura 35. Clasificación de los Principales Peligros.....	39
Figura 36. Ubicación de Cajamarca en el mapa del Perú.....	52
Figura 37. Ubicación de Jaén en el mapa de Cajamarca.....	52
Figura 38. Mapa del Provincia de Jaén y sus Distritos.....	53
Figura 39. Delimitación del área de estudio.....	53

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional en la ciudad de Jaén ha generado una tendencia de expansión urbana y la necesidad de construcción de viviendas, sin embargo esta necesidad, ha llevado a la población a construir sus viviendas, sin contar con el apoyo técnico ni profesional, es por ello que la Municipalidad Provincial de Jaén, creó en el año 2005 el Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante Desastres de la ciudad de Jaén. En muchos países en vías de desarrollo, las viviendas informales son construidas sin asesoramiento técnico ni profesional. Estas viviendas presentan serios problemas respecto a su ubicación, configuración estructural y proceso constructivo, que las hacen muy vulnerables ante los desastres naturales, principalmente los sismos.

Los principales peligros que amenazan a la ciudad de Jaén, están relacionados con las construcciones de viviendas de adobe, éstas, asociadas a las pendientes del terreno, hacen que las viviendas colapsen rápidamente, aumentando su carácter destructivo a medida que la magnitud del sismo descienden.

Ante esta problemática, en el presente proyecto de investigación, se planteó como objetivo general, estimar el nivel de riesgo sísmico de las viviendas de adobe del Sector de Sargento Lores de la Ciudad Jaén, Región Cajamarca ante un sismo, asimismo se identificó el nivel de la vulnerabilidad de las viviendas de adobe del Sector en mención, se propuso medidas de prevención ante un riesgo sísmico y la hipótesis planteada es que, el nivel de riesgo en el mencionado sector es muy alto, lo que se justifica debido a que se han construido y se vienen construyendo viviendas, que presentan deficiencias técnicas y

reglamentarias en la construcción, problema que aumenta por la misma ubicación de las viviendas en zonas de riesgo y por la calidad de construcción, siendo vulnerables ante un desastre natural, poniendo en riesgo a las familias que habitan en ella. En tal sentido es necesario que los pobladores del Sector de Sargento Lores, reconozcan los problemas que existen y los daños considerables que podrían resultar de la ocurrencia de un desastre natural. La identificación de la zona de peligro de las viviendas, la evaluación y calificación de su condición de vulnerabilidad, permitió determinar que en el futuro se mejore la calidad de construcción de las viviendas de dicho sector.

La información recopilada, se obtuvo mediante la guía de observación para estimar el nivel de peligro y la ficha de verificación para la determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo, que proporciona el Instituto Nacional de Defensa Civil, aplicadas a 18 viviendas de un total de 250, que fueron tomadas como muestra. Sargento Lores alberga a un total de 1,150 habitantes, que según lo investigado, viven en una zona de riesgo alto y con un nivel de vulnerabilidad muy alta.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1 Internacionales.

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguos y de uso más difundido. El uso de las unidades de barro secadas al sol data desde 8000 B.C (Houben y Guillard 1994).

Alrededor del 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra. Aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría de la población rural y por lo menos el 20% de la población urbana y urbano marginal, viven en casas de tierra. (Houben y Guillard 1994).

En Latinoamérica y en el Caribe se han conformado varias asociaciones internacionales para realizar estudios sobre estimación de riesgos, entre los cuales podemos mencionar el proyecto del Banco Mundial y la Organización de Estados Americanos (OEA) en St. Lucia, St. Kitts y Nevis y en Dominica (Vermeiren y Pollner, 1994) y el estudio del Banco Mundial sobre México (Kreimer et al., 1999). El Proyecto de Catástrofes Naturales y Países en Vías de Desarrollo del Instituto Internacional para el Análisis de los Sistemas Aplicados -International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) - también desarrolló un método para incorporar los desastres naturales a las proyecciones macroeconómicas como una función de la vulnerabilidad social y económica subyacente de un país y presentó los resultados sobre Argentina, Honduras y Nicaragua (Freemanetal.2001).

2.1.2 Nacionales.

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), presentó en el año 2012, el Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres 2012-2021 donde se formula en el marco de la Ley N° 29664, Ley que crea el (SINAGERD.2012).

El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2012-2021, en adelante PLANNGRD es un instrumento del SINAGERD, que integra los procesos de estimación, prevención, reducción del riesgo de desastres, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción, establece las líneas estratégicas, los objetivos, las acciones, procesos y protocolos de carácter plurianual necesarios para concretar lo establecido en la Ley del SINAGERD. En su diseño se ha considerado la articulación con los programas presupuestales estratégicos vinculados a la GRD y otros programas que están relacionados con el objetivo del plan en el marco del presupuesto por resultados (SINAGERD 2012).

Tarque y Mosqueira. (2005), en su tesis magistral desarrollaron una metodología para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada. En esta metodología fue aplicada una muestra de 270 viviendas distribuidas en 5 ciudades de la costa peruana (Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica y Mollendo). Se concluyó que el 72% de la viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta, el 18% vulnerabilidad sísmica media y el 10% vulnerabilidad sísmica baja. Esta metodología está siendo utilizada con el fin de obtener el Riesgo sísmico de edificaciones de albañilería en las ciudades de Huaraz, Arequipa y Cajamarca. En el ámbito nacional existen estudios de evaluación de riesgos, según el (INDECI 2006). Como la realizada en la región Cusco sobre la "Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos", estudio que define una metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones, agrupándolas en variables tales como: material

predominante de construcción, altura de edificación, estado de conservación de las edificaciones. Metodología utilizada en el estudio Componente de Gestión del Riesgo de Desastres para el Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Calca, Distrito de Calca, Región Cusco, Perú, Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina. (Lozano 2008). Este trabajo, constituye una herramienta práctica para los profesionales que realizarán la Estimación del Riesgo y una guía que orientará en la elaboración de los respectivos Informes; con la finalidad de contribuir a prevenir o mitigar los impactos que puedan ocasionar los peligros a la población (INDECI 2006).

2.1.3 Locales.

El INDECI-PNUD (2005), en el programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca, identificó los peligros que afectan a los centros educativos, Universidades e Institutos de la ciudad de Cajamarca, llegando a las siguientes resultados: el 9% están sometidos a un peligro sísmico muy severo, el 60% tienen un peligro sísmico severo, el 27% peligro sísmico moderado y 4% peligro sísmico leve. En lo referente al peligro de inundaciones se concluyó que el 4% se encuentran ubicados en una zona de mayor inundación, el 24% en una zona de menor inundación y el 27% no tiene ningún peligro de inundación. En lo referente al peligro de deslizamientos se identificó que el 29% está ubicado en estas zonas. En la distrito de Jaén, debido a sus características físicas y condiciones naturales, presenta gran ocurrencia de diversos peligros, que afectan a la población e infraestructura, situación que se ha incrementado en las últimas décadas, debido principalmente a la ocupación informal del territorio, que no sólo incrementa la condición de vulnerabilidad sino también contribuye a la generación de conflictos de uso en el territorio y nuevos peligros; la cual conlleva a la ocupación en zonas de alto peligro susceptibles a un fenómeno de origen natural. Es por ello que en el año 2005 se realizó el Programa de Prevención y medidas de Mitigación de Desastres de la

Ciudad de Jaén, ejecutado por el Instituto Nacional de Defensa Civil, donde determinó las zonas vulnerables de la ciudad de Jaén, y los factores que inciden en ellas para su vulnerabilidad. Además en el año 2012 se realizó Estudio de Evaluación de Riesgo de Desastres del Sector Crítico Urbano Fila Alta, en materia de vivienda, construcción y saneamiento y propuesta de medidas de prevención y mitigación de riesgo, donde se determinó las zonas de riesgo del AA.HH. Fila Alta.

La Ciudad de Jaén y su entorno inmediato se ubican dentro de la fase de deformación Mezo terciaria, como última fase de deformación andina y dentro de esta unidad de deformación, la actividad sísmica es de carácter intermedio a alto; por lo tanto las intensidades que pueden desarrollarse en roca o suelo duro serían del orden de VII (M.M.). Uno de los sismos que afectó a la ciudad está fechado el 14 de Mayo de 1,928, de fuerte intensidad, desvió del cauce del río Jaén, destruyó el templo, casa Municipal y todas las viviendas de adobe. De acuerdo con las características y evaluación de las propiedades del subsuelo de la ciudad de Jaén, es indudable que las intensidades sísmicas más altas VII + (M.M.), se registrarán en los suelos finos, sueltos y con capacidades portantes bajas. El mapa de Intensidades Máximas Probables muestra la probable intensidad sísmica que alcanzaría la Ciudad de Jaén (MPJ 2013).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Comportamiento sísmico en las construcciones de adobe

Además de ser una tecnología constructiva simple y de bajo costo, la construcción de adobe tiene otras ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones. La construcción tradicional de adobe tiene una respuesta muy mala ante los movimientos telúricos, sufriendo daño estructural severo o llegando al colapso, causando con ello pérdidas significativas en términos de vida humana y daño material. La deficiencia sísmica de la construcción de adobe se debe al elevado peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, debido a su gran peso, estas estructuras desarrollan niveles elevados de fuerza sísmica, que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente. Daño material y pérdidas humanas considerables han ocurrido en áreas donde este material se ha usado. Esto es confirmado en los informes de terremotos recientes. En el terremoto de 2001 en El Salvador, más de 200,000 casas de adobe fueron severamente dañadas o colapsaron, 1 100 personas murieron bajo los escombros de estas edificaciones y más de 1000 000 personas quedaron sin hogar (USID El Salvador 2001). Ese mismo año, el terremoto en el sur de Perú causó la muerte de 81 personas, la destrucción de casi 25 000 viviendas de adobe y daño severo en 36 000 casas, dejando sin vivienda a más de 220 000 personas (USAID Perú 2001).

Los modos típicos de falla durante terremotos son severo agrietamiento y desintegración de muros, separación de muros en las esquinas y separación de los techos de los muros, lo que en la mayoría de casos, lleva al colapso. Algunas deficiencias características de construcciones de adobe se resumen a continuación.

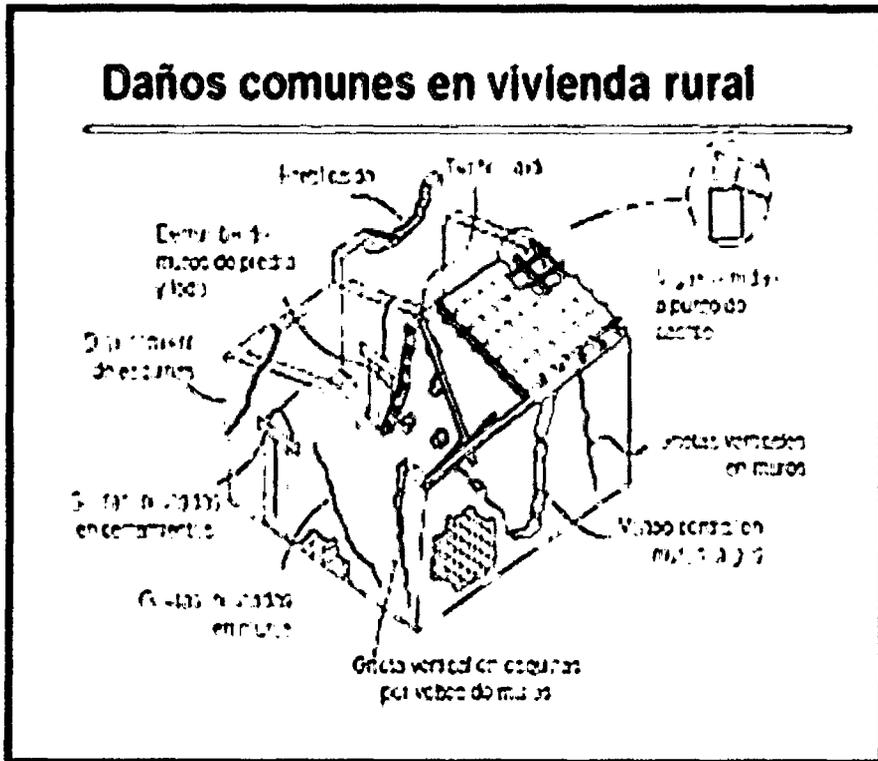


Figura 1. Deficiencias sísmicas de albañilería de adobe (CENAPRED 2003).

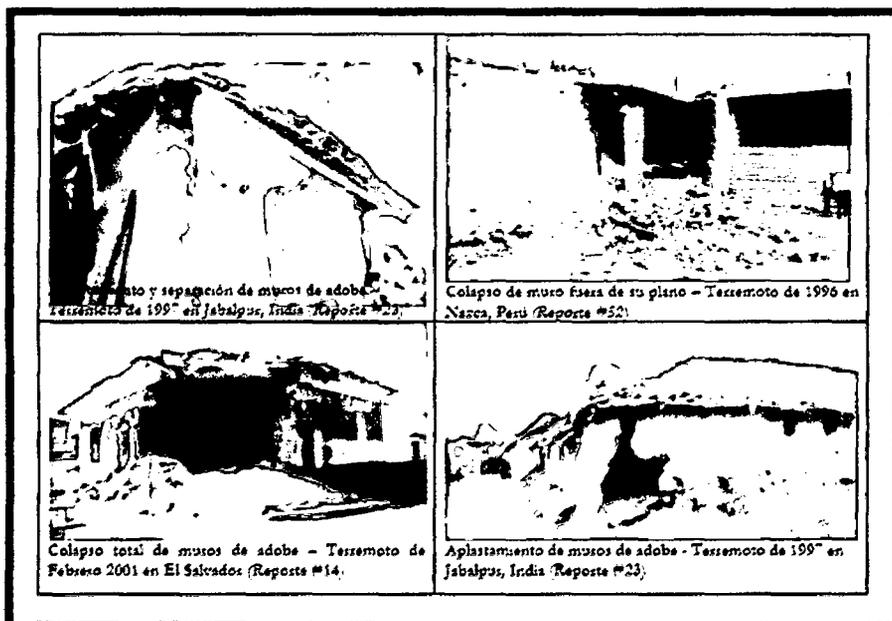


Figura 2. Casas Típicas de Adobe (EERI/IAEE Enciclopedia Mundial de Vivienda)

En varios reportes de la Enciclopedia Mundial de Vivienda (EERI 2003) se han identificado patrones típicos de daño.

Las fallas en las construcciones de adobe pueden atribuirse, principalmente, a su poca resistencia en tracción y reducida adherencia entre el adobe y el mortero. Los tipos principales de falla, que a menudo se presentan combinados, son los siguientes (Zelaya 2007).

- a). **Falla por tracción en los encuentros de muros:** En la figura 3 se ilustra este tipo de falla, que se debe principalmente a esfuerzos de tracción directa que se produce en uno de los muros, al dar arriostre lateral a otros muros del encuentro, esta situación se agrava cuando a este se superpone los esfuerzos de flexión (Zelaya 2007).

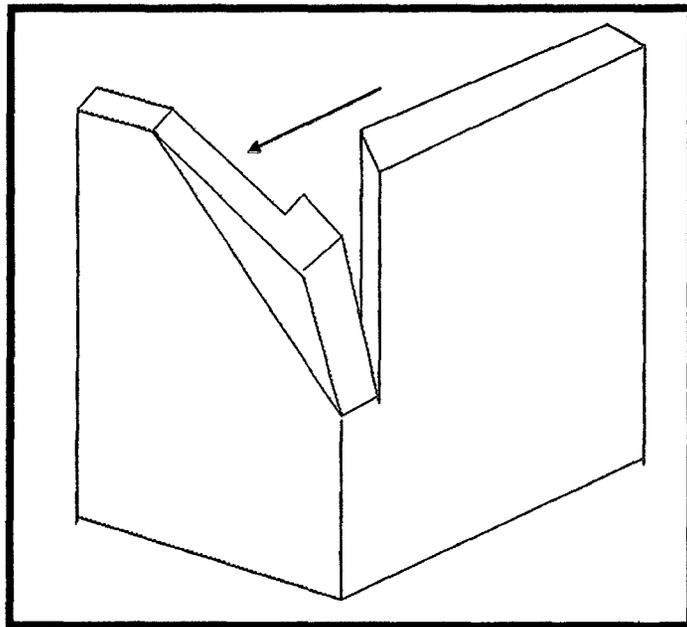


Figura 3. Falla por tracción (Zelaya 2007).

b). **Falla por flexión:** En la figura 4 se ilustra algunas de las variantes de este tipo de falla que se debe a los esfuerzos de tracción por flexión al actuar el muro como una losa apoyada en su base y en los elementos verticales que lo arriostran. La falla puede ocurrir en secciones horizontales verticales u oblicuas (Zelaya 2007).

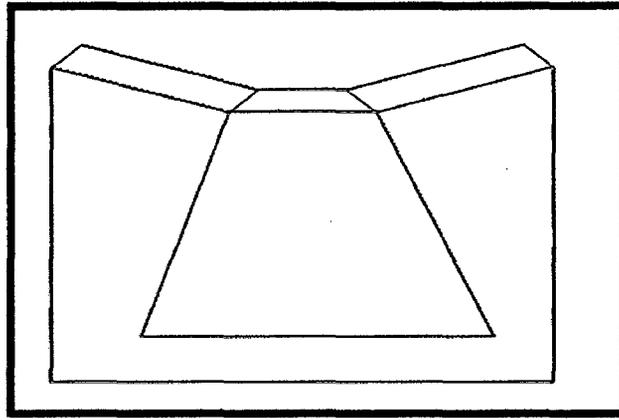


Figura 4. Falla por flexión (Zelaya 2007).

c). **Falla por corte:** En la figura 5 se ilustra este tipo de falla, que se produce cuando el muro trabaja como muro de corte. Se debe principalmente, a los esfuerzos tangenciales en las juntas horizontales (Zelaya 2007).

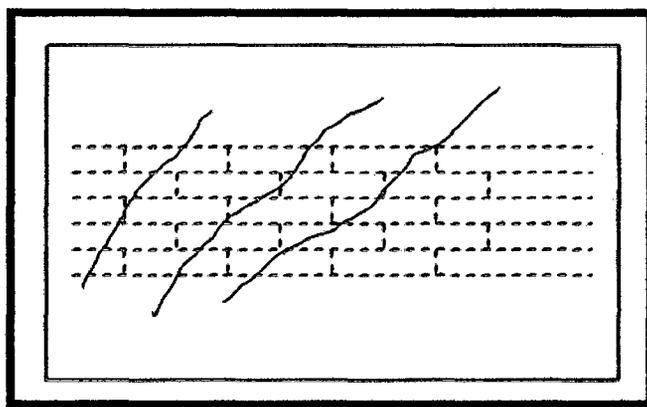


Figura 5. Falla por corte (Zelaya 2007).

2.2.2. Sismo

El sismo es definido como el movimiento de la corteza terrestre o como la vibración del suelo, causado por la energía mecánica emitida de los mantos superiores de la corteza terrestre, en una repentina liberación de la deformación acumulada en un volumen limitado.

El paso de un camión, de un tren, pueden producir una pequeña vibración en la superficie terrestre, este fenómeno podemos relacionarlo con un Microsismo o un Temblor. Una erupción volcánica puede originar una vibración fuerte dando lugar a un sismo o un Terremoto. Los observatorios registran centenas de millares de sismos, cada año en todo el mundo. Afortunadamente, de todos ellos, muy pocos alcanzan la categoría de terremotos y gran parte de ellos ocurren en los fondos oceánicos (generando Tsunamis) o en regiones despobladas. El origen de los sismos se encuentra distribuido dentro de las profundidades que varían entre 0 a 700 km (Zelaya 2007).

- a). **Hipocentro:** Un sismo originado en un pequeño volumen, debajo de la tierra, el cual puede ser representado como un punto, es denominado hipocentro, para fines de estudio (Zelaya 2007).
- b). **Epicentro:** La proyección vertical, sobre la superficie de la tierra, del punto que representa el hipocentro, se denomina epicentro (Zelaya 2007).

2.2.3. Causas de los sismos

De acuerdo a los estudios realizados, se puede decir que las causas de los sismos son:

La actividad volcánica y el diastrofismo.

Si observamos un mapa del mundo, se puede ver que las áreas volcánicas y las zonas sísmicas coinciden, esto dio, por origen, a que se

pensara por mucho tiempo que la causa principal de los terremotos eran las erupciones volcánicas.

Cierto es que los volcanes al entrar en actividad pueden producir fuertes sismos, pero estos son de tipo local y menos intensos que los sismos de origen distrófico. Las numerosas investigaciones que se realizan en el mundo, indican que los sismos más fuertes que sacuden la litosfera, se deben al diastrofismo.

Cuando se origina una falla, o cuando se deslizan los bloques a lo largo del plano de falla, estas producen sacudidas de la corteza terrestre. Los sismos de esta clase son los llamados TECTÓNICOS (Zelaya 2007).

2.2.4. Características de los sismos

Ondas sísmicas: Producido el sismo, esta enorme cantidad de energía se propaga en forma tridimensional desde su origen, en forma de “ondas elásticas”. Estas ondas se pueden transmitir a través del mismo cuerpo sólido (masa terrestre) o a través de la superficie que separa 2 cuerpos. Esto da lugar a la siguiente clasificación: Ondas Corporales y Ondas Superficiales (Zelaya 2007).

a). Ondas corporales

Ondas primarias (P): Son los que hacen que las partículas vibren en la dirección de propagación de las ondas produciendo sólo compresión y dilatación. Estas ondas pueden transmitirse a través de medios, sólidos, líquidos y gaseosos.

Estas ondas son de tipo sonoro y su velocidad de propagación varía entre 1 km/seg, para suelos blandos no consolidados y 14 km/seg, para la parte más profunda del manto (Zelaya 2007).

Ondas secundarias o de corte (S): Las partículas vibran perpendicularmente a su dirección de propagación de las ondas. Estas ondas sólo se transmiten a través de sólidos. La velocidad de propagación de estas ondas es aproximadamente la mitad de la velocidad de las ondas primarias (Zelaya 2007).

b). Ondas superficiales

Ondas love (L): Ondas de cortes horizontales, que produce vibraciones perpendiculares a la dirección de transmisión de la energía.

Ondas rayleigh (R): Las partículas vibran en un plano vertical. Como las ondas sísmicas recorren grandes distancias, los sismos pueden ser registrados por unos aparatos llamados **SISMÓGRAFOS**, situados generalmente muy lejos del epicentro (Zelaya 2007).

Sismógrafo: Es un aparato que grafica permanentemente el movimiento de la tierra. Mediante el sismógrafo se puede conocer la duración, intensidad y lugar en el que se produjo el sismo. (Zelaya 2007).

Gráficos de los sismógrafos.

Sismo Cercano: Es un sismo destructor

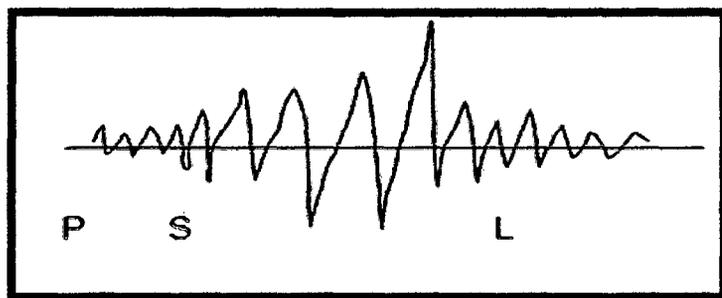


Figura 6. Ondas de un sismo cercano (Zelaya 2007).

Sismo Lejano: > 1000 Km. de distancia

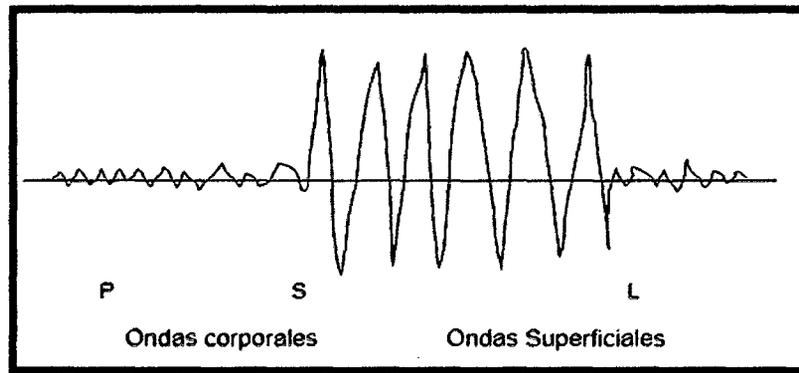


Figura 7. Ondas de un sismo cercano (Zelaya 2007)

2.2.5. Tipos de daños debido a sismos

Los sismos pueden ocasionar cambios en el relieve, grietas externas, deslizamientos, avalanchas, variaciones en los cursos de los ríos, Generalmente los efectos más desastrosos del sismo se producen en las zonas densamente pobladas (Zelaya 2007).

Los tipos de daños debido a sismos pueden dividirse en 3:

- a). Daños en las estructuras causadas por la Fuerza Sísmica.
- b). Daños en las estructuras causados por las deformaciones del suelo.
- c). Daños en las estructuras causados por otros fenómenos naturales.

Licuefacción de arenas

Durante los pasados mayores sismos, muchas estructuras dañadas fueron causadas por asentamiento o inclinación de estructuras debido a la licuefacción de subsuelos saturados de arenas. En muchas zonas se comprobó que la licuefacción ocurre repetidamente, por consecutivos sismos (Zelaya 2007).

La licuefacción se produce, cuando el sismo alcanza grado VII o VIII de la escala de Mercalli, lo que corresponde a la máxima aceleración de 80 a 250 cm/seg² ó más.

Cuando la licuefacción es producida, nosotros podemos notar que:

- a). Brota chorros de agua con arena o lodo de los pozos o de las rajaduras del suelo.
- b). Excesivo asentamiento de estructuras pesadas ubicadas en estratos arenosos
- c). Los pilotes quedan por encima del nivel del terreno natural.

2.2.6. Predicción de sismos

Actualmente países como la Unión Soviética, China, Estados Unidos, Japón, se encuentran haciendo estudios profundos sobre predicción de sismos. El año 1963 el Gobierno Japonés inició el proyecto de predicción de sismos. El año 1965 la UNESCO tuvo una reunión sobre este tema.

Las premisas fundamentales para la predicción de sismos son:

- Medida de la deformación de la corteza terrestre (chequeo de las velocidades de incrementos de deformación)
- Observación de pequeños sismos (antes de un sismo severo, pequeño sismos se producen y pueden ser observados).
- Medida de la velocidad de propagación de las ondas (la velocidad de las ondas disminuye).
- Estudios geotécnicos
- Estudios geomagnéticos

2.2.7. Medidas básicas de seguridad contra sismos y otros fenómenos naturales

Debido a que nuestro País, está ubicado en una zona activamente sísmica, es que nuestras edificaciones (casas, edificios, puentes, presas, reactores nucleares, etc.), están sujetas frecuentemente al ataque severo de los sismos; es por ellos que nosotros debemos de proteger nuestras edificaciones, para evitar que éstas colapse totalmente y por ende la vida humana sea salvada. Justamente el principio básico primordial, en un diseño antisísmico es: "Aunque el edificio sufra daños irreparables, durante un sismo muy fuerte, la vida humana, debe mantenerse muy segura". Para poder alcanzar este objetivo, nosotros debemos de observar y respetar una serie de normas y requisitos que son proporcionados por los reglamentos o por la experiencia práctica, que nos enseña en el campo, un sismo al producirse éste. Estas normas y requisitos vendrán a constituir las "medidas básicas de seguridad contra sismos y otros fenómenos naturales" que comenzaremos a enunciar seguidamente (Zelaya 2007).

En casas de adobe se debe tener presente las siguientes consideraciones:

- Evitar la mala calidad del adobe, es decir lo referente a la materia prima usada y a la técnica de producción.
- Evitar el dimensionamiento inadecuado del adobe especialmente.
- Evitar que la altura del adobe sea demasiado grande.
- Usar una cadena superior de amarre.
- Construcciones de más de un piso de adobe son vulnerables al sismo.

a). Adobe sísmico

Ventajas

- Accesibilidad
- Economía
- Mano de obra barata

- Requiere poco pulimento
- Durabilidad
- Resistente al fuego
- Aislamiento térmico excelente

Inconvenientes

- Requiere trabajo duro
- No es repelente al agua (cuando no usa estabilizante)
- Poca resistencia a las fuerzas sísmicas
- Gran peso
- Poca resistencia lateral

b). Causas por lo que falla el adobe

- Mala calidad del adobe
- Dimensionamiento inadecuado (el campesino peruano está acostumbrado a hacer adobes de mucha altura, tratan de hacer el alto igual al largo).

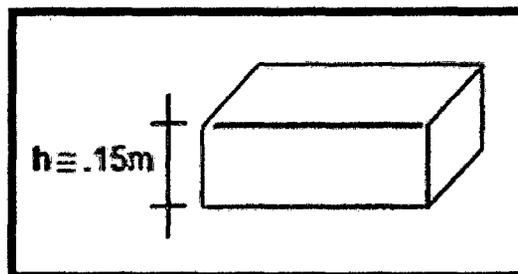


Figura 8. Espesor de un adobe no adecuado (Zelaya 2007).

- Trabaja horizontal insuficiente.

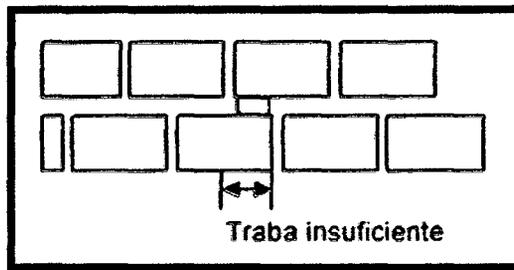


Figura 9. Adobes de cabeza (Zelaya 2007).

- Trabas inadecuadas y deficiencia en los encuentros de muro. Las juntas verticales no deben coincidir.

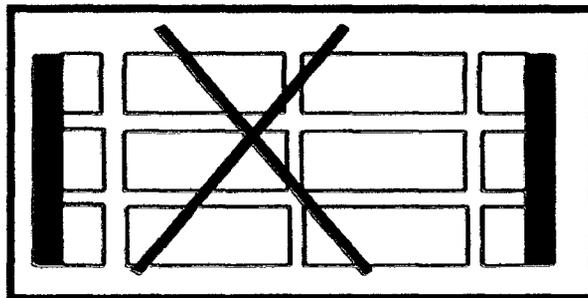


Figura 10. Juntas verticales que no deben coincidir (Zelaya 2007).

- Deficiente mano de obra
- Deficiencia en el llenado de las juntas.

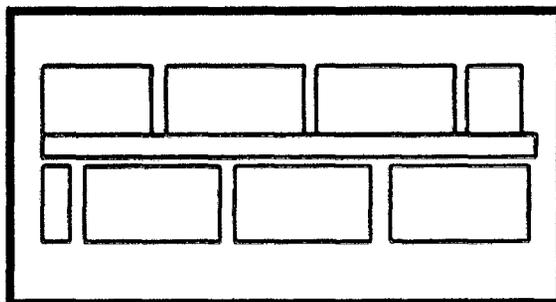


Figura 11. Dimensionamiento incorrecto de muros (Zelaya 2007).

Es muy frecuente que hagan juntas horizontales y no verticales. Esto lo hacen con la finalidad de que a la hora del tarrajeo se agarre la mezcla. Ello puede ser así, pero no es lo correcto para la resistencia de la pared.

- Dimensionamiento incorrecto de los muros, no guardan relación, demasiado largo, demasiado alto y de poco espesor.
- Vanos de puertas y ventanas muy anchas.
- Demasiado porcentaje de vanos en una pared.
- Mala distribución de vanos en un paño de muro. Los vanos no deben estar cerca a las esquinas o a las paredes de arriostre.
- Carencia de viga collar
- Techos muy pesados y mala fijación de estos al muro, sin colaborar al confinamiento del conjunto.
- Se recomienda que la primera hilada debe estar a 20cm del piso terminado o a 30cm del terreno natural.

c). Diferentes tipos, de adobes o bloques de tierra que se conocen

Podemos fabricar adobes simples y adobes estabilizados

Métodos diferentes de estabilización: Hay diferentes métodos para estabilizar el adobe. Se conocen cinco (5) métodos para estabilizar el suelo:

Método 1: Alteración de calibres del suelo: El suelo está compuesto por tres (3) elementos básicos: arena, limo y arcilla (este último el componente más fino).

Ejemplo:	Arena-----	60%	} Elemento inerte (permanecen como están no cambia de volumen)
	Limo -----	20%	
	Arcilla -----	20%	
		100%	□ Elemento activo

Nota: Un suelo arenoso se contrae menos que un suelo arcilloso

Método 2: Estabilización mecánica: Consiste en agregar al suelo un estabilizante que tiene la propiedad de envolver a la componente del suelo y no acepta el agua.

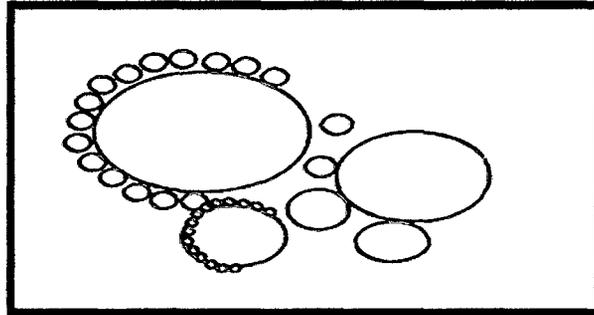


Figura 12. Estabilización mecánica (Zelaya 2007).

Al agregar asfalto al suelo estamos haciendo estabilización mecánica. Está comprobado que un suelo con un montón de partículas tiene mayor superficie que envolver o cubrir que otro que tiene menos partículas, pero no es económico tener ello.

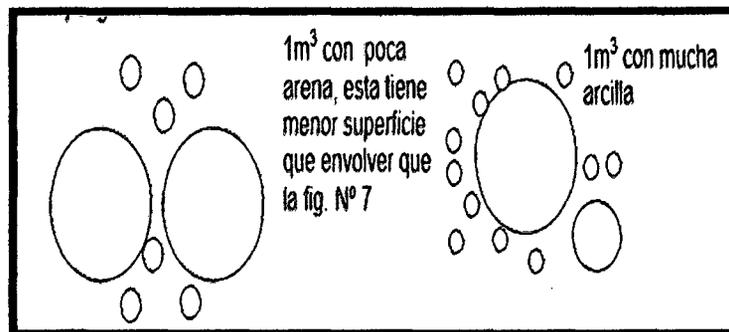


Figura 13. Estabilización mecánica (Zelaya 2007).

Método 3: Estabilización Química: Al agregar cal al suelo, la cal reacciona con los componentes del suelo y se produce la estabilización, de preferencia se aconseja mezclar la cal con un suelo que sea arenoso.

1 volumen de penca	}	Se hace hervir y esta agua es la que entra para preparar el suelo - cal
10 volúmenes de agua		
Suelo cal	}	1 volumen de cal + agua de penca
		10 volúmenes de tierra

Método 4: Estabilización combinada: Se produce cuando se combina mezcla de suelo + estabilizante. Ejm. con el cêmento ya que esto envuelve a los componentes y reacciona químicamente.

Recomendaciones para preparar el suelo-cemento

- Se mezcla el suelo en la proporción 1:10 (cemento: tierra)
- Más de 1:15 (cemento: tierra) no vale la pena porque se gastaría cemento en vano.
- Para el suelo-cemento, el suelo debe tener características arenosas.

Método 5: Estabilización electro-química: Consiste en pasar corriente eléctrica por el suelo y al existir sales se produce el proceso electroquímico, este proceso es muy sofisticado.

Conclusión

No todos los suelos sirven para hacer adobe.

Arena: Granos inertes comprendidos entre 2.00mm – 0.05mm

- No tienen cohesión.
- No tiene plasticidad.

Limo: Granos comprendidos entre 0.05 mm – 0.005mm

- Parece ser una arena muy fina.
- Tiene escasa plasticidad.
- Se dice que algunos limos tienen cierta cohesión.

Arcillas: menos de 0.005 mm

Coloides: Son escasos

Si hacemos el batido, lo primero que se asienta es la arena, luego el limo (demora de 30min a 1 hora) y por último la arcilla (3 horas). El limo y la arcilla son los finos que pasan la malla N° 200.

d). Proporción ideal para hacer un buen adobe

El suelo debe tener: 55% @ 75%... arena
 25% @ 45%.... Finos (limo + arcilla)

e). Determinación de los componentes

Arcilla: Realizar el “ensayo de resistencia seca” – con el suelo elegido hacer por lo menos tres bolitas de barro de aproximadamente 2 cm de diámetro. Una vez se han secado (después de por lo menos 24 horas), aplastar cada bolita entre el dedo pulgar e índice. Si ninguna de las bolitas se rompe, el suelo contiene suficiente arcilla como para ser usado en la construcción de adobe, siempre que se controle la microfisuración del mortero debida a la contracción por secado. Si algunas de las bolitas pueden ser aplastadas, el suelo no es adecuado, ya que carece de la cantidad suficiente de arcilla y debería ser descartado (PUCP/CIID, 1995).

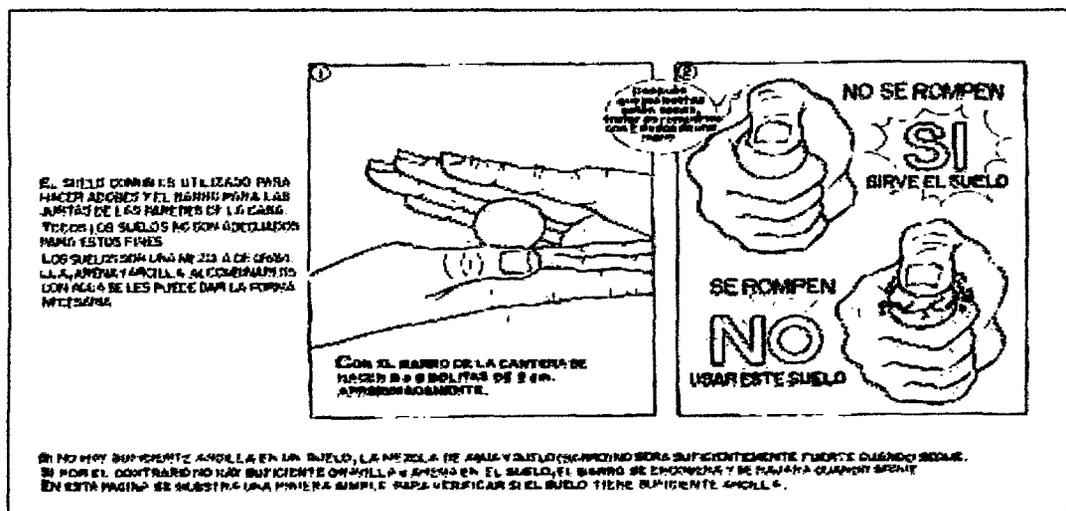


Figura 14 – Ensayo de Resistencia Seca Dry Strength Test (PUCP/CIID 1995)

Ensayo del rollo: Es una alternativa para elegir el suelo en el campo. Usando ambas manos, hacer un pequeño rollito de barro. Si la longitud sin romperse del rollito producido está entre 5 y 15 cm, el suelo es adecuado. Si el rollito se rompe con menos de 5 cm, el suelo no debe ser usado. Si la longitud sin romperse del rollito es mayor de 15 cm, se debe añadir arena gruesa. (CTAR/COPASA 2002).

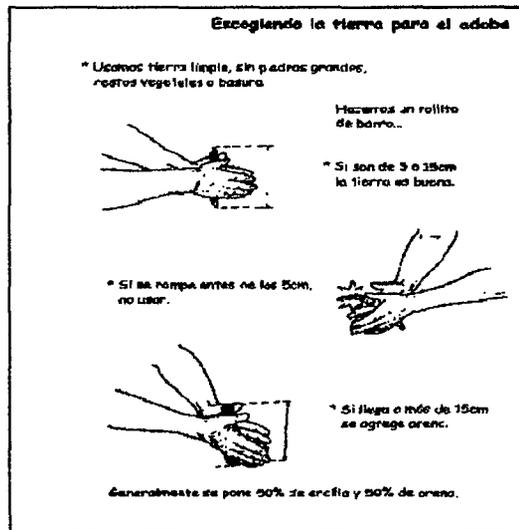


Figura 15 – Ensayo del Rollo (CTAR/COPASA, 2002)

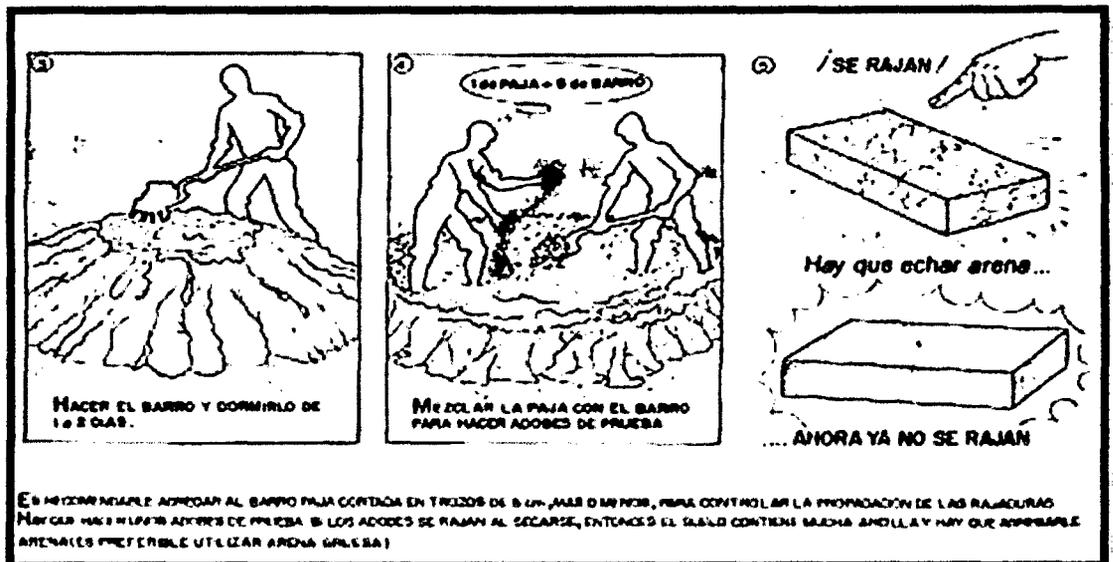


Figura 16. Control de Microfisuración Añadiendo Paja (PUCP/CIID, 1995)

2.2.8. Dimensiones del adobe tradicional

Se han encontrado variadas dimensiones, pero se dan las recomendaciones que debe cumplir un buen adobe:

- La longitud del adobe no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta de pega.
- $l \leq 2a + e_{\text{junta}}$

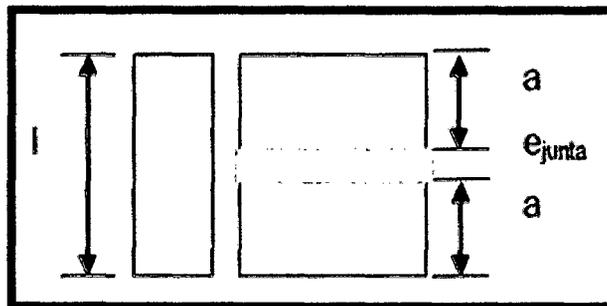


Figura 17. Relación adecuada entre el largo, ancho y junta del adobe (Zelaya 2007):

- La relación entre la longitud del adobe en el plano del muro y su altura no debe ser menor que 4 para construcciones hechas con adobe sin estabilización, ni menor que 3 para adobe estabilizado.

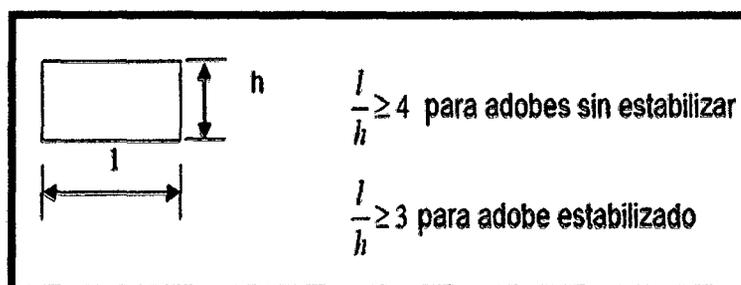


Figura 18. Relación para adobes estabilizado y sin estabilizar (Zelaya 2007).

- El peso del adobe, debe ser como máximo 30 Kg.
- Cuando se observa una pared de adobe, se puede apreciar la falla por sismo que es a 45° (falla por tracción diagonal).

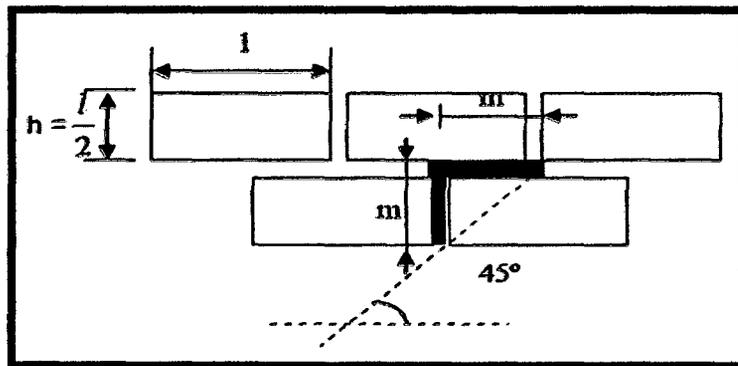


Figura 19. Falla por tracción diagonal (Zelaya 2007).

- La falla deberá ser por rotura del adobe y no por la junta.

No se debe usar porque se le hace el camino a la falla por sismo.

En conclusión, el largo debe ser mayor que el doble del ancho, de tal manera que si se produce falla, sería por rotura del adobe y no en las juntas.

También se recomienda adobes cuadrados:

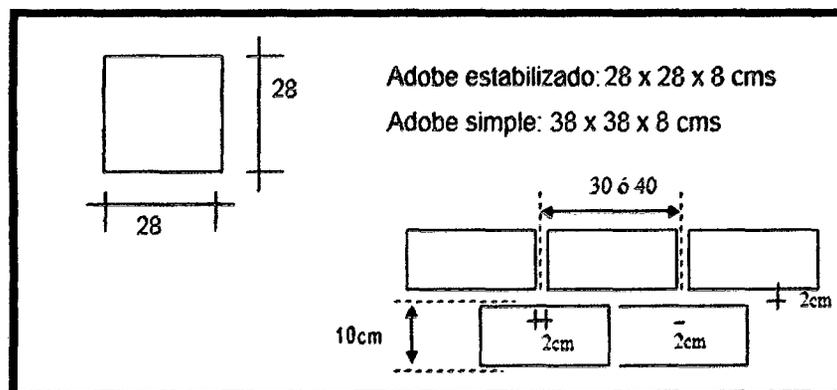


Figura 20. Dimensionamiento adecuado de un adobe (Zelaya 2007).

Ventaja de los adobes cuadrados

- su peso 19 Kg (fácil manipuleo)
- relación 4 @ 1
- No se tendrá desperdicios con este tipo de adobe lo más se recomienda hacer un medio adobe de 18 x 18 x 8
- Permite solución correcta de encuentros

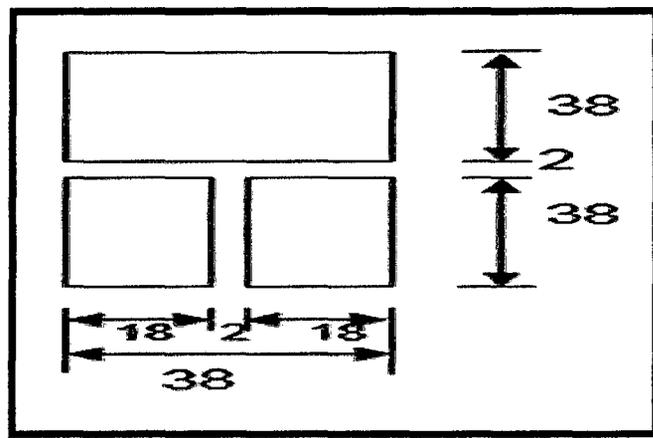


Figura 21. Adobes cuadrados y sus ventajas (Zelaya 2007).

f). Encuentro de muros

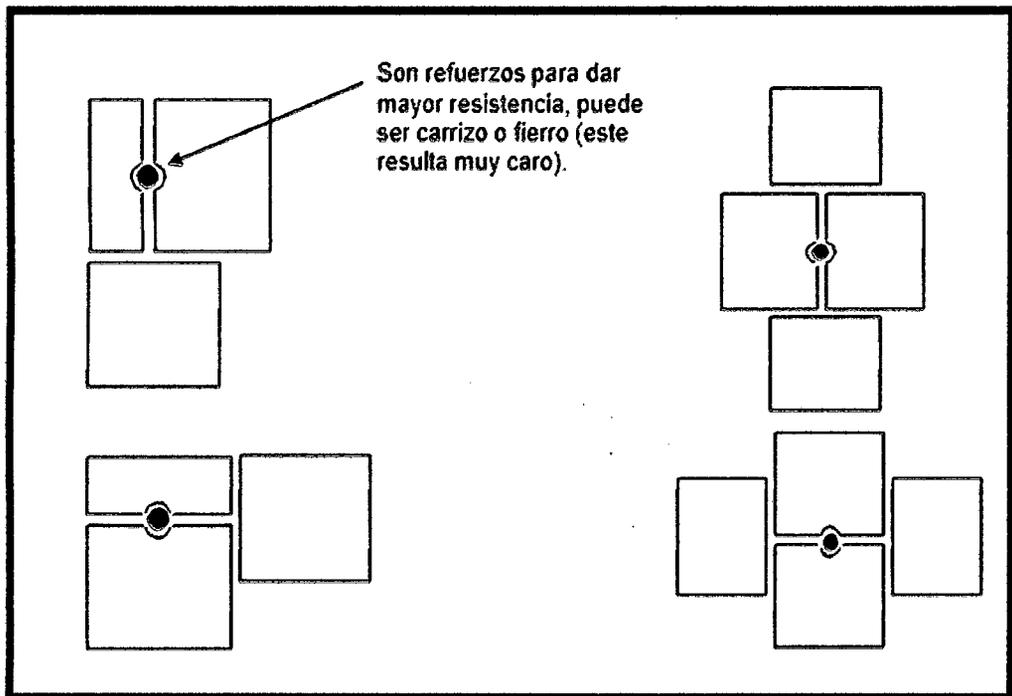
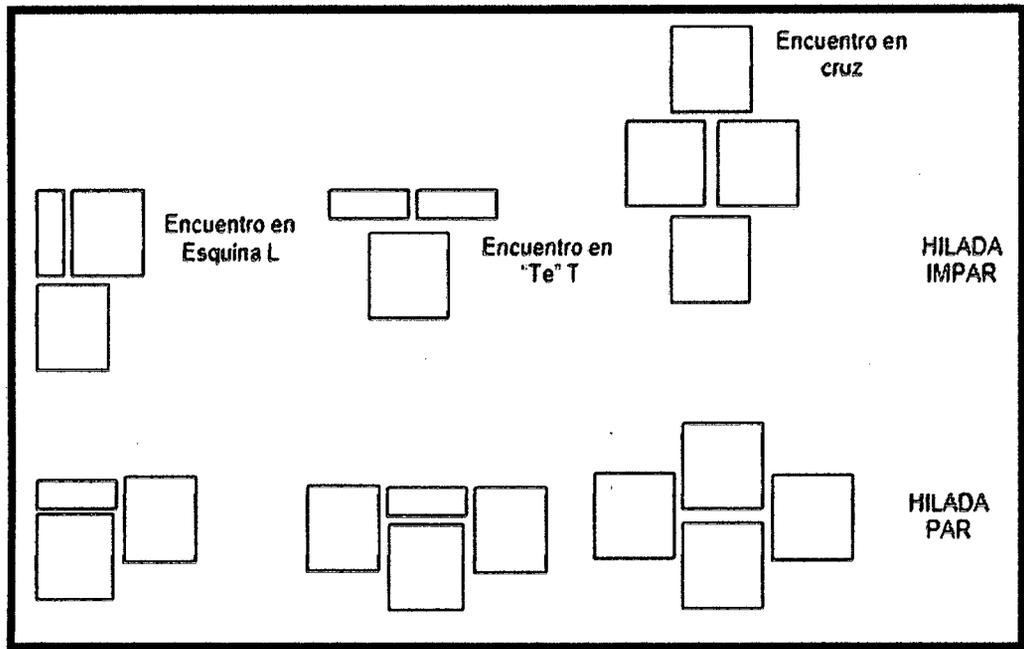


Figura 22. Encuentros de muros (Zelaya 2007).

g). Tendal

- Debe estar preparado, compactado y de preferencia que lleve una capa de arena fina. Al secarse el adobe se contrae y si hay material grueso se raja, pero la arena fina le sirve como polines y evitan que se rajen.
- Contenido de humedad del barro, tiene que estar comprendido entre el Límite líquido (L.L) y el Límite plástico (L.P).
- Cuanto más arcilla tenga el barro, el L.L. Debe aumentar (las arcillas expansivas tienen un L.L. muy alto mayor de 100):
- El encogimiento en el adobe se presenta a las 24 horas y alcanza del 80% a 90% del total.

- El porcentaje de encogimiento, lo debemos tener muy presente, ya que si necesito un adobe de 28 x 28 cm tendré que hacer las gabereras más grandes, en lo que se refiere a la altura se reduce ½ cm. 5% es un porcentaje aproximado de reducción. Lo recomendable es preparar un adobe y ver cuánto se reduce y con estos datos preparar las gabereras. Si el secado es muy violento el adobe se va a rajarse. Pasado 2 ó 3 días al adobe se le puede poner de canto. A las 4 semanas se puede tener ya el adobe para el trabajo, con clima favorable se puede asentar a los 20 días.

h). Control de calidad del adobe

Prueba de flexión (obtener el módulo de rotura en laboratorio).

Carga puntual: una persona de peso promedio (aprox. 70 Kg.) durante 1 minuto. El adobe deberá permanecer entero.

Esta prueba es mejor hacerlo con medio adobe, según las normas el módulo de rotura debe ser 2.5 kg/cm².

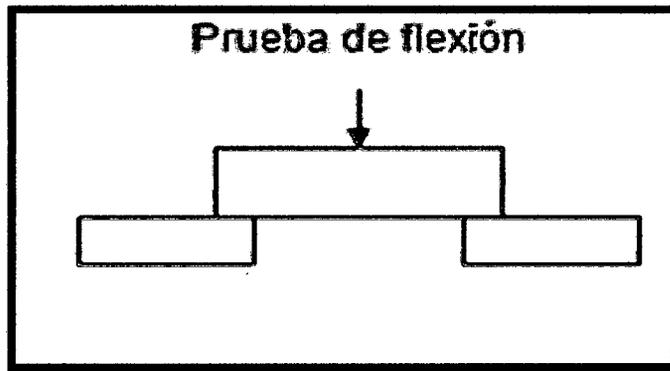


Figura 23. Prueba de flexión (Zelaya 2007).

Medidas del adobe estabilizado: 28 x 28 x 8cm

Medidas del medio adobe 13 x 28 x 8 cm.

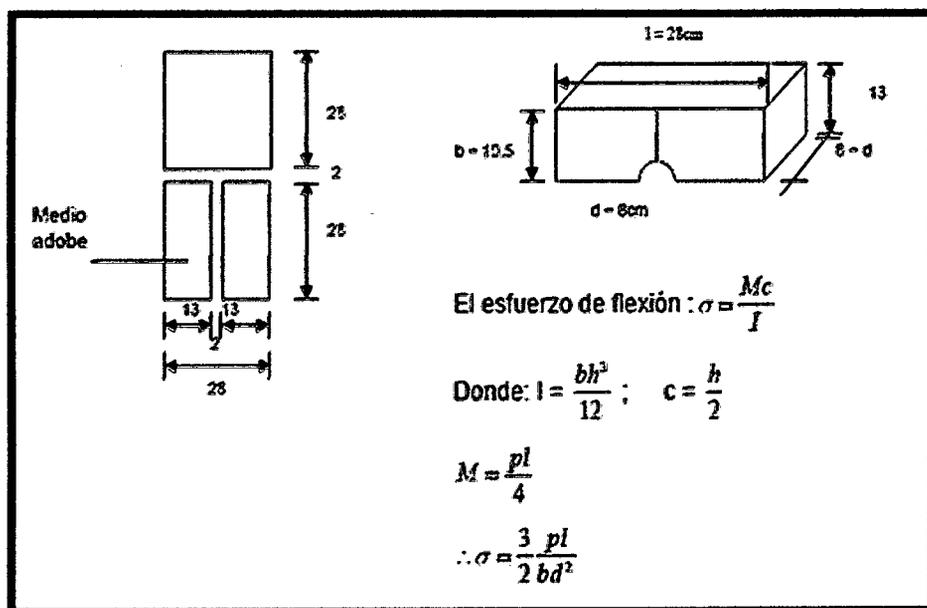


Figura 24. Determinación del esfuerzo de flexión (Zelaya 2007).

Reemplazamos, los datos del adobe: $\sigma = \frac{2 \times 70 \times 28}{2 \times 10.5 \times 8^2} = 4.38$

Como: $4.38 > 2.50$ está bien.

El módulo de rotura en promedio debe ser $\sigma = 3.5 \text{ Kg/cm}^2$, pero ningún adobe debe tener menos de $\sigma = 2.50 \text{ kg/cm}^2$

Proceso constructivo: En la sierra se construye con adobe en una ladera y resultan 2 paredes diferentes. Y muchas veces pasa al 2do piso esto no es recomendable.

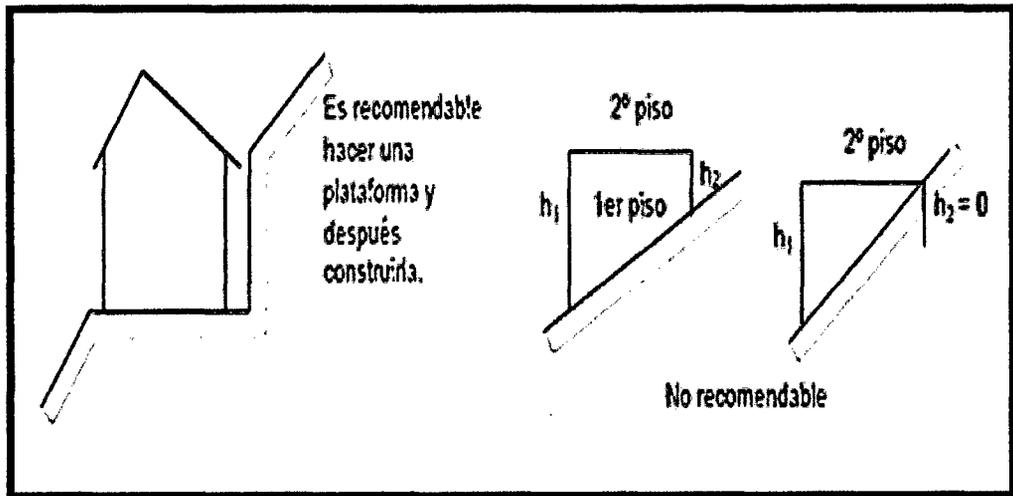


Figura 25. Proceso constructivo de una vivienda de adobe (Zelaya 2007).

i). Muros

- Según las normas sismo-resistente: el espesor (e) mínimo de los muros será la mayor de las siguientes dimensiones:
- $e > 1/8 h$... h = altura libre
- $e > 1/12$ de la distancia entre los elementos de arriostre verticales
- La longitud entre el extremo libre de un muro y el elemento vertical de arriostre más próximo no excederá de 0.4 veces de altura libre del muro. $l < 0.4 h$

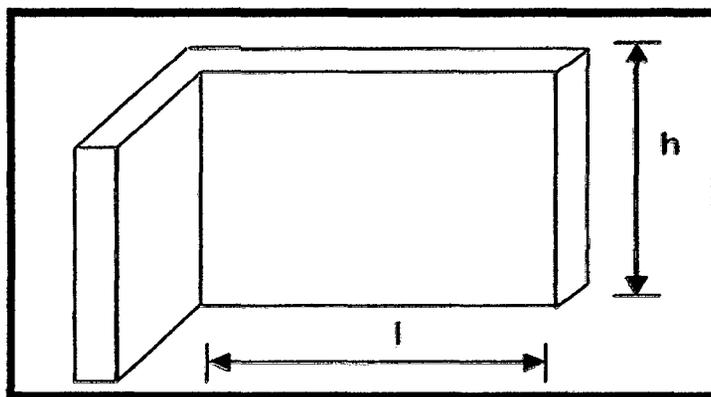


Figura 26. Relación entre el ancho y largo del muro (Zelaya 2007).

Si resultase mayor, debemos confinar o ponerle una mocheta, pero no dejarlo libre.

- a). Los vanos de puertas y ventanas deben alejarse como mínimo 1.20 de la pared transversal.

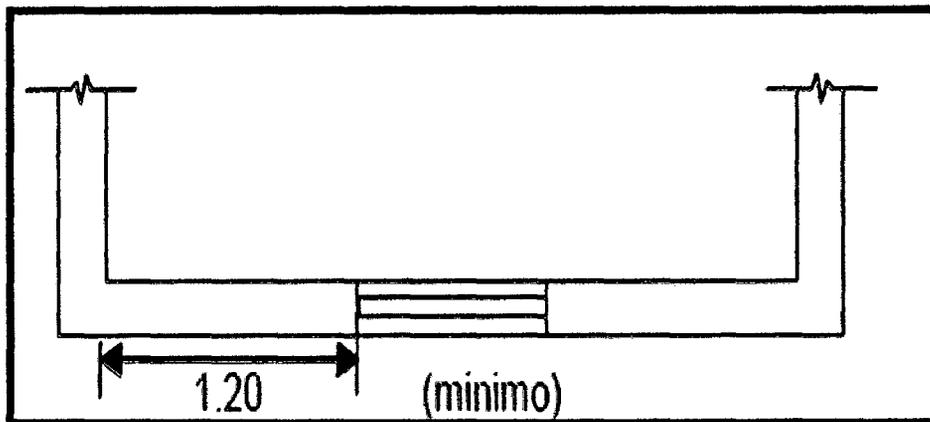


Figura 27. Vanos de ventanas (Zelaya 2007).

- b). Los vanos de puertas y ventanas debe estar separados como mínimo 1.00m

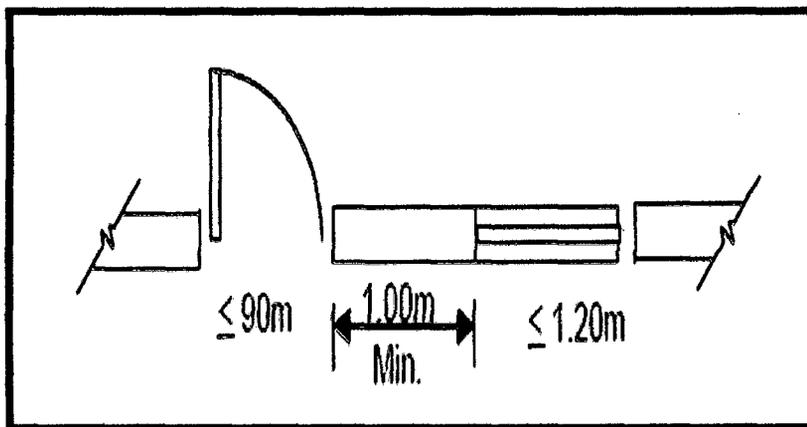


Figura 28. Vanos de puertas (Zelaya 2007).

- c). el vano de puerta no debe ser mayor de 90cm.
d). El vano de ventana no debe ser mayor de 1.20m ni debe tener una altura mayor de 0.90m.

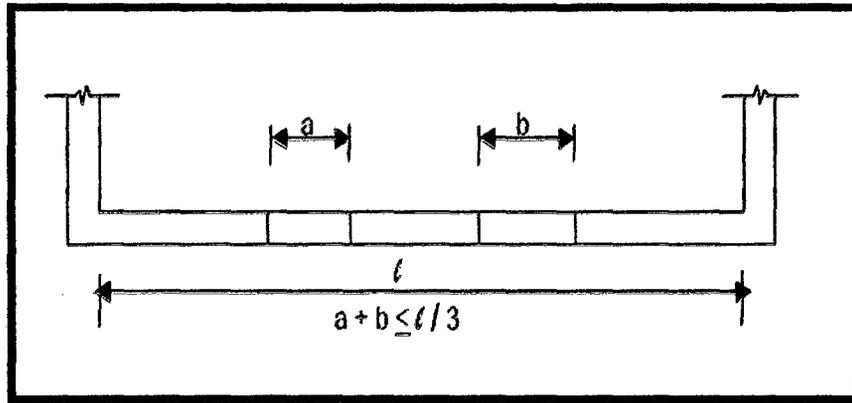


Figura 29. Dimensión de vanos (Zelaya 2007).

- e). La suma de los anchos de vanos de una pared no debe ser mayor de $1/3$ de su longitud.
- f). La separación entre casas vecinas debe ser como mínimo: 5cms.
- g). Si tengo una edificación antigua y quiero arreglarla es preferible construir una pared nueva.
- h). No se debe construir esquinas en ochavos.
- i). todos los adobes deben quedar trasladados como mínimo $1/2$ adobe.

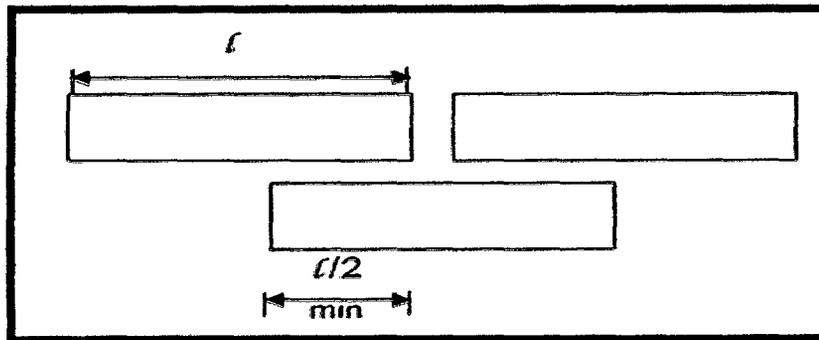
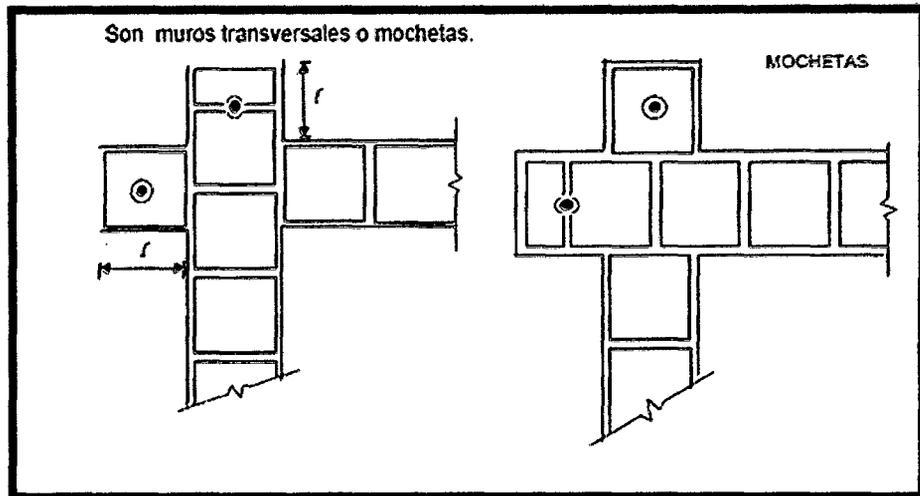


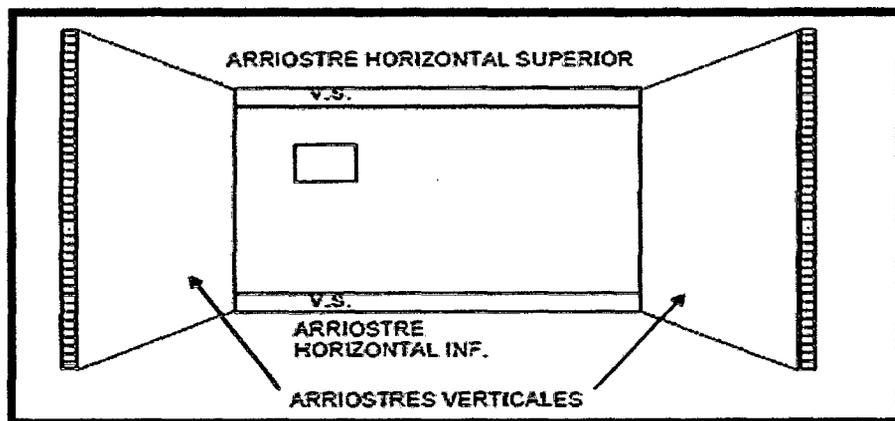
Figura 30. Adecuada colocación del adobe (Zelaya 2007).

Elementos de arriostre

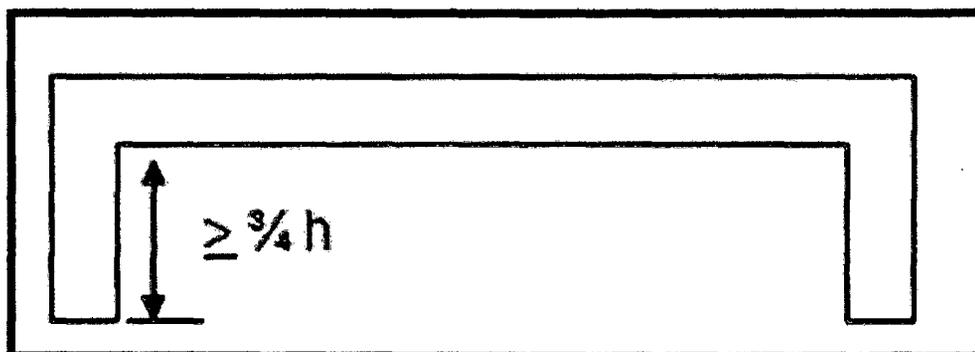


Vigas soleras (vs.) son elementos que dan amarre a los muros de los cuales toman cargas o se encuentran formando parte integrante.

- Una pared es arriostre de otra.
- Cuando se usa adobe cuadrado, se solicita pasar un adobe es decir una longitud l (ver fig.)
- Para diseñar el arriostre hay que considerar que el muro es apoyado, o como losa apoyada sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.



La longitud de un muro de arriostre no debe ser menor de $\frac{3}{4}$ de su altura. Ejm. Si tenemos un muro de 2.40m de alto necesita $\frac{3}{4} (2.40) = 1.80$ m. de arriostre.



En el gráfico si la longitud del muro no cumple con $\frac{3}{4}h$ entonces no es arriostre pero lo podemos convertir a arriostre colocando refuerzo (caña, etc.). Las cañas pueden ser: caña brava, caña de guayaquil, carrizos.

Refuerzos: El reforzamiento puede hacerse con cualquier material dúctil, incluyendo: caña, bambú, junco, parra, sogá, madera, malla de gallinero, malla de púas o barras de acero. El refuerzo vertical ayuda a mantener la integridad del muro fijándolo a la cimentación y a la viga collar y restringe la flexión perpendicular al plano y el corte coplanar. El refuerzo horizontal ayuda a transmitir la flexión y las fuerzas de inercia en los muros transversales (perpendiculares al plano de la sollicitación) hacia los muros que resisten el cortante (coplanares con la sollicitación), también restringe los esfuerzos de corte entre muros adyacentes y minimiza la propagación de las fisuras verticales. El refuerzo vertical y horizontal debería estar unido entre sí y a los otros elementos estructurales (cimentación, viga collar, techo) por medio de hilo de nylon. Esta unión provee una matriz estable, que es de por sí más fuerte que sus componentes individuales. La colocación del refuerzo debe ser cuidadosamente planificada y las unidades deben ser fabricadas tomando provisiones especiales en cuanto a sus dimensiones. Una ilustración del refuerzo de caña para muros de adobe se muestra a continuación.

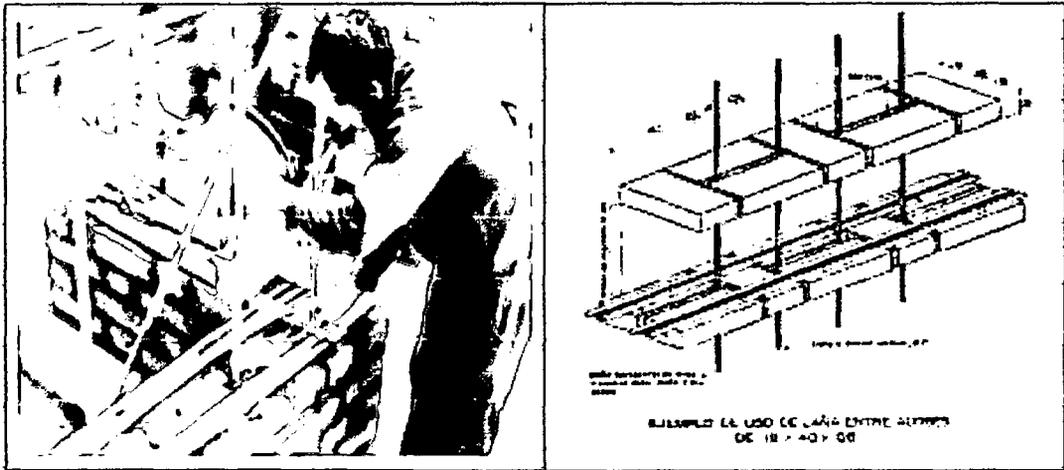
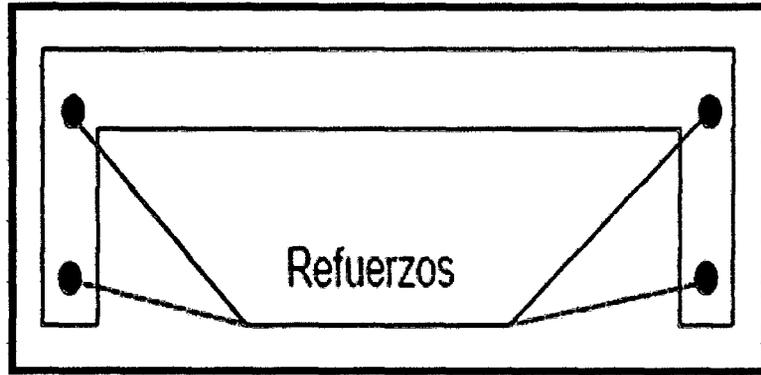


Figura 31 Colocación del Refuerzo de Caña en Perú (Blondet y otros, 2002)



Figura 32. Colocación del Refuerzo de Caña en El Salvador (Dowling, 2002).

Para que la caña funcione como refuerzo estando puesto en el muro, debe estar anclado (fijo) en la cimentación y en la parte superior a la viga collar.



Para fijarlo a la cimentación. Si uso concreto ciclópeo no hay problema, pero si la cimentación es de piedra y barro, debo poner al final de la caña, alambres, para evitar que se salgan. Las cañas impiden que la edificación colapse totalmente.

Mortero: El mortero sirve para pegar los adobes (cemento-arena). El mortero de asiento debe ser de tal naturaleza que se fisure lo mínimo posible, si el mortero se fisura los adobes se separan. El mortero también se encoge, pero como está confinado por los adobes se raja. Es igual mezclar el barro con paja o con arena, con este último el encogimiento es menor.

Cuando hay falla, debemos evitar que el mortero falle solo, debemos tratar que esta falla sea del mortero y del adobe.

No se debe usar mortero de barro solamente porque falla. Las juntas verticales u horizontales deben tener como máximo 2cms.

j). Techo

- El techo debe ser liviano, en el peor de los casos se puede usar tejas (80kg/m²) pero no más allá.
- El techo puede ser de barro con paja y asfalto, pero esto es muy poco para zonas lluviosas, allí se debe usar calamina.
- En techos livianos cada muro recibe carga que está de acuerdo

al área tributaria (área de influencia) que soporta y no es con respecto a la rigidez del muro.

- Todo techo debe llevar material aislante y la torta de barro es buen aislante.

Viga collar.

Una viga collar (también conocida como viga corona, viga de amarre, viga anillo, viga solera o banda sísmica) que amarra los muros formando una estructura tipo caja es uno de los componentes esenciales para la resistencia ante terremotos de la construcción de albañilería portante. Para asegurar el buen comportamiento sísmico de una edificación de adobe, se debe colocar una viga collar continua como un cinturón. La viga collar debe ser fuerte, continua y muy bien amarrada a los muros y debe recibir y soportar el techo. La viga collar



Figura 33. Construcción de una Viga Collar de Concreto Reforzado en El Salvador (Dowling, 2002)

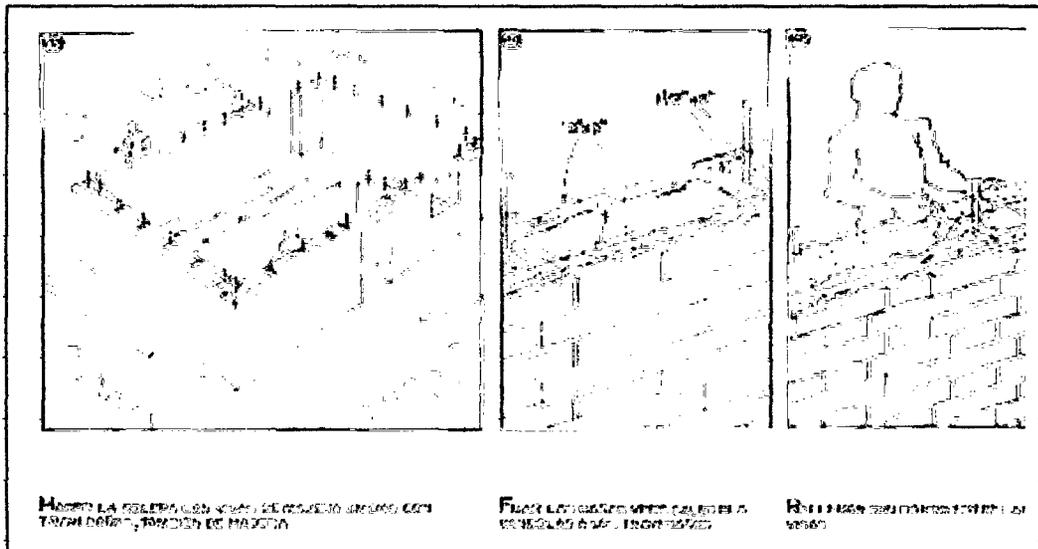


Figura 34. Guía para la Construcción de la Viga Collar de Madera (PUCP/CIID, 1995)

Toda edificación de adobe, debe tener viga collar, anclada adecuadamente al muro, de tal forma que sirva como arriostre, esta puede ser madera, de concreto, también puede ser de malla metálica y concreto. La viga collar debe cumplir la función de dintel.

Revoque.- Se debe colocar revoque para evitar que el adobe falle por erosión, sobre todo el adobe simple. El adobe estabilizado puede quedar sin revoque. Como material de revoque podemos usar barro solo. El barro-arena o enyesado.

Instalaciones: Sanitarias, se recomienda que sea visible. Eléctrica, debe ser empotrada. El tubo de ventilación se debe llevar por equina y después revocarla.

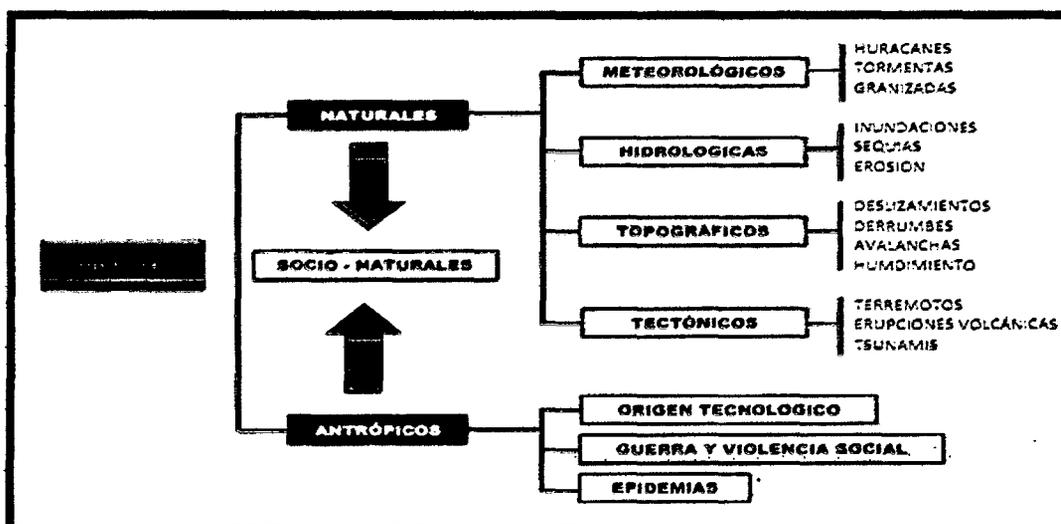
2.2.9. Peligro (P).

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 estimación del peligro 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 (INDECI 2001).

Clasificación del peligro. El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: por un lado, de carácter natural y por otro de carácter tecnológico o generado por la acción del hombre. (INDECI. 2006)

Figura 35. Clasificación de los Principales Peligros



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

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. (INDECI 2006).

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 (INDECI 2006).

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 (INDECI 2006).

Sismo.- Es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra. Por su intensidad se clasifican en: Baja intensidad (temblores que no causan daño: con intensidad entre los grados III, IV y V grados de la escala Mercalli Modificada), de Moderada y Alta intensidad (terremotos: con intensidad entre los grados VI y VII de la escala Mercalli Modificada). Este fenómeno puede ser originado por procesos volcánicos (INDECI 2006).

Estratificación

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 el cuadro de la página siguiente (INDECI 2006).

Tabla 1. Estrato, descripción y valor del peligro

NIVEL	DESCRIPCIÓN	VALOR
PB (Peligro Bajo)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.	1 < de 25%
PM (Peligro Medio)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad de 300 a 500 m desde el lugar de peligro tecnológico.	2 De 26% a 50%
PA (Peligro Alto)	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Sectores que son inundables a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300m. Desde el lugar de peligro tecnológico.	3 De 51% a 75%
PMA (Peligro Muy Alto)	Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colápsales en grandes porciones. Menor de 150m. Desde el lugar de peligro tecnológico.	4 De 76% a 100%

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (2006).

2.2.10. Vulnerabilidad (V).

La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100.

La vulnerabilidad, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto.

Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso. La vulnerabilidad de un centro poblado, es el reflejo del estado individual y colectivo de sus elementos o tipos de orden ambiental y ecológico, físico, económico, social, y científico y tecnológico, entre otros; los mismos que son dinámicos, es decir cambian continuamente con el tiempo, según su nivel de preparación, actitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas en los individuos, familias, comunidades, instituciones y países (INDECI 2006).

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.

Vulnerabilidad Física.

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) (INDECI 2006).

Tabla 2. Vulnerabilidad física

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25%	26% a 50%	51% a 75%	76% a 100%
Material de construcción utilizada en viviendas	Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva.	Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos.	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.
Localización de viviendas (*)	Muy alejada > 5 km	Medianamente cerca 1 – 5 km	Cercana 0.2 – 1 km	Muy cercana 0.2 – 0 km
Características geológicas	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con	Zona ligeramente fracturada, suelos	Zona medianamente fracturada,	Zona muy fracturada, suelos

calidad y tipo de suelo.	buenas características geotécnicas.	de mediana capacidad portante.	suelos con baja C.P.	colápsales.
Leyes existentes	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas.	Con leyes sin cumplimiento.	Sin ley

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (2006).

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 deleznales, 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 (INDECI 2006).

Estratificación

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 3.

Tabla 3. Estrato, descripción y valor de la vulnerabilidad.

NIVEL	DESCRIPCION	VALOR
VB (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 servicios básicos, con buen nivel de organización, participación total – y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	1 < de 25%
VM (Vulnerabilidad media)	Viviendas asentadas en suelos 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, con cobertura parcial de los servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia.	2 De 26% a 50%
VA (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 la construcción, con procesos de hacinamiento en marcha. Población con escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial de los servicios básicos.	3 De 51% a 75%
VMA (Vulnerabilidad muy alta)	Viviendas asentadas en zonas de suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada en grandes proporciones, de materiales precarios en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención.	4 De 76% a 100%

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (2006).

2.2.11. Riesgo (R).

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 (INDECI 2006).

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).

Cálculo del nivel de riesgo

Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el sector de Sargento Lores 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 (INDECI 2006).

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

$$R = P \times V$$

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 4). 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 (INDECI 2006).

Tabla 4. Matriz de peligro y vulnerabilidad.

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: INDECI 2006

- ✓ Riesgo Bajo (< de 25%)
- ✓ Riesgo Medio (26% al 50%)
- ✓ Riesgo Alto (51% al 75%)
- ✓ Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

2.3 Definición de términos básicos

Según Manual Básico para la Estimación del Riesgo (2006), establece las siguientes definiciones.

2.3.1 Sismo

Es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra. Por su intensidad se clasifican en: Baja intensidad (temblores que no causan daño: con intensidad entre los grados III, IV y V grados de la escala Mercalli Modificada), de Moderada y Alta intensidad (terremotos: con intensidad entre los grados VI y VII de la escala Mercalli Modificada). Este fenómeno puede ser originado por procesos volcánicos (INDECI 2006).

2.3.2 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, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente (INDECI 2006).

2.3.3 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) (INDECI 2006).

2.3.4 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 (INDECI 2006).

2.3.5 Prevención

El conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismo resistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, de ordenamiento urbano y otras)

2.3.6 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.

2.3.7 Vulnerabilidad

Se entiende por vulnerabilidad la susceptibilidad al daño que tienen los elementos expuestos a un determinado peligro (INDECI 2006).

2.3.8 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 (INDECI 2006).

2.3.9 Material predominante

La referencia a “predominante” corresponde al material hallado en mayor proporción en los pisos, paredes exteriores y cubierta exterior del techo de la vivienda. Si existieran dos tipos de materiales en la misma proporción se considera el de mejor calidad. (IPEC 2001).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Ubicación geográfica.

La investigación se realizó en el sector de Sargento Lores que pertenece a la ciudad de Jaén - Cajamarca. Sargento Lores se localiza al sur de la ciudad de Jaén, adyacente a la carretera Jaén - Chiclayo, vía de ingreso principal, dicho sector abarca una superficie de 34.13 Has. Siendo sus coordenadas, UTM 0745299 y 9363327N, con una altitud de 938 m.s.n.m. representa el 3.81 % del área urbana, concentra un promedio de 250 viviendas y alberga 1150 habitantes aproximadamente representando el 0.92 % de la población total de la ciudad y una densidad bruta promedio de 24 Hab. /Ha.

El estudio se realizó entre los meses de agosto a octubre del 2014, en donde se realizó la estimación de riesgo sísmico en las viviendas construidas de adobe de dicho sector, para esto de las 250 viviendas se tomó una muestra representativa, dicha muestra de cálculo aplicando procedimientos estadísticos los cuales se muestran a continuación:

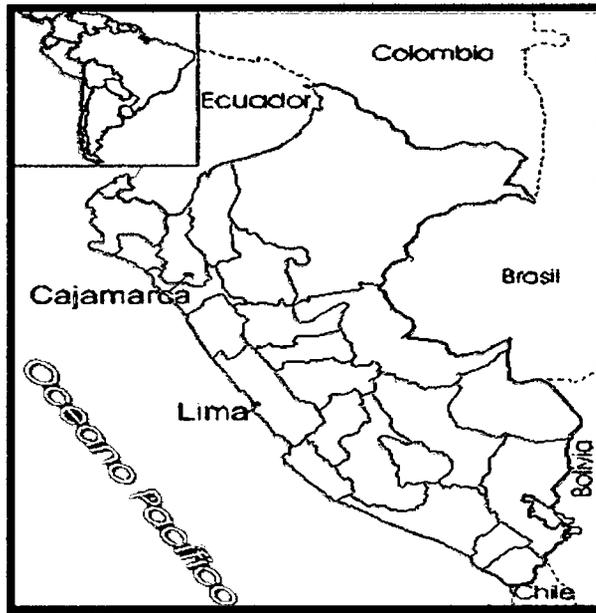


Figura 36. Ubicación de Cajamarca en el mapa del Perú.



Figura 37. Ubicación de Jaén en el mapa de Cajamarca.

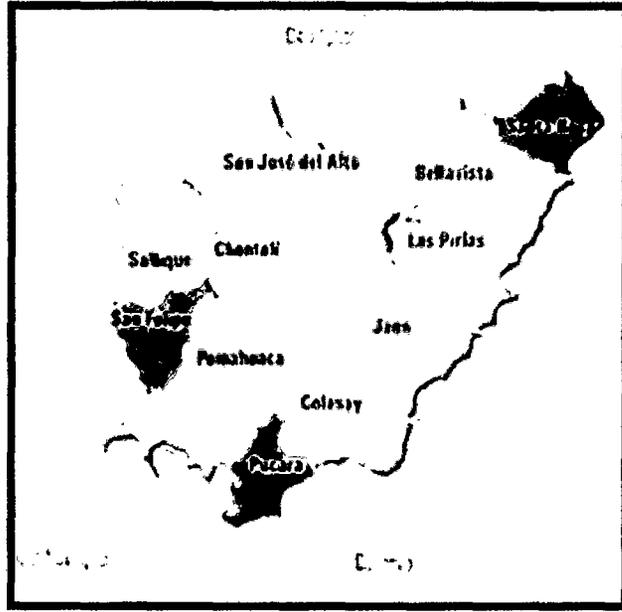


Figura 38. Mapa del Provincia de Jaén y sus Distritos



Figura 39. Delimitación del área de estudio (PCJ 2014).

Tabla 5. Localización del sector Sargento Lores

Latitud Sur	5° 44' 15"
Longitud Oeste	78° 49' 23"
Coordenada Este	0745299
Coordenada Norte	9363327
Altura	938 m.s.n.m
Datum	WGS 84 – 17M

3.2. Tipo de Investigación

El diseño de investigación aplicada en el presente trabajo es Cuantitativo, descriptiva comparativa y no experimental.

3.3. Procedimiento

En nuestra investigación se realizó la aplicación de una ficha de verificación para determinar la vulnerabilidad (anexo C) de las viviendas construidas de adobe, que nos permitió conocer las características y el tipo de construcción de las mismas; además se aplicó una guía de observación para estimar el nivel de peligro (anexo B). También se realizó el estudio de suelos de dicho sector (anexo D). La pendiente del terreno de cada vivienda se determinó con un eclímetro. Luego se procedió a pedir la información necesaria a los propietarios de cada vivienda de la zona en estudio, previamente se informó sobre los propósitos de la investigación. De tal manera que se pudo hacer la evaluar los niveles de riesgo de cada vivienda de manera descriptiva.

3.4. Diseño de la ejecución del plan como desarrollo de la investigación

3.4.1. La población

Son las viviendas en el sector Sargento Lores, ciudad de Jaén - Cajamarca que son 250 viviendas.

3.4.2. La muestra

Para determinar la muestra se utilizó la siguiente fórmula para determinar dicha muestra (Huayama 2013).

$$-n' = S^2/V^2$$

$$-S^2 = p(1 - p)$$

$$-V^2 = Se^2$$

$$-n = (n')/(1 + n'/N)$$

Dónde:

n' : Muestra sin ajustar.

S^2 : Varianza de la muestra.

V^2 : Varianza de la población.

n : Tamaño de la muestra.

N : Tamaño de la población.

P : Probabilidad de ocurrencia.

Se : Nivel de desconfianza.

Nc : Nivel de confianza.

Tabla 6. Determinación de la muestra

POBLACION	VALORES
S^2	0,0475
V^2	0,0025
n'	19
n	17,66
p	0,95
N	250
Se	0.05
Nc	0.95

De los datos obtenidos, se concluye que, para un nivel de confianza al 95% se obtuvo una muestra de 18 viviendas.

3.4.3. Unidad de Análisis.

La unidad de análisis del proyecto de investigación fue la vivienda del sector de Sargento Lores, Ciudad de Jaén – Cajamarca.

3.4.3. Forma de Tratamiento de los Datos.

La realización del análisis estadístico se realizó utilizando el Software Microsoft Excel para realizar el procesamiento y manejo de los datos obtenidos de las fichas de verificación para viviendas, dichas fichas fueron proporcionadas por INDECI, con la finalidad de obtener los valores de peligro y vulnerabilidad de las viviendas de la zona.

3.4.4. Forma de Análisis de la Información.

Nuestro análisis tiene soporte en el “Manual Básico para la Estimación del Riesgo” proporcionado por INDECI, cuyo procedimiento se indica a continuación.

Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el centro poblado 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 4). En la intersección de ambos valores se pudo estimar el nivel de riesgo esperado.

De la ficha de verificación (Anexo C - Pregunta 12), esta pregunta contiene ocho respuestas 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 preferentemente de la profesión de Ingeniería Civil que como mínimo cursen actualmente los dos últimos ciclos de la especialidad antes mencionadas (INDECI 2010).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Medición del Peligro.

La estimación del peligro se tomó en base al formato de estimación del riesgo 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 B) aplicada a los habitantes de las viviendas de dicha zona, en la cual se identifica el nivel de peligro en las que se encuentran.

En la tabla 7, se observa el nivel de peligro de acuerdo a la pendiente de terreno de cada vivienda donde se encuentran construidas.

Tabla 7. Estimación del nivel de peligro de acuerdo a la pendiente del terreno.

	Plana	Moderada	Pronunciada	Muy pronun	Total
Total	8	10	0	0	18
Total (%)	44,44	55.56	0	0	100

La tabla 8, se observa el nivel de peligro y la cantidad de viviendas que se encuentran ubicadas en terrenos altos no inundables.

Tabla 8. La vivienda se encuentra ubicada en terrenos altos no inundables.

	Plana	Moderada	Pronunciada	Muy pronun	Total
Total	8	10	0	0	18
Total (%)	44,44	55.56	0	0	100

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

Tabla 9. Nivel de peligro.

NIVEL DE PELGRO				
VIVIENDAS	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Vivienda 01	X	-	-	-
Vivienda 02	X	-	-	-
Vivienda 03	X	-	-	-
Vivienda 04	X	-	-	-
Vivienda 05	-	X	-	-
Vivienda 06	X	-	-	-
Vivienda 07	-	X	-	-
Vivienda 08	-	X	-	-
Vivienda 09	-	X	-	-
Vivienda 10	X			
Vivienda 11	-	X	-	-
Vivienda 12	-	X	-	-
Vivienda 13	X	-	-	-
Vivienda 14	X	-	-	-
Vivienda 15	X	-	-	-
Vivienda 16	X	-	-	-
Vivienda 17	X	-	-	-
Vivienda 18	X	-	-	-
TOTAL	12	6	0	0

En la tabla 9, se especifica el nivel de peligro en la que se encuentra cada una de las viviendas encuestadas.

En la tabla 10, se observa el resumen del nivel de peligro detallado en porcentaje.

Tabla 10. Resumen del valor de peligro

	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Total
Total	12	6	0	0	18
Total (%)	66,67	33,33	0	0	100

4.1.3 Estimación del Valor de Vulnerabilidad.

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

En la tabla 11, se observa el tipo de suelo en el que se encuentran construidas las viviendas permitiendo posteriormente medir el nivel de vulnerabilidad.

Tabla 11. Tipo de suelo de las viviendas

	Granular fino y arcilloso	Suelos rocosos	Arena de gran espesor	Depósitos de suelos finos	Total
Total	12	6	0	0	18
Total (%)	66,67	33,33	0	0	100

Valor de la Vulnerabilidad. Del anexo "C" se observa que la sumatoria de los valores de la sección "D", características de la construcción de la vivienda, se obtuvo los resultados del valor de la vulnerabilidad para cada vivienda.

Tabla 12. Calificación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de vulnerabilidad	Rango del valor	Características del nivel de vulnerabilidad
Muy alto	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación.
Alto	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.
Moderado	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial zona de seguridad interna
Bajo	Hasta 14	En las condiciones actuales SI es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación

Tabla 13. Nivel de vulnerabilidad de cada vivienda

VIVIENDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	TOTAL
01	4	4	2	2	2	2	4	4	4	1	3	0	4	36
02	4	4	2	1	1	1	1	1	4	1	3	0	4	27
03	4	4	2	1	2	2	4	4	4	1	3	0	4	35
04	4	4	2	1	2	2	1	1	4	1	3	0	4	29
05	4	4	2	2	1	1	1	1	4	1	2	0	4	27
06	4	4	2	1	2	2	1	1	4	1	4	0	4	30
07	4	4	2	2	2	2	1	1	4	1	4	0	4	31
08	4	4	2	2	1	1	1	1	4	1	4	0	4	29
09	4	4	2	1	2	2	1	1	4	1	4	0	4	30
10	4	4	2	1	1	1	1	1	4	1	4	0	4	28
11	4	4	2	2	1	1	4	4	4	1	4	0	4	35
12	4	4	2	2	2	2	1	1	4	1	4	0	4	31
13	4	4	2	1	1	1	1	1	4	1	4	0	4	28
14	4	4	2	1	1	1	1	1	4	1	4	0	4	28
15	4	4	2	1	1	1	1	1	4	1	4	0	4	28
16	4	4	2	1	2	2	1	1	4	1	4	0	4	30
17	4	4	2	1	2	2	1	1	4	1	4	0	4	30
18	4	4	2	1	2	2	1	1	4	1	4	0	4	30

En la tabla 13 se detalla en el valor de rango de cada vivienda donde se aplicó la ficha de verificación (Anexo C, sección D)

Tabla 14. Resumen del valor de vulnerabilidad
NIVEL DE VULNERABILIDAD

VIVIENDAS	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Vivienda 01	-	-	-	X
Vivienda 02	-	-	-	X
Vivienda 03	-	-	-	X
Vivienda 04	-	-	-	X
Vivienda 05	-	-	-	X
Vivienda 06	-	-	-	X
Vivienda 07	-	-	-	X
Vivienda 08	-	-	-	X
Vivienda 09	-	-	-	X
Vivienda 10	-	-	-	X
Vivienda 11	-	-	-	X
Vivienda 12	-	-	-	X
Vivienda 13	-	-	-	X
Vivienda 14	-	-	-	X
Vivienda 15	-	-	-	X
Vivienda 16	-	-	-	X
Vivienda 17	-	-	-	X
Vivienda 18	-	-	-	X
TOTAL	0	0	0	18

En la tabla 14 se determina el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda, después de haber determinado el valor de rango de cada vivienda, especificado en la tabla 13.

4.1.4. Estimación del riesgo.

El nivel de riesgo se determinó después de conocer el nivel de peligro y vulnerabilidad de cada vivienda, luego se realizó la estimación del nivel de riesgo utilizando la tabla 3, proporcionada por INDEC.

Tabla 15. Estimación del riesgo

VIVIENDAS	VALOR DEL PELIGRO	VALOR DE LA VULNERABILIDAD	ESTIMACION DEL RIESGO
Vivienda 01	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 02	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 03	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 04	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 05	Medio	Muy alto	Alto
Vivienda 06	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 07	Medio	Muy alto	Alto
Vivienda 08	Medio	Muy alto	Alto
Vivienda 09	Medio	Muy alto	Alto
Vivienda 10	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 11	Medio	Muy alto	Alto
Vivienda 12	Medio	Muy alto	Alto
Vivienda 13	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 14	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 15	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 16	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 17	Bajo	Muy alto	Alto
Vivienda 18	Bajo	Muy alto	Alto

4.2. Discusión

De tabla 7 (Estimación del nivel de peligro de acuerdo a la pendiente del terreno), se observa que existe un 44,44% de viviendas que se encuentran ubicadas en un tipo de terreno con pendiente plana y un 55,56% de viviendas se encuentran ubicadas en un terreno con una pendiente moderada, dichas pendientes fueron determinadas con el uso de un eclímetro, así mismo para estimar el nivel de riesgo, se hizo uso del método descriptivo, las mismas que fueron comparadas con la tabla de estrato de descripción y valor del peligro (Tabla 1), validada por (INDECI)

De la tabla 10 (resumen del nivel de peligro), se observa que el 66,67% de las viviendas presentan un nivel de peligro bajo y el 33,33% de viviendas presentan un nivel de peligro medio, resultados que se contrastan con la tabla de estrato de descripción y valor del peligro (Tabla 1), validada por (INDECI).

De tabla 14 (resumen del valor de vulnerabilidad), se observa que el 100% de viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad muy alta, resultados que se obtuvieron al ser aplicada la ficha de verificación (anexo C) parte D (CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA) que proporciona (INDECI).

De tabla 15, podemos observar que el 100% de viviendas presentan un nivel de riesgo alto. Estos resultados se obtuvieron luego de conocer el nivel de peligro y el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda para luego poder constatar con la tabla N°3 y así se pudo obtener el nivel de riesgo.

La hipótesis planteada fue que las viviendas de adobe del sector Sargento Lores su nivel de riesgo era muy alto, que oscila entre (76% al 100%). La cual se asemeja al resultado encontrado, que es un nivel de riesgo alto, que oscila entre (51% al 75%).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Al término del presente proyecto se concluyó que el 66,67% de viviendas presentan un nivel de peligro bajo y el 33,33% de viviendas presentan un nivel de peligro medio. Así mismo se obtuvo que el 100% de las viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad muy alta.

El 100% de las viviendas se encuentran en un nivel de riesgo alto, lo que significa que las personas que residen en dicho sector se encuentran en riesgo al ocurrir un sismo de aceleración sísmica 0.4 m/s^2 , según reglamento nacional de edificaciones, para la zona 03 que corresponde al departamento de Cajamarca.

Del resultado de la estimación de la vulnerabilidad y de peligro, se obtuvo que las viviendas evaluadas presentan un riesgo alto, que según la tabla 4 que nos proporciona INDECI, oscila entre, (51% al 75%) de sufrir daños ante un sismo o cualquier desastre natural que pueda suscitar y poner en peligro la vida de sus habitantes.

RECOMENDACIONES

Una de las recomendaciones más importantes que se debe tener en cuenta es. Que los pobladores del sector Sargento Lores deben construir sus viviendas con un apoyo técnico y profesional que asegure una construcción de calidad y así no estar expuesto a cualquier tipo de desastre ya sea natural o provocado por el hombre.

Que las instituciones gubernamentales relacionadas con el tema de esta investigación adopten las medidas necesarias en planes y programas para su ejecución en las zonas de mayor riesgo.

Dada las características de la geografía de dicho sector, se hace imprescindible desarrollar e implementar este tipo de estudios para lograr y prevenir acciones emergentes.

Se recomienda que los proyectos estén articulados a estrategias de desarrollo para lograr la integralidad y consolidar la sostenibilidad de las viviendas.

REFERENCIAS LINKOGRAFICAS

GRD, (Gestión de Riesgo de Desastres), Sistemas Nacionales para la Gestión

Integrál del Riesgo de Desastres. Consultado 15 sep. 2014. Disponible en:<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd47/riesgo.pdf>

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Jaén- Perú.2005 (en línea). Consultado 15 sep. 2014. Disponible en:

<http://www.munijaen.gob.pe/transparencia/otros/EXPEDIENTE%20JAEN.pdf>

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), Manual Básico para la Estimación del Riesgo, Lima, Perú, 2006 (en línea). Consultado 15 sep. 2014. Disponible en:

http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man_bas_est_riesgo.pdf

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la posible ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Lima 2010 (en línea). Consultado 15 sep. 2014. Disponible en:

<http://www.indeci.gob.pe/objetos/secciones/Mg==/MTY=/ODQ=/lista/MjE0/MjE3/201012111913441.pdf>

MVS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento) (2006), Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, (NORMA E 0.80).

MVS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento)-Perú.2012.Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal (en línea). Consultado 01 sep. 2014. Disponible en:<http://www.vivienda.gob.pe/pnc/documentos/INSTRUCTIVOS/2.PI2012.pdf>

SINAGERD (sistema nacional de gestión del riesgo de desastres)- Perú. 2012. Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2012-2021. Consultado 01 sep. 2014. Disponible en: <http://www.indeci.gob.pe/sectores/reuniones/2012/15%20mar/18%20PLAN%20NACIONAL%20DE%20GRD%2009-03-2012%20-%20FINAL.pdf>

Kuroiwa J. 2011. "Gestión de riesgo de desastres". Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú (en línea). Consultado 01 Sep. 2014 Disponible en: http://www.cip.org.pe/descargas/SemanaIngenieria/20130603_1_JulioKuroiwa_GestionDeRiesgoDeDesastre.pdf

Zelaya. A. 2007 "Estudio sobre diseño sísmico en construcciones de adobe". Lima, Perú (en línea). Consultado 17 Nov. 2014 Disponible en: <file:///C:/Users/Marcos/Desktop/tesis%20al%20100%25/TESISFINALVZJ161107.pdf>

IAEE (Instituto de altos estudios europeos)- Perú 2003. Contribución a la Enciclopedia Mundial de Vivienda). Consultado 17 Nov. 2014 Disponible en: http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe_Tutorial_Spanish_Blondet.pdf

ANEXOS

ANEXO A
PANEL FOTOGRÁFICO



Vista del sector Sargento Lores, donde se puede apreciar el tipo de terreno y construcción de las viviendas.



Vista de una de las viviendas de material de adobe de configuración geométrica irregular ubicada en la calle José Olaya.



Vista de vivienda de material de adobe en la calle Leoncio prado.



Vista de vivienda de material de adobe ubicada en la calle manco Cápac.



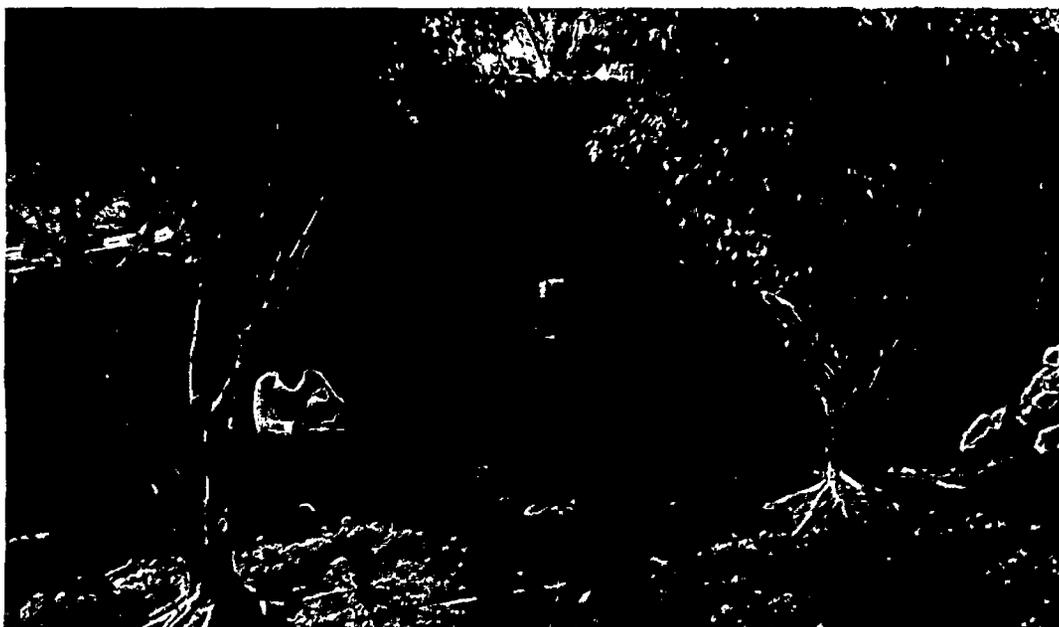
Vivienda de material de adobe en la calle manco Cápac, siendo encuestada.



Vivienda en la calle ejército, siendo encuestada. Como se puede observar la vivienda tiene deteriorado los muros.



Vivienda ubicada en la calle emancipación, siendo encuestada.



Vivienda ubicada en la calle ejército, siendo encuestada. Como se puede observar que la humedad está deteriorando los muros.

ANEXO B
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN
TESIS: ESTIMACION DE RIESGO SISMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE DEL SECTOR
SARGENTO LORES, JAÉN – CAJAMARCA.

Fecha: 20/10/2014

N° Guía: 001

Dirección: JOSE GLAYA S/N

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

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

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

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

06 CAJAMARCA

2. PROVINCIA

08 JAEN

3. DISTRITO

01 JAEN

2. UBICACION CENSAL

1. ZONA

2. MANZANA

J

3. LOTE

0012

3. FECHAY HORA

DIA: 20 MES: 10 AÑO: 14

HORA: 15 MINUTOS: 30

4. DIRECCION DE LA VIVIENDA

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

NOMBREDE LA VIA

JOSE OLAYA

NºDE LA PUERTA

SN

INTERIOR

PISO

01

MANZANA

J

LOTE

0012

KM.

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

SARGENTO LORES

REFERENCIA

CARRETERA JAEN CHICLAYO KM-12

5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL JEFE(A) DE HOGAR O ENTREVISTADO(A)

APELLIDOPATERNO

DELBADO -

APELLIDOMATERNO

TORRES

NOMBRES

PEDRO

6. DNI 27661272

B. INFORMACION DEL INMUEBLE POR OBSERVACION DIRECTA

1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE:

- 1 Antecolapso, por el predominante deterioro, **SI** compromete al área colindante
- 2 Antecolapso, 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. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA

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

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

C. CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA

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
- 2 **NO**, es parte de un complejo multifamiliar

- 1 Multifamiliar horizontal
- 2 Multifamiliar vertical
- 3 No aplica

1 De la vivienda 2 Del complejo multifamiliar
005

4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA

- 1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso) 01
- 2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)
- 3 No aplica, por ser área común de la vivienda multifamiliar

5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR

- 1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso)
- 2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)
- 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.

ESCRIBIR CON LETRA MAYUSCULA IMPRINTA. NO CENTRAR LAS PALABRAS. CORRIGIR AJUSTANDO. MARQUE EN LA COLUMNA A LA DERECHA LAS LETRAS CORRESPONDIENTES A LA CATEGORIA DE LA VIVIENDA.

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

D. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION

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

8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION

Características	Valor	Características	Valor
1 <input checked="" 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 checked="" type="radio"/> No/Noexisten	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 checked="" type="radio"/> Inferior/ No existe	1

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 Buenestado	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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> Debilitamiento por sobrecarga		7 <input type="radio"/> Otros:			
3 <input type="radio"/> Colapso elementos del entomo							

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

Σ	4	4	2	2	2	2	4	4	4	1	3	0	4	=	36
	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.
MUY ALTO	Mayora 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación	<input checked="" type="radio"/>
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura	<input type="radio"/>
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna	<input type="radio"/>
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales SI 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 D

ESTUDIO DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GEOGLOB S.A.C.

PROYECTO: ESTIMACION DE RIESGO SISMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE DEL SECTOR SAN PEDRO DE LORES, (AFN - CAJAMARCA)

SOLICITANTE: Bach. Ing. VICTOR SANCHEZ BAUTISTA

REPRESENTANTE LEGAL: Bach. Ing. VICTOR SANCHEZ BAUTISTA

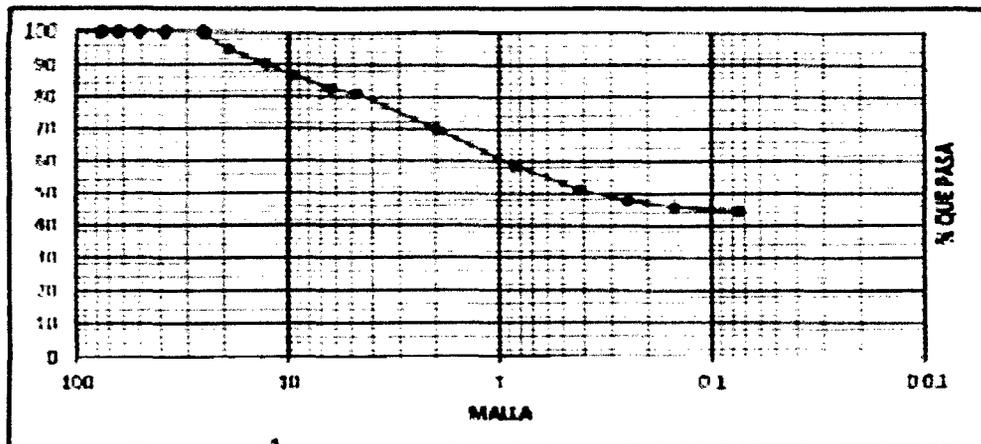
MUESTRA: C1 - M1

PROFUNDIDAD: 0.10 - 1.20m

FECHA: DICIEMBRE 2016

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		P. Inicial: 13.00 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava: 19.00 %
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena: 36.59 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino: 44.33 %
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		W%: 27.33 %
3/4"	19.050	51.62	5.16	5.16	94.84		
1/2"	12.500	46.83	4.68	9.85	90.15		LIMITES CONSISTENCIA
3/8"	9.525	34.10	3.41	13.26	86.73		LL: 52.50 %
1/4"	6.350	40.69	4.07	17.32	82.68		LP: 48.01 %
4	4.750	17.38	1.73	19.08	80.92		IP: 14.49 %
10	2.000	109.22	10.92	30.00	69.00		
20	0.850	114.14	11.41	41.42	58.58		CLASIFICACION
40	0.425	73.17	7.32	48.73	51.27		SUCS: SC
60	0.250	35.31	3.53	52.26	47.73		AASHTO: A-7.5 (4)
100	0.150	20.46	2.05	54.31	45.69		
200	0.075	11.60	1.16	55.67	44.33		
Coqueta		443.30	44.33	100.00	0.00		



Col. Quilichay, Arequipa
 Ing. Víctor Sánchez Bautista
 Representante Legal

GEOGLOB S.A.C.
 Calle Comercio 1001
 Arequipa - Perú



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GEOGLOB S.A.C.

PROYECTO: ESTIMACION DE RIESGO SISMICO EN VIVIENDAS DE ADOSÉ DEL SECTOR SARGENTO LÓPEZ, JAEN-CAJAMARCA.

SOLICITANTE: Dch. Ing. VÍCTOR SANCHEZ BAUTISTA

REPRESENTANTE LEGAL: Dch. Ing. VÍCTOR SANCHEZ BAUTISTA

FECHA: OCTUBRE 2014

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

CALICATA-MUESTRA PROFUNDIDAD (m)	CI - M1	
	0.10 - 1.20 m	
N° TARA	17	21
1.- PESO SUELO HUMEDO + TARA	150.32	135.17
2.- PESO SUELO SECO + TARA	127.10	114.52
3.- PESO DEL AGUA	23.22	20.65
4.- PESO TARA	40.61	40.25
5.- PESO SUELO SECO	86.49	74.27
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD. (W%)	26.85%	27.89%
% HUMEDAD PROMEDIO	27.33%	

GEOGLOB S.A.C.

Herrera Alvarado Víctor
ING. LABORATORISTA

GEOGLOB S.A.C.

Ing. Leticia Alvarado
C.I. 97413