

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE LAS PATOLOGÍAS DE MUROS MÁS COMUNES
EN EDIFICACIONES DE LADRILLO, DE DOS NIVELES, ZONA
DE LUCMACUCHO, PARTE BAJA, CAJAMARCA ”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

DIEGO ANTONIO MARTOS GARCÍA

ASESOR:

Ing. MARCO HOYOS SAUCEDO

CAJAMARCA - PERU 2013

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Segundo y Lorenza, quienes jamás me dieron un no, para poder hacer mis sueños realidad, con su fe movieron montañas para yo avanzar. Gracias por darme la vida y enseñarme a vivir, por darme su incondicional apoyo. Gracias por darme Sangre de Campeón.

A MI SUEÑO HECHO REALIDAD

A veces es lindo soñar y no despertar, o es lindo soñar despierto, pero como no dejar la vida a fin de cuidar tú sueño, cuando se hace realidad, es entonces cuando el viento sopla recio y vienen los tiempos adversos, pero si estamos junto a Dios, siempre habrá la esperanza de ver la luz de un nuevo día. Lleva siempre contigo un beso, un abrazo, y un te amo, mi niña hermosa, bella mujer, llamada JESU.

A MI FAMILIA

A mi hermana Lizzeth, a quien agradezco por su apoyo y consejos, a quien admiro por su fuerza y constancia en busca de un mejor porvenir, en ti se hace cierta la frase: Caminante, no hay camino, se hace camino al andar, a mis abuelos maternos: Zenón y Teresa, mis abuelos paternos: Antonio y Juana. Gracias a ellos escribo hoy estas líneas, con su vasto apoyo, han acertado distancias, para cumplir una a una mis anheladas metas.

AGRADECIMIENTO

A MI AMIGO DIOS

Porque nunca permitió que viva solamente en el mundo de los sueños, desde siempre ha inundado de grandes realidades mi vivir. En contadas líneas, jamás terminaré de agradecerte, me ayudaste a ingresar, terminar y a ejercer la carrera. Hasta el momento has cumplido en todo conmigo, sé que aún tenemos mucho que conversar y anhelos de mi corazón que has de hacer realidad.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Mi segundo hogar durante mis años de estudio, en la cual adquirí conocimientos teóricos y prácticos, actitudinales y vocacionales.

A LOS DOCENTES DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A cada docente, que participó en mi formación en mi tiempo como alumno universitario, siéntanse tranquilos que el quedarse sin voz por las largas horas de clase han valido la pena.

A LOS INGENIEROS

Marco Hoyos Saucedo y Marco Silva Silva, asesor y coordinador metodológico respectivamente quienes me han guiado en el desarrollo técnico y metodológico de mi tesis.

Al Ing. Horacio Urteaga Becerra, que por su conocimiento y experiencia me brindo las pautas adecuadas para mejorar la presentación de éste trabajo de tesis.

ÍNDICE

Contenido	Página
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	viii
Hipótesis.....	viii
Objetivos.....	viii
Objetivo General.....	viii
Objetivos específicos.....	viii
CAPITULO I.MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Antecedentes internacionales.....	1
1.3 Antecedentes nacionales.....	11
1.4 Antecedentes locales.....	29
1.5 Bases Teóricas.....	32
CAPITULO II.MATERIALES Y MÉTODO.....	95
2.1 Variables.....	95
2.2 Diseño metodológico.....	95

2.2.1 Tipo de investigación.....	95
2.3 Localización.....	96
2.4 Descripción general de la zona en estudio.....	96
2.4.1. Vías de comunicación.....	96
2.4.2 Climatología.....	98
2.4.3. Geología.....	98
2.4.4 Principales actividades económicas.....	98
2.5 Población y muestra.....	98
2.5.1 Población.....	98
2.5.2 Muestra.....	99
2.5.3 Descripción del diseño.....	100
2.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección.....	101
2.6.1 Técnicas.....	101
2.6.2 Los instrumentos de recolección.....	101
2.6.3 Análisis de datos.....	102
CAPITULO III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	103
3.1 Resultados.....	103
3.1.1 Base de datos de los errores constructivos de las viviendas.	111
3.2 Discusión.....	112
CAPITULO IV.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
4.1. Conclusiones.....	129
4.1.1 Conclusiones del objetivo general.....	129
4.1.2 Conclusiones de los objetivos específicos.....	130

4.2. Recomendaciones.....	131
CAPITULO V.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
CAPITULO VI.ANEXO.....	134
Ficha de encuesta	
Check list de patologías	
Reparación de patología	
Matriz de consistencia	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla N° 1.01.- Clasificación de peligros naturales en la ciudad de Cajamarca	31
Tabla N°1.02 Clasificación del ladrillo de acuerdo a sus características técnicas.....	57
Tabla N° 1.03 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería par a fines estructurales.....	59
Tabla N° 1.04 Ladrillos Artesanales en el Perú.....	61
Tabla N°1.05 Ubicación de empresas productoras de ladrillo artesanal en Cajamarca.....	62
Tabla N° 1.06 Resumen presupuesto encendido del horno de 20 millares.....	64
Tabla N° 1.07 Dimensiones del ladrillo.....	65
Tabla N° 2.01 Variables	95
Tabla N° 3.01 Dirección técnica en el diseño.....	103
Tabla N° 3.02 Dirección técnica en la construcción.....	104
Tabla N° 3.03 Para la construcción de su vivienda: ¿Construyo su vivienda sobre el mismo tipo de terreno?.....	105
Tabla N° 3.04 Secuencia de construcción de los ambientes.....	106
Tabla N° 3.05 Para el vaciado de la cimentación.....	107
Tabla N° 3.06 Para el vaciado de columnas, vigas y losa.....	108
Tabla N° 3.07 El ladrillo que empleó.....	109

Tabla N° 3.08 Estado de conservación de la vivienda.....	110
Tabla N° 3.09 Características generales.....	111
Tabla N° 3.10 Problemas de la vivienda.....	111
Tabla N° 3.11 Problemas estructurales.....	112
Tabla N° 3.12 Problemas del proceso constructivo.....	112
Tabla N° 3.13 Calidad de mano de obra.....	112
Tabla N° 3.14 La severidad del daño en la edificación.....	124
Tabla N° 3.15 Matriz del nivel de riesgo.....	126
Tabla N° 3.16 Matriz del nivel de riesgo para las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, zona de Lucmacucho, parte baja – Cajamarca.....	128
Tabla N° 6.1 Matriz de consistencia.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Página
Fig. 1.01 Colapso de una cubierta de lona, de carácter temporal.....	4
Fig. 1.02 Colapso de la cubierta de un pabellón polideportivo.....	5
Fig.1.03 Acumulación de agua por falta de mantenimiento de desagües...5	
Fig.1.04 Hormigonado deficiente.....	6
Fig.1.05 Encuentro incorrecto entre columna y muro.....	8
Fig.1.06 Grietas en las paredes.....	9
Fig.1.07 Hoyo rellenado en el suelo.....	9
Fig.1.08 Pared con presencia de fisuras.....	10
Fig.1.09 Vivienda sobre relleno de nivel.....	12
Fig.1.10 Muro agrietado por asentamientos diferenciales.....	12
Fig.1.11 Vivienda sobre suelo no consolidado.....	12
Fig.1.12 Viviendas en pendiente pronunciada.....	13
Fig.1.13 Vivienda ubicada en suelo arenoso.....	13
Fig.1.14 Muros de ladrillo pandereta.....	14
Fig.1.15(a) Pocos muros en la dirección X.....	15
Fig.1.15(b) Adecuada cantidad de muros en X y Y.....	15
Fig.1.16 Hileras de ladrillos sobre vigas soleras.....	16
Fig.1.17 Muros con empuje lateral.....	17
Fig.1.18 Muros sin confinar.....	18
Fig.1.19 Tabiquería no arriostrada en segundo piso.....	18
Fig.1.20 Torsión en planta.....	19

Fig.1.21 Viviendas vecinas sin junta sísmica y losa de techo a desnivel.....	20
Fig.1.22(a) Uso de bolsa de cemento en el encofrado.....	21
Fig.1.22 (b) Uso de latones y ladrillo en el encofrado.....	21
Fig.1.23 Acero de refuerzo expuesto.....	22
Fig.1.24 Junta de construcción horizontal en viga.....	23
Fig. 1.25 Junta de construcción mal ubicada en vigas.....	23
Fig. 1.26 Muro constituido con adobe y ladrillo de arcilla.....	24
Fig. 1.27 Remoción de ladrillos en la unión muro, viga solera y techo.....	25
Fig. 1.28 Baja calidad de mano de obra.....	26
Fig. 1.29 Muro con eflorescencia.....	27
Fig. 1.30 Muros con presencia de humedad.....	27
Fig. 1.31 Baja calidad de ladrillo.....	28
Fig. 1.32 Muros agrietados.....	29
Fig. 1.33 Emplantillado en sobrecimiento.....	33
Fig.1.34 Emplantillado en losa.....	33
Fig. 1.35 Mortero para asentar ladrillo y levantar muros.....	34
Fig.1.36 Mortero para tarrajear paredes y cielorrasos.....	34
Fig.1.37Hilada de ladrillo.....	35
Fig.1.38 Alineamiento en la asentada del ladrillo.....	35
Fig.1.39 Control de verticalidad del muro.....	35
Fig.1.40 Control de la horizontalidad del muro.....	36
Fig.1.41 Altura máxima de asentada de ladrillos.....	36
Fig.1.42(a) Endentado correcto del ladrillo.....	37
Fig.1.42 (b) Correcto endentado del ladrillo, antes de vaciar la columna.....	37

Fig.1.43 Endentado incorrecto del ladrillo.....	37
Fig.1.44 Hilada con encuentro en cruz.....	38
Fig.1.45 Hilada con encuentro en "T".....	38
Fig.1.46 Encuentro en "L".....	38
Fig.1.47 Asentado del ladrillo en soga.....	39
Fig.1.48 Asentado del ladrillo en cabeza.....	39
Fig.1.49 Asentado del ladrillo mixto.....	39
Fig.1.50 Asentado del ladrillo de costilla.....	40
Fig.1.51 Asentado del ladrillo de Canto.....	40
Fig.1.52 Aparejo palomero.....	41
Fig.153 Asentado de ladrillo cara vista.....	41
Fig.1.54 Muro portante.....	41
Fig. 1.55 Muros portantes que resisten la fuerza sísmica.....	42
Fig.1.56 Muro en la dirección "X" soportando la fuerza del sismo.....	43
Fig.1.57 Dirección del movimiento sísmico - daños severos.....	43
Fig.1.58 Muro en la dirección "Y" soportando la fuerza del sismo.....	43
Fig.1.59 Dirección del movimiento sísmico-daños severos.....	43
Fig. 1.60 Esfuerzo de los muros antes del sismo.....	44
Fig. 1.61 Esfuerzo de los muros al inicio del sismo.....	44
Fig. 1.62 Esfuerzo de los muros durante el sismo.....	45
Fig. 1.63 Tabique para separar un ambiente.....	45
Fig. 1.64 Albañilería Confinada.....	46
Fig.1.65 Dintel.....	47
Fig.1.66 Simetría.....	47

Fig.1.67 Continuidad de las losas.....	48
Fig.1.68 Ubicación de puertas y ventanas.....	48
Fig. 1.69 Cantidad de muros.....	49
Fig. 1.70 Continuidad de los muros.....	49
Fig. 1.71 Planta típica.....	49
Fig.1.72 Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda.....	50
Fig. 1.73 Lugares donde no se debe construir una vivienda.....	51
Fig.1.74 Efectos en una construcción sobre roca y relleno.....	51
Fig.1.75 Ubicación ideal.....	52
Fig.1.76 El orden de construcción.....	53
Fig.1.77 Unidad de albañilería hueca.....	54
Fig.1.78 Unidad de albañilería sólida o maciza.....	54
Fig.1.79 Unidad de albañilería tubular.....	55
Fig.1.80 Unidad de albañilería alveolar.....	55
Fig. 1.81 Ladrillo de arcilla Artesanal.....	56
Fig. 1.82 Ladrillo de arcilla industrial.....	56
Fig. 1.83 Zonificación sísmica del Perú.....	60
Fig. 1.84 Proceso productivo en horno de 20 millares.....	63
Fig.1.85 Ladrillo.....	65
Fig.1.86 Grieta.....	69
Fig.1.87 Fisura.....	69
Fig.1.88 Grieta que rompe al mortero.....	69
Fig.1.89 Grieta que rompe al mortero y al ladrillo.....	70
Fig.1.90 Regla graduada.....	70.

Fig. 1.91 Wincha.....	71
Fig.1.92 Regla de fisuras.....	71
Fig.1.93 Medición del ancho de fisuras.....	72
Fig.1.94 Cálculo de la pendiente de la fisura.....	72
Fig. 1.95 Fisura por deficiencia de colocación del ladrillo.....	73
Fig.1.96 Limpiando el polvo del ladrillo.....	73
Fig.1.97 Falta de Adherencia mortero – ladrillo.....	73
Fig.1.98 Mezcla de cemento y arena manual o mecánico y su colocación en un batea.....	74
Fig.1.99 Buena nivelación.....	75
Fig.1.100 Correcto asentado del ladrillo.....	75
Fig.1.101 Espesor del mortero entre ladrillos.....	75
Fig.1.102 Dosificación adecuada para evitar los morteros mal preparados.....	75
Fig.1.103 Dejando el ladrillo dentado, para su correcto amarre.....	76
Fig.1.104 Incorrecto endentado de muro en ángulos no rectos.....	76
Fig.1.105 Uniones a paredes existentes.....	77
Fig.1.106 Contracción de fragua.....	77
Fig.1.107 Eflorescencia sobre la superficie del ladrillo.....	78
Fig.1.108 El sol y el viento evaporan el agua, manifestándose la eflorescencia.....	78
Fig.1.109 Asentamiento diferencial, debido a que el suelo arcilloso varía su resistencia.....	79
Fig.1.110 Deformación en muro causado por asentamiento diferencial de los cimientos.....	79

Fig. 1.111 Cargas puntuales.....	80
Fig. 1.112 Cargas uniformes sobre muros de sección variable.....	80
Fig. 1.113 Muros sometidos a estados de carga muy diferentes.....	81
Fig.1.114 Deformaciones en vigas y techos.....	82
Fig.1.115 Apoyo en los extremos.....	82
Fig.1.116 Aberturas.....	83
Fig. 1.117 Ausencia o deficiencia de dinteles.....	83
Fig.1.118. Acción del viento perpendicular al muro.....	84
Fig. 1.119 Confinar al muro en sus 4 extremos.....	84
Fig. 1.120 El viento es un tipo de carga horizontal.....	84
Fig.1.121 Empuje entre muros en contacto.....	85
Fig. 1.122 Diferencia de temperaturas causa fisuras.....	86
Fig.1.123 Grietas por contracción térmica.....	86
Fig.1.124 Movimientos horizontales.....	86
Fig.1.125 Uniones constructivas mal resueltas	87
Fig.1.126 Falta de juntas de contracción/dilatación.....	88
Fig.1.127 Deformación de los elementos estructurales horizontales.....	88
Fig.1.128 Muros perimetrales débiles.....	89
Fig. 1.129 Falla de corte por deslizamiento.....	89
Fig.1.130 Falla por corte.....	90
Fig.1.131 Falla por flexión.....	90
Fig. 1.132 Falla por asentamiento diferencial.....	91
Fig.1.133 Falla de fisuras o grietas.....	91
Fig.1.134 Cizalle.....	91

Fig.1.135 Efectos del alféizar - Aislamiento.....	91
Fig. 1.136 Humedad por capilaridad.....	93
Fig. 1.137 Humedad por filtraciones.....	93
Fig. 1.138 Humedad por condensación.....	94
Fig. 1.139 Grietas en paredes que terminan por filtrar la humedad.....	94
Fig. 2.01 Puente Huánuco - Ingreso a la parte baja de la zona de Lucmacucho.....	97
Fig.2.02 Se inicia con una carretera pavimentada el ingreso a la parte baja de la zona de Lucmacucho.....	97
Fig.3.01 Dirección técnica en el diseño.....	103
Fig.3.02 Dirección técnica en la construcción.....	104
Fig.3.03 Para la construcción de su vivienda: ¿construyo su vivienda sobre el mismo tipo de terreno?.....	105
Fig.3.04 Secuencia de construcción de los ambientes.....	106
Fig.3.05 Para el vaciado de la cimentación.....	107
Fig.3.06 Para el vaciado de columnas, vigas y losa.....	108
Fig.3.07 El ladrillo que empleó.....	109
Fig. 3.08 Estado de conservación de la vivienda.....	110
Fig.3.09 Viviendas que han sido construidas colindantes con la quebrada...	113
Fig.3.10 Presencia de eflorescencia en la parte baja del muro.....	114
Fig.3.11 Viviendas construidas junto a la quebrada Lucmacucho.....	115
Fig.3.12 Vivienda con presencia de eflorescencia.....	116
Fig.3.13 Vivienda construida al borde de la quebrada Lucmacucho, presenta asentamiento diferencial de sus cimientos.....	119

Fig.3.14 Fisura en el muro, debida al asentamiento diferencial.....	120
Fig.3.15 Uniones constructivas mal resueltas.....	122
Fig.3.16 Encofrado incorrecto de losa, retirar las últimas hiladas de ladrillo.....	123
Fig.6.01 Reparación de grietas en muros.....	137
Fig. 6.02 Reemplazo de ladrillos deteriorados.....	138
Fig. 6.03 Corrección de humedad.....	139
Fig. 6.04 Corrección por eflorescencia.....	140

RESUMEN

El objetivo de ésta investigación fue realizar el Estudio de las Patologías de Muro más Comunes en Edificaciones de Ladrillo de dos Niveles, Zona de Lucmacucho, Parte Baja-Cajamarca. La toma de datos se realizó entre Diciembre del 2012 y Marzo del 2013, mediante visitas de campo a la zona de estudio. Se realizaron encuestas a los residentes de las viviendas estudiadas. Se analizaron treinta viviendas de dos niveles. Se determinó que las patologías de muro más comunes son debidas a: **Deficiencias constructivas y/o materiales de mala calidad** (02 viviendas tienen presencia de eflorescencia); **Acciones mecánicas exteriores** (Las 30 viviendas presentan asentamiento diferencial de los cimientos); **Deficiencias del proyecto** (Las 30 viviendas presentan uniones constructivas mal resueltas).

Palabras Clave: Patología, edificaciones, eflorescencia, asentamiento, ladrillo.

ABSTRACT

The objective of this research was to conduct the Study of Common Pathologies Most Wall on Brick Buildings two levels, Lucmacucho Area, Lower Part Cajamarca. Data collection was conducted between December 2012 and March 2013, through visits field to the study area. Were surveyed residents of the homes studied. Thirty homes were analyzed on two levels. It was determined that the most common wall pathologies are due to: deficiencies constructive and / or inferior materials (two households have presence of efflorescence) external mechanical actions (The thirty homes have differential settlement of the foundation) the technical file Deficiencies (The thirty homes have construction unions poorly resolved).

Keywords: Pathology, buildings, efflorescence, slump, brick.

INTRODUCCIÓN

Una vivienda de mampostería de ladrillos si está bien diseñada y construida no debería tener problemas durante su vida útil. Hoy en día estas deficiencias constructivas se hacen notorias, debido a las masivas construcciones de viviendas, en las cuales se hace un exagerado uso de cantidades y de no calidades, un factor importante es el aspecto económico de la población, los propietarios quieren una determinada área, que es su vivienda, en la cual sólo puedan sobrevivir, más no vivir. Todo esto se resume en una aceleración en la existencia de patologías, que no solo se expresan en la cimentación, estructuras, acabados, sino son las paredes, en las cuales se manifiestan muchos de los problemas de una vivienda, lo cual no significa que el problema tenga origen en ellas mismas, por ejemplo, si hay un movimiento de suelos o ceden las bases, los muros sufren esa deformación y podrían aparecer fisuras, dando lugar a la presencia de algunas patologías de muro.

Las causas principales de las Patologías de Muro son:

Deficiencia constructiva y/o materiales de mala calidad.

Acciones mecánicas externas (cargas y asentamientos diferenciales).

Acciones higrotérmicas.

Deficiencias del proyecto.

Teniendo en cuenta estas causas de patologías de muro, sumado a que el Perú por su ubicación geográfica es un país con una alta ocurrencia de sismos, debemos de asumir la responsabilidad de no construir por construir, de invertir, mas no de mal gastar, para luego volver a gastar en el proceso de corregir las deficiencias constructivas.

De acuerdo a la Norma Técnica E-030,"Diseño Sismo resistente", Cajamarca, es una zona altamente sísmica, por estar ubicada en la Zona 3. Sin embargo dentro de la misma ciudad tenemos zonas que presentan un grado significativo de ocurrencia de peligros en términos de construcción de viviendas, como es el caso de la zona de Lucmacucho - parte baja, la cual es una zona geotécnicamente inestable, los efectos del clima, la mano de obra no calificada, la inexistencia de un adecuado diseño y la no intervención de un Ingeniero Civil, entre otros, han dado lugar a deficiencias constructivas notorias.

Frente a ésta necesidad de conocer el estado en que se encuentran estas edificaciones, me he formulado la pregunta ¿Cuáles son las causas de las patologías de muro más comunes en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, de la zona de Lucmacucho, parte baja?

Los resultados de la investigación servirán como una fuente de información para los pobladores de la zona, estudiantes, técnicos, etc., que busquen aportar con un nuevo conocimiento al tema, lo cual nos permitirá tomar en cuenta los procesos constructivos correctos antes de hacer una construcción.

El contenido de la tesis está organizado en cinco capítulos y anexos, distribuidos de la siguiente manera:

En el Capítulo 1, Marco Teórico, se describen los antecedentes internacionales, nacionales y locales, además se exponen las bases teóricas.

En el Capítulo 2, Materiales y Método, se desarrolla las variables, el diseño metodológico, la localización de la investigación, la población y muestra, se hace la descripción del diseño y de las técnicas e instrumentos de recolección.

En el Capítulo 3, Resultados y Discusión, se describen y analizan los resultados obtenidos de la investigación.

En el Capítulo 4, Conclusiones y Recomendaciones, luego de haber realizado la investigación, se está en la capacidad de poder hacer las conclusiones al tema en estudio, así como las recomendaciones a tener en cuenta.

En el Capítulo 5, Referencias Bibliográficas, hago una cita de todos los autores, los libros y las páginas de internet que sumaron información para desarrollar el tema de investigación.

Anexos, en los cuales se presenta la ficha de check list de patologías de muro y el formato de encuesta aplicada.

Formulación del problema

¿Cuáles son las causas de las patologías de muro más comunes en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, de la zona de Lucmacucho, Parte Baja?

Hipótesis

La presencia de patologías de muro, en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la parte baja, de la zona de Lucmacucho, se dan debido al tipo de suelo de la zona.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la cantidad y el tipo de patología de muro más común en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, parte baja

Objetivos específicos

Identificar el tipo de patología de muro más común, en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, parte baja.

Analizar en qué medida estas patologías de muro hacen vulnerables, las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, de la zona de Lucmacucho, parte baja.

CAPÍTULO I.MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

Las fallas y colapsos de los muros se han dado en todos y cada uno de los sismos que ocurren y ocurrieron en el mundo.

1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

España:

Procesos patológicos frecuentes en edificación casos de estudio instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja, consejo superior de investigaciones científicas (IETcc-CSIC). Madrid. España

Las reclamaciones presentadas por usuarios o propietarios relacionadas con daños o defectos en edificación son cada día más habituales, los estudios realizados en el sector de la edificación coinciden en señalar que las lesiones se originan fundamentalmente en las etapas de proyecto y de ejecución. De ahí la importancia que tiene el estudio de los aspectos técnicos y constructivos para que se adopten las medidas preventivas.

A continuación se presentan varios ejemplos de edificios que ilustran algunos de los procesos patológicos más frecuentes en la edificación en nuestros días.

Humedades:

Dentro de los procesos patológicos que pueden afectar a un edificio, un apartado importante es el relacionado con las "humedades".

Relacionados con el agua líquida: Succión, absorción.

Relacionados con el vapor de agua: Adsorción, difusión o evaporación, no deseada en los materiales o en los elementos constructivos de un contenido de agua superior al correspondiente al de equilibrio hídrico con su entorno. Por otra parte, el agua interviene en muchos otros procesos patológicos que pueden afectar a la durabilidad de los materiales y, por extensión, de las estructuras y elementos constructivos (corrosión, disgregación, pudrición, etc.) El origen del aporte de agua permite establecer una clasificación de los tipos de humedades que se presentan:

- ✓ Humedades de obra, aportada por los materiales de cantera o durante la ejecución de los elementos constructivos.
- ✓ Humedades de filtración de agua de lluvia, por grietas, juntas, escorrentía superficial, capilaridad del agua superficial del terreno, etc.
- ✓ Humedades de origen freático natural, por filtraciones en sótanos, capilaridad, etc.
- ✓ Humedades procedentes de roturas de redes de abastecimiento, evacuación, depósitos o piscinas.
- ✓ Humedades por aportaciones en forma de vapor, por aportaciones de aparatos o del hombre.

Las humedades pueden aparecer por problemas en las diferentes fases del proceso constructivo:

Etapas de proyecto:

- ✓ Adopción de soluciones inadecuadas, no adaptada a las necesidades del edificio o las condiciones del entorno.
- ✓ Falta de definición del proyecto, de sus materiales y/o ausencia de detalles de unión, del trazado de instalaciones y canalizaciones, etc.

- ✓ Incompatibilidades entre materiales o con el ambiente al que quedarán expuestos.
- ✓ Descoordinación entre unidades de obra, que obligará a soluciones improvisadas durante la ejecución.
- ✓ Falta de consideración del mantenimiento.

Etapas de ejecución:

- ✓ Mano de obra no calificada.
- ✓ Errores de replanteo.
- ✓ Incumplimientos de la normativa o las condiciones de puesta en obra.
- ✓ Modificaciones de proyecto.
- ✓ Cambios en los materiales.

Etapas de uso y mantenimiento:

- ✓ Ausencia de mantenimiento (de las instalaciones de evacuación, sustitución de materiales al final de su vida útil).
- ✓ Acciones indebidas sobre los materiales y elementos constructivos (impactos, interrupción de redes de evacuación, etc.)
- ✓ Cambios de uso (modificación de cargas, aportes de vapor no contemplados, modificaciones en el trazado de redes).

Patología de cubiertas:

Otros procesos patológicos importantes de destacar son los relacionados con el colapso o hundimiento de cubiertas durante las fases de construcción o bien ya en servicio. En el primer caso los hundimientos se producen por insuficiencia de los encofrados durante la ejecución, con sistemas de apuntalamiento y soportes inadecuados e inestables, y/o por maniobras indebidas o accidentes en la fase de montaje.

En el segundo por estudios insuficientes de las acciones que pueden actuar. Es frecuente que en la estimación de acciones no se valoren adecuadamente las cargas de instalaciones. Dichas cargas tienen comparativamente una cierta importancia al ser del mismo orden o mayores que el peso propio de la cubierta. Se han encontrado también situaciones en donde un cambio de uso del edificio produjo un incremento considerable de cargas permanentes actuando sobre la cubierta, que colapsó con una granizada importante y repentina en la localidad de ubicación del edificio.

En otras ocasiones se han detectado fallos en cubiertas metálicas debido a una elección inadecuada del material cuando éste debe soportar bajas temperaturas. En estos casos se debe garantizar la aptitud del acero frente a la rotura frágil a bajas temperaturas. La figura 1.01 muestra el siniestro de una cubierta de carácter temporal, producido por condiciones climatológicas adversas y fallos locales de la estructura. La figura 1.02 muestra el colapso de una cubierta de un pabellón polideportivo después de una nevada, en donde se detectaron algunos errores de ejecución y de estimación de cargas reales actuantes de instalaciones.

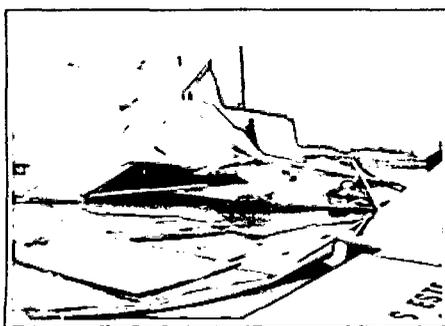


Fig.1.01 Colapso de una cubierta de lona, de carácter temporal



Fig. 1.02 Colapso de la cubierta de un pabellón polideportivo

En cubiertas planas es fundamental asegurar el desagüe de las aguas de lluvia y efectuar un mantenimiento cuidadoso de los elementos de evacuación para evitar su obstrucción. La figura 1.03 muestra la acumulación de agua en una cubierta debido a la obstrucción de los desagües.

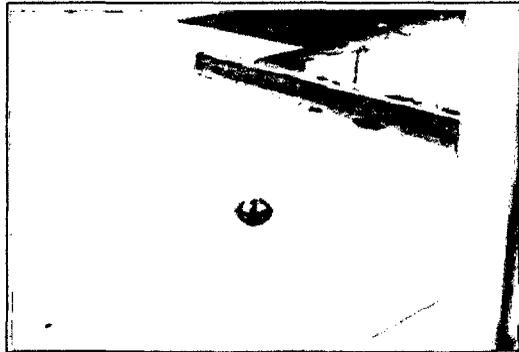


Fig.1.03 Acumulación de agua por falta de mantenimiento de desagües.

Deformaciones de los elementos estructurales horizontales

Son muchas las reclamaciones judiciales presentadas por las comunidades de propietarios de edificios debido a diversos defectos constructivos, entre los que generalmente se encuentran la fisuración de los tabiques de división interior de las viviendas y el agrietamiento de los muros de ladrillo de las fachadas. En la mayoría de los casos esta fisuración y agrietamiento es debido a la flexibilidad de la estructura horizontal.

Patología en prefabricación de estructuras de hormigón

Se revisa a continuación algunos de los aspectos más críticos que deben analizarse desde las perspectivas de proyecto, materiales, fabricación, transporte y ejecución.

Patología de proyecto.- La patología que se genera en la etapa de proyecto tiene, en general, repercusiones económicas importantes, y puede ser de difícil

solución en el caso de elementos prefabricados de hormigón. Se requiere una dedicación especial y esfuerzo en el diseño de los detalles constructivos, que son fundamentales en esta tipología constructiva. Como puntos críticos en el diseño podemos citar, entre otros:

Una geometría y dimensiones adecuadas que facilite la correcta ejecución de las juntas y uniones. La figura 1.04 recoge el hormigonado deficiente, por falta de espacio, del anclaje de paneles de cubierta con los paneles de fachada.

- ✓ Dimensionar adecuadamente las juntas y uniones para que sean capaces de transmitir las distintas clases de esfuerzos a las que están sometidas.



Fig.1.04 Hormigonado deficiente

Materiales:

La patología derivada de los materiales no es muy distinta de la que puede producirse en otras construcciones tradicionales de hormigón. En general su incidencia en prefabricación suele ser menor al estar los materiales mejor controlados. Una mayor precaución debe tenerse con los hormigones y morteros "in situ" utilizados para juntas, rellenos, acabados, etc.

Fabricación:

En la fase de fabricación el mayor problema puede estar en que los elementos de la instalación no funcionen adecuadamente (control de la homogeneidad de las mezclas, del templado de cables, moldes en buen estado y no deformados,

funcionamiento de los equipos de vibración, medidas de seguridad, etc.). Debe cuidarse el hormigonado y curado.

Transporte:

El mayor problema se presenta con el transporte de piezas grandes y luces importantes. Los elementos pueden estar sometidos a cargas y acciones imprevistas, tales como choques, impactos, cuelgues indebidos, vibraciones, etc. El transporte de piezas grandes requiere permisos especiales cuando se superan las dimensiones y/o pesos autorizados. Esto obliga en ocasiones a estudiar una disposición "idónea" de transporte que requiere la manipulación y volteo de piezas. Las partes más sensible son los elementos de conexión y las zonas de juntas.

Ejecución:

Con un proyecto bien desarrollado y pensado desde el punto de vista constructivo, la ejecución en general no debe plantear excesivas dificultades.

Lesiones en los muros de ladrillo:

En la actualidad es frecuente la aparición de lesiones en este sistema de cerramiento en las viviendas de España.

Generalmente, estas lesiones son fisuras o grietas que afectan al muro de ladrillo, produciendo: pandeos, desplazamientos o desprendimientos puntuales en zonas de revestimiento de elementos estructurales, encuentros incorrectos entre muro y columna (Figura 1.05) o desprendimientos de paños enteros. También son frecuentes problemas relacionados directamente con los propios materiales (ladrillos y morteros).



Fig.1.05 Encuentro incorrecto entre columna y muro

También es habitual la aparición de fisuras relacionadas con los movimientos de dilatación y contracción del muro de ladrillo, para evitarlos el proyectista debe conocer los valores de expansión por humedad y de dilatación térmica de los materiales que se van a emplear en la ejecución para disponer adecuadamente las juntas de dilatación.

Otras lesiones son las producidas por los movimientos térmicos de la estructura soporte, debidos a la interacción estructura-fachada

México:

Las Viviendas de Rincón Guadalupe están próximas a derrumbarse, El conjunto habitacional fue construido entre 2000 y 2001 en las faldas de un cerro, con autorización del municipio de Guadalupe (México), los habitantes del fraccionamiento de Rincón Guadalupe explicaron que a los seis meses de haber recibido sus viviendas, éstas empezaron a mostrar fallas. Hay 266 familias afectadas. De acuerdo a estudios previos se reporta que el fraccionamiento de Rincón Guadalupe, se encuentra ubicado frente al cerro de la Cruz, el cual fue minado para obtener la piedra con la que fue construido el Convento de Guadalupe, así mismo de dicho cerro bajan cuatro líneas subterráneas de agua y existe piedra volcánica. Los vecinos han realizado trámites infructuosos ante

la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) y el Infonavit. El 28 de enero de 2005 enviaron una carta al entonces presidente Vicente Fox Quesada en espera de apoyo. Nadie les respondió. Tampoco hay castigo a la Constructora Obrera de Tamaulipas SA (COTSA), encargada de construir las viviendas, a pesar de que lo han solicitado desde hace siete años.

Estas casas presentan grietas en las paredes (Figura 1.06), hoyos y hundimientos en el suelo (Figura 1.07), los techos han sido apuntalados y al menos uno ya se ha caído.

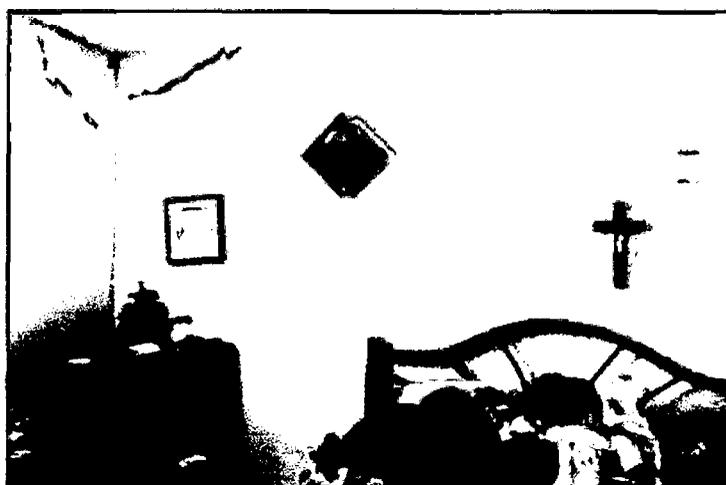


Fig.1.06 Grietas en las paredes



Fig.1.07 Hoyo rellenado en el suelo

Chile:

Mala calidad de las casas Villa Sol de Maipu

Mala y nefasta calidad de las viviendas del Sol de Maipu, tienen fallas estructurales, las casas están mal construidas, tienen fallas en sus estructuras, bases y detalles que al final hacen que la propiedad sea inhabitable, han sido construidas sin medidas, sin materiales de calidad, sin calidad mínima de construcción, las paredes se filtran, presentan fisuras (Figura 1.08), las losas se agrietan y un infinito etc.

Miles de familias chilenas engañadas por la Constructora Metropolitana, no es posible que al momento de comprar una vivienda donde los estándares de calidad deben regirse a una norma constitucional, estas constructoras burlen los principios morales y los deberes legales y sencillamente nos "estafen".

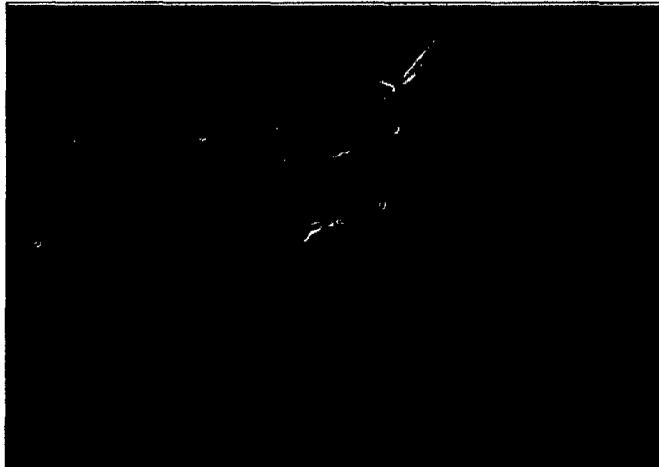


Fig.1.08 Pared con presencia de fisuras

1.3 ANTECEDENTES NACIONALES

Miguel Mosqueira – Nicola Tarque (2005), Recomendaciones Técnicas para mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana.

Problemas de ubicación de las viviendas

Generalmente en la construcción de las viviendas informales no se tiene en cuenta las características del suelo. Es decir, si el suelo es resistente, si es estable o inestable, o si existe la posibilidad de deslizamiento o caída de rocas en caso de sismos. Los problemas encontrados han sido clasificados de acuerdo a las siguientes descripciones:

Viviendas sobre rellenos de nivel

Los rellenos de nivel son depósitos de tierra artificiales. Se clasifican en rellenos controlados o de ingeniería y en rellenos no controlados.

Los rellenos no controlados son los más comunes, pues se realizan con cualquier material y sin una adecuada compactación.

Se ha observado que los pobladores nivelan zonas de pendiente sin ningún criterio técnico, y hacen rellenos de nivel no controlados (Figura 1.09). Además, se ha visto que algunas viviendas son construidas sobre desmontes o desechos de otras construcciones. El problema de las viviendas construidas sobre rellenos inadecuados es que son susceptibles a sufrir asentamientos diferenciales, que producen fisuras en los pisos y grietas en muros y losas (Figura 1.10)



Fig.1.09 Vivienda sobre relleno de nivel

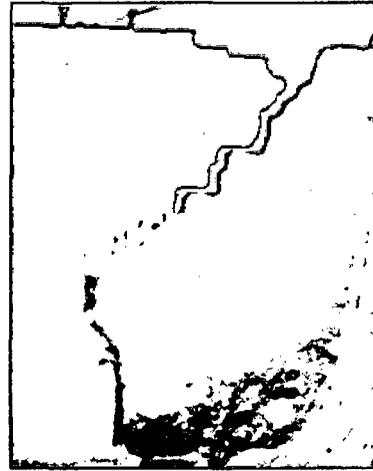


Fig.1.10 Muro agrietado por asentamientos diferenciales

Viviendas sobre suelo no consolidado

Los suelos no consolidados son suelos granulares de baja resistencia (Fig.1.11). Muchas veces debido a la poca capacidad portante del suelo, las viviendas sufren asentamientos diferenciales que producen fisuras en los pisos, muros y losas. Dentro de los suelos no consolidados se encuentran los suelos granulares sueltos.

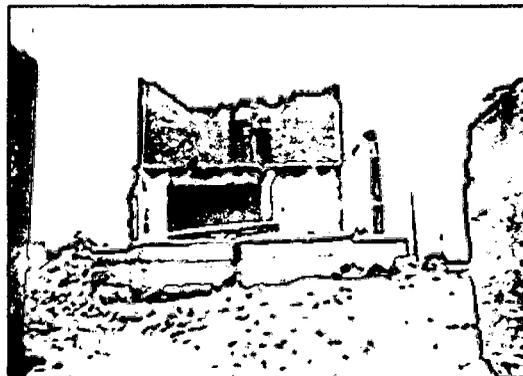


Fig.1.11 Vivienda sobre suelo no consolidado

Se ha observado que en las viviendas con sobrecimiento armado se ha minimizado el efecto de los asentamientos diferenciales.

Viviendas en pendiente

Las viviendas ubicadas en zonas de pendiente (Figura 1.12) se encuentran generalmente construidas en las partes altas de los cerros. En algunos casos el suelo es inestable y se producen deslizamientos y caída de rocas.

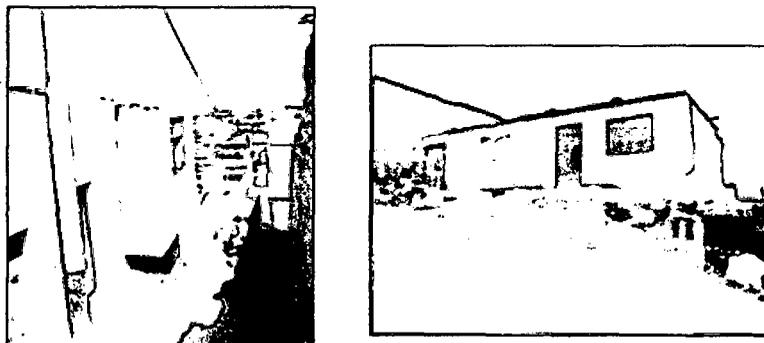


Fig.1.12 Viviendas en pendiente pronunciada

Los muros de las viviendas ubicadas en las faldas del cerro están enterrados (Figura 1.13), soportando el empuje lateral del terreno. Se observa que todos los muros que soportan empuje lateral no han sido diseñados para actuar bajo este efecto.

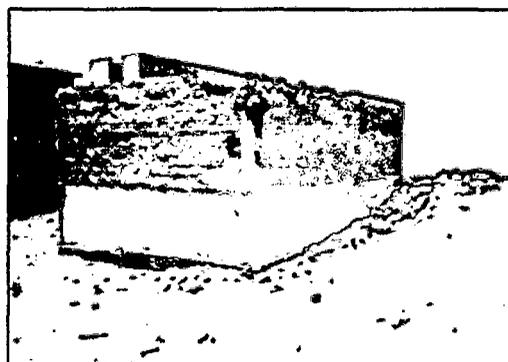


Fig.1.13 Vivienda ubicada en suelo arenoso

Problemas estructurales de las viviendas

Los problemas estructurales que se analizan tienen relación con la configuración sismorresistente de las viviendas. Los dueños de las viviendas encuestadas no tenían planos elaborados por ingenieros civiles ni técnicos en

ingeniería civil. En las viviendas informales solo se construye en base a los requerimientos del poblador y a la ayuda de un albañil o maestro de obra. Los problemas estructurales han sido clasificados de acuerdo a las siguientes descripciones.

Muros portantes y no portantes de ladrillo pandereta

Los muros deben tener una adecuada resistencia y no deben fallar de forma frágil. Por lo tanto, deben estar constituidos de unidades de albañilería sólida o maciza más no del tipo tubular.

Los muros construidos de ladrillo pandereta (tubulares) presentan un tipo de falla frágil y repentina. Es decir, los ladrillos fallan en un lapso de tiempo muy corto entre la aparición de las primeras grietas y el colapso. Los muros de ladrillo pandereta (Figura 1.14) deberían ser usados solo como elementos de tabiquería.



Fig.1.14 Muros de ladrillo pandereta

Inadecuada densidad de muros

La resistencia sísmica de las viviendas de albañilería confinada está relacionada con la capacidad que tienen sus muros de soportar el cortante sísmico. Esto significa que para que una estructura tenga un buen desempeño ante eventos sísmicos debe tener adecuada densidad de muros en sus 2 direcciones (paralela y perpendicular a la fachada).

El área existente de muros debe ser igual o mayor al área de corte solicitada, que resulta de hacer un análisis sísmico a la vivienda. El hecho de no contar con un área de corte adecuada, en cualquiera de las dos direcciones, ocasionará una falla por corte en los muros de la vivienda. Es decir, que aparecerán rápidamente grietas diagonales en los muros y se reducirá la capacidad resistente de toda la vivienda. La mano de obra deficiente para el asentado de las unidades de albañilería puede reducir hasta un 40% de la resistencia al corte de los muros. En la mayoría de las viviendas analizadas se advierte que existe una inadecuada densidad de muros en la dirección paralela a la fachada (Figura 1.15 a), ya que tienen pocos muros e incluso algunos de ellos son de longitud menor a 1 m, no confinados y con asentado tipo sogá. En cambio, en la dirección perpendicular las viviendas tienen muros portantes con asentado de cabeza, confinados y de longitud adecuada (Fig. 1.15 b), de tal manera que en esta dirección generalmente se cumple con los requisitos de área mínima para soportar el cortante sísmico.

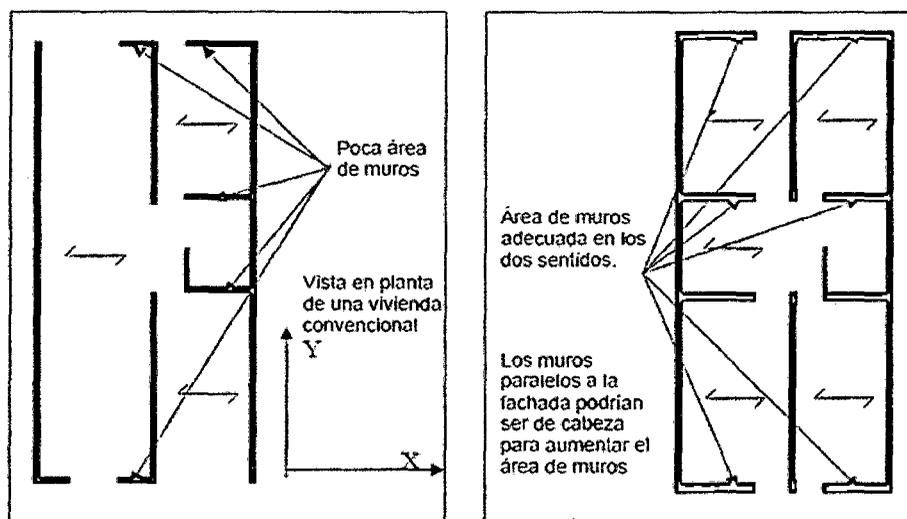


Fig.1.15(a) Pocos muros en la dirección X Fig.1.15(b) Adecuada cantidad de muros en X y Y

Muros sin viga solera

Muchas veces los constructores de viviendas informales no tienen un buen concepto de confinamiento y omiten la construcción de vigas soleras sobre los muros resistentes a sismo. Otras veces, construyen la viga solera a una altura inferior a la del techo, y encima de la viga construyen dos o tres hileras más de ladrillo (Figura 1.16). Para este caso, la unión muro techo será muy deficiente.

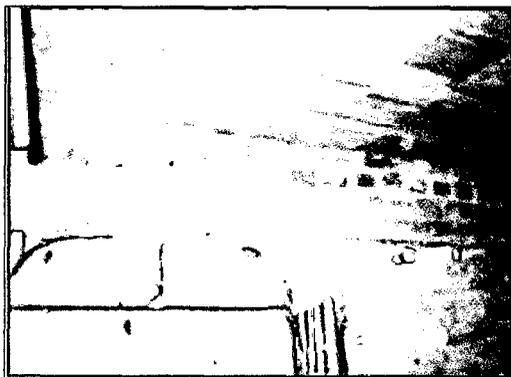


Fig.1.16 Hileras de ladrillos sobre vigas soleras

Cuando existen muros sin viga solera lo que podría ocurrir es que durante un evento sísmico los muros y el techo traten de separarse y trabajen independientemente uno del otro. Luego, se producirían grietas horizontales en la unión muro techo y no habría transmisión de cortante desde el diafragma rígido hacia los muros. Como consecuencia, las columnas serían sometidas a fuerzas de corte mayores para las que han sido diseñadas.

Muros inadecuados para soportar empuje lateral

En las viviendas encuestadas y en especial las de Carabayllo y en algunas zonas de la ciudad de Ica se presenta la condición de empuje lateral (Figura 1.17). Los muros que soportan el empuje son de albañilería de ladrillo con deficiente mano de obra y sin diseño alguno para soportar esta presión. Estos muros mal diseñados constituyen un peligro latente que podría magnificarse

ante eventos sísmicos. Los muros que soporten empuje lateral deben ser diseñados para que trabajen adecuadamente con este tipo de carga.



Fig.1.17 Muros con empuje lateral

Muros sin confinar resistentes a sismo

Los muros que son diseñados para soportar el cortante sísmico deben tener un comportamiento sísmico adecuado y garantizado para evitar su colapso. Los muros deben tener elementos de confinamiento (columnas y vigas de concreto armado) que permitan ductilizarlos. Los elementos de confinamiento ayudan a controlar las grietas que se pueden producir en los muros. Una relación aproximada para el confinamiento es tener paños con una longitud igual al doble de la altura como máximo. Esta relación también permite controlar la inestabilidad de muros al volteo producto de cargas perpendiculares a su plano. Más de la mitad de las viviendas encuestadas en la costa sur del Perú no tienen muros confinados en sus 4 bordes (Figura. 1.18). Muchos muros solo han sido confinados en tres o en dos bordes.

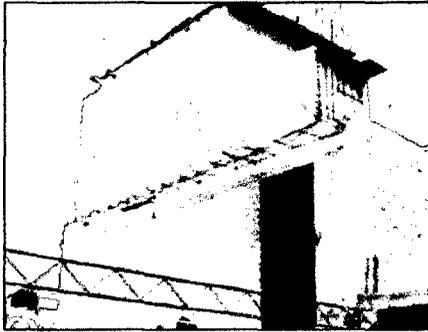


Fig. 1.18 Muros sin confinar

Tabiquería no arriostrada

Es importante conocer que mientras menos peso tenga una edificación entonces menor fuerza de inercia le corresponderá. Un aumento en la masa de la estructura ocasionaría un incremento en el cortante sísmico. Por esta razón, los tabiques deben estar constituidos por unidades de poco peso como los ladrillos tipo tubular (pandereta). Se ha podido notar que los pobladores y albañiles construyen los tabiques sin un adecuado criterio de confinamiento (Figura 1.19). La tabiquería no arriostrada se ve frecuentemente en las fachadas de los pisos superiores ya que el poblador trata de ganar área techada con los voladizos.

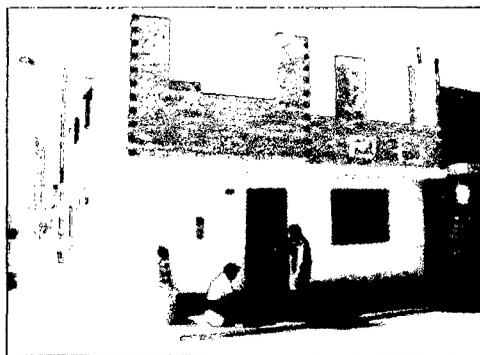


Fig. 1.19 Tabiquería no arriostrada en segundo piso

Torsión en planta

La torsión se origina cuando en cada losa (que se supone diafragma rígido) existe gran diferencia entre las coordenadas de ubicación del centro de masa y centro de rigidez (Figura 1.20). Mientras más lejos se encuentren estos centros, mayor será el incremento de las fuerzas cortantes por sismo.

Varias de las viviendas encuestadas podrían sufrir daños por torsión ya que tienen distribución de muros muy asimétrica, no tienen continuidad de elementos estructurales y tienen distribuciones arquitectónicas diferentes en cada piso. Otro detalle que genera torsión se da en las viviendas en esquina, donde los muros que dan a las calles tienen grandes ventanas en comparación con los muros que colindan con las viviendas vecinas que son muros completos.



Fig.1.20 Torsión en planta

Viviendas sin junta sísmica y losa de techo a desnivel

Un problema generalizado es que las viviendas son construidas una junta a la otra (Figura 1.21). Es decir, sin dejar juntas sísmicas, que son espacios vacíos entre viviendas y que permita el libre movimiento de cada una de ellas. En las viviendas encuestadas se ha notado que las viviendas vecinas, que no tienen

junta sísmica, tienen techo a desnivel una con respecto a la otra. Este desnivel ocasionará en ambas viviendas un efecto de golpe entre la losa de una y el muro de la otra durante un evento sísmico.



Fig.1.21 Viviendas vecinas sin junta sísmica y losa de techo a desnivel

Problemas del proceso constructivo de las viviendas

La falta de conocimientos técnicos y de dirección por parte de los albañiles, maestros de obra o pobladores hace que se cometan errores durante el proceso constructivo de las viviendas. En las viviendas encuestadas la participación de profesionales en ingeniería civil ha sido poca o ninguna. En este caso el responsable de la construcción (maestro de obra o poblador) siempre toma las sugerencias y modificaciones que indica el poblador. El constructor realiza cambios en la configuración estructural inicial sin saber si ello ocasionará un aumento en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda.

En viviendas informales es común observar el uso de materiales deficientes como la madera para encofrado. También se observa que personal inexperto (peones) realizan las dosificaciones para el concreto y aumentan agua de acuerdo a la facilidad de su trabajo. Casi siempre el concreto para cimentación y techo es mezclado en tolvas o trompos (mezcladoras), pero el concreto para vigas, columnas, escaleras y falso piso es mezclado a mano.

Cangrejeras y acero de refuerzo expuesto

El encofrado sirve para moldear a los elementos de concreto en estado fresco. Por lo general en la construcción de viviendas se utiliza como encofrado elementos de madera. Estos encofrados tienen un costo de adquisición menor a otros tipos de encofrados como los metálicos. La madera que se va a utilizar no debe dañar al concreto, debe estar en buenas condiciones y no debe tener más de ocho usos. En las viviendas informales el encofrado que se utiliza es inadecuado. La madera muchas veces presenta grietas, rajaduras y no tienen los cantos verticales. Además, los albañiles combinan encofrados de madera con otros elementos como papel de la bolsa de cemento (Fig. 1.22 a), latones y pedazos de ladrillo (Fig.1.22 b) . Esto ocasiona que los elementos de concreto armado queden desplomados y que presenten cangrejeras. De acuerdo a pruebas de compresión en probetas de concreto se concluye que las cangrejeras pueden reducir hasta un 40% de la resistencia del concreto.



Fig.1.22(a) Uso de bolsa de cemento
en el encofrado

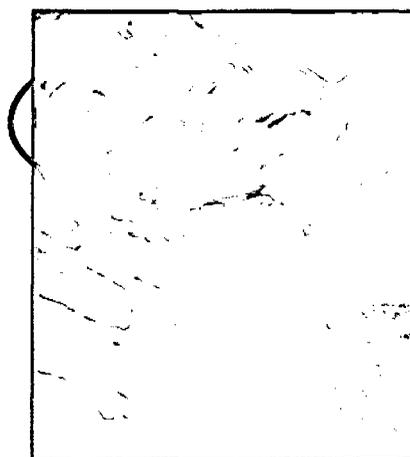


Fig.1.22 (b) Uso de latones y ladrillo
en el encofrado

Las cangrejeras muchas veces ocasionan que las armaduras queden expuestas a la intemperie. Una armadura expuesta a la intemperie es susceptible a corrosión. Con ello se reduce la resistencia conjunta de los elementos estructurales. Otra de las causas de cangrejeras en el proceso constructivo tiene que ver con los materiales utilizados para hacer el concreto. Claro ejemplo lo constituye el uso de agregado grueso con espesor mayor a 3/4", que ocasiona que la piedra quede atrapada entre las armaduras y no deje pasar al concreto. Cuando se finaliza parcialmente la construcción no se tiene especial cuidado en la protección del acero de refuerzo, dejándolo libre a la intemperie. Es muy común ver este defecto en las losas y columnas donde por razones económicas el proceso de techado se realiza en varios años. Es decir, que se construye por etapas de tal forma que los pobladores se ven en la necesidad de dejar acero de refuerzo expuesto para el empalme futuro

(Figura 1.23).

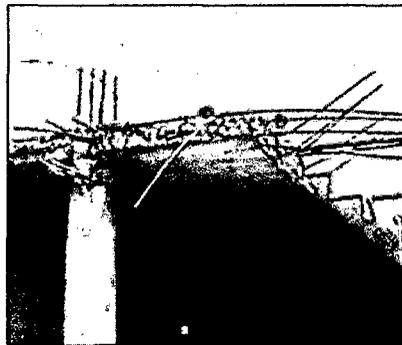


Fig.1.23 Acero de refuerzo expuesto

En este caso una armadura expuesta sin protección es susceptible a que sea atacada por corrosión, ocasionando así un problema de disminución de área de acero y un gasto económico en la reparación del acero para una futura construcción.

Juntas de construcción mal ubicadas

En las viviendas analizadas se ha observado que muchos de los constructores informales llenan las vigas con concreto hasta la mitad de su peralte (Figura 1.24) o dejan una junta vertical (Figura 1.25). Los estribos y acero de refuerzo son dejados a la intemperie para un llenado futuro conjuntamente con la losa de techo. Esto ocasiona juntas frías de construcción y una mala distribución de esfuerzos en la viga por no existir conectores de corte. También, se tiene el problema de pegado de concreto nuevo con concreto antiguo.

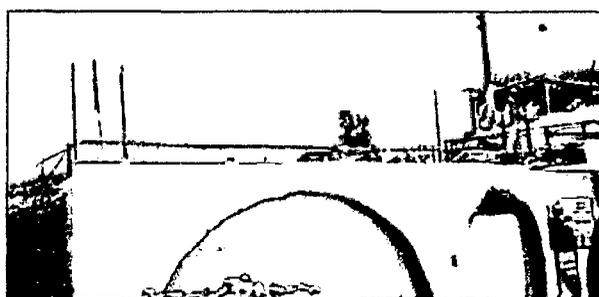


Fig.1.24 Junta de construcción horizontal en viga



Fig. 1.25 Junta de construcción mal ubicada en vigas

Muros de adobe

Se ha observado que en algunas viviendas, en especial las viviendas de Trujillo, tienen una combinación de muros construidos con ladrillos y con adobes (Figura 1.26)

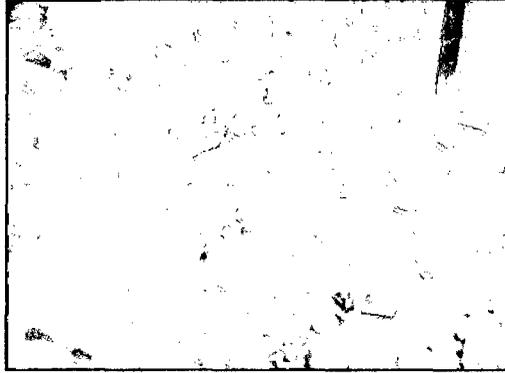


Fig. 1.26 Muro constituido con adobe y ladrillo de arcilla

La economía de muchas familias obliga a la construcción por etapas. Se comienza muchas veces limitando el terreno con esteras. Luego se construye muros de adobe y cuando se tiene capacidad económica mayor se cambia la vivienda de adobe por una de ladrillos de arcilla. Es en este proceso donde se tiene el mal concepto de que un muro de adobe puede resistir igual que un muro de ladrillos.

Unión muro techo deficiente

En las viviendas analizadas se ha podido notar que los constructores prefieren quitar ladrillos en la unión muro techo que cortar sus encofrados (Figura 1.27) Cuando el ancho de la viga solera es mayor que la del muro, entonces es necesario tener un adecuado encofrado para la viga. Sin embargo, se puede ver en algunas viviendas la utilización de pedazos de ladrillo de techo, latones y hasta bolsas de cemento para completar el encofrado. De esta forma se perjudica la adherencia entre unidades de albañilería y elementos de concreto armado.



Fig. 1.27 Remoción de ladrillos en la unión muro, viga solera y techo

Calidad de mano de obra

La calidad de la mano de obra ha sido dividida en buena, regular y mala calidad.

La mano de obra de buena calidad, implica un adecuado proceso constructivo de las viviendas. Se especifica que en el asentado de muros las juntas estén entre 1 a 2 cm. De espesor, que los elementos verticales estén a plomo, que el encofrado de los elementos de concreto armado no genere cangrejas, que muy pocos muros hayan sido picados horizontal y verticalmente, y que el acero de refuerzo quede amarrado adecuadamente (medida de traslape) y no esté expuesto a la intemperie.

Una mano de obra de regular calidad, es aquella que tiene solo algunos muros con juntas de espesor mayor a 2 cm, pero menor de 3 cm. El aumento del espesor en la junta ocasiona la disminución de la resistencia a compresión y corte del muro. En el proceso del encofrado pueden haber zonas donde no se ha podido colocar madera adecuadamente; sin embargo, puede haberse colocado otro material que no deforme la geometría y no genere cangrejas en el concreto. Se aceptan que pocos muros hayan sido picados vertical u horizontalmente para empotrar las instalaciones eléctricas y sanitarias.

La mala calidad en la mano de obra.- (Figura 1.28) implica que las viviendas tengan muchos muros con espesores de juntas mayores a 3 cm, que en el encofrado se hayan utilizado bolsas de cemento o pedazos ladrillo que producen cangrejas en el concreto, que los estribos estén doblados inadecuadamente, que hayan elementos (muros y columnas) desplomados. También se clasifica como mano de obra de mala calidad cuando los muros han sido picados en forma diagonal para realizar las instalaciones eléctricas o sanitarias.

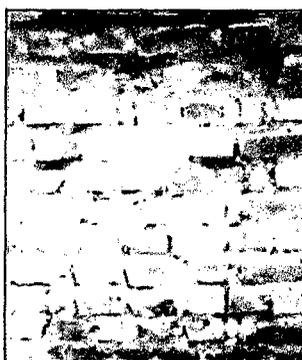


Fig. 1.28 Baja calidad de mano de obra

Otros problemas de las viviendas

Eflorescencia en muros

El fenómeno de la eflorescencia consiste en la formación de polvo de sales solubles sobre las caras de los ladrillos (Techniseal 2002). La eflorescencia se caracteriza por ser de color blanco y se presenta en el secado de la superficie de los ladrillos nuevos que han sido humedecidos. Casi todas las viviendas informales han sido construidas con ladrillos artesanales. El problema radica en el tipo de suelo que se ha utilizado en la fabricación del ladrillo o del mortero, pues la presencia de eflorescencia indica la incorporación de sales en uno de los componentes del suelo. Debido al elevado grado de succión que tienen las unidades de arcilla elaboradas artesanalmente y a la calidad de la materia

prima, el peligro que ocasiona la salinidad es mucho mayor ya que se podría reducir aún más la resistencia de los ladrillos artesanales.



Fig. 1.29 Muro con eflorescencia

Humedad en muros o losas

El problema de humedad en muros y losas (Figura 1.30) está relacionado con las instalaciones sanitarias que podrían haber colapsado, originando filtraciones en las zonas del recorrido de las tuberías. Este problema muchas veces se presenta en lugares cercanos a los baños.

En zonas de fuerte pendiente como en Carabaylo se ha visto que por gravedad el agua tiende a ir hacia las zonas más bajas. Es muy probable que durante el recorrido el agua establezca contacto con los muros de las viviendas.

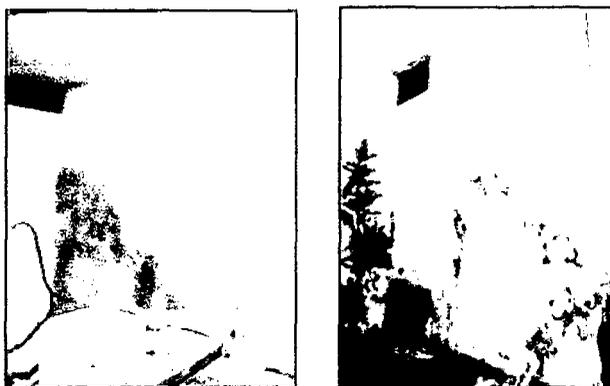


Fig. 1.30 Muros con presencia de humedad

Ladrillos de baja calidad

Los ladrillos empleados para la construcción de viviendas informales son por lo general artesanales (Figura 1.31). Estos ladrillos son fabricados con mano de obra no calificada y tienen un proceso de quemado no uniforme. Ello da como consecuencia la falta de uniformidad en las dimensiones de las unidades y la baja resistencia que los ladrillos pueden presentar.

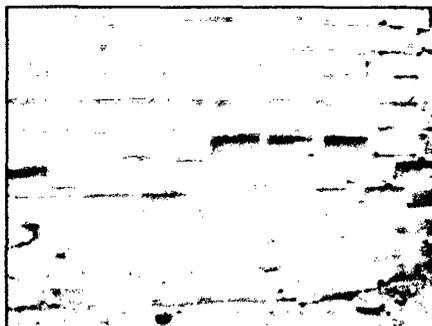


Fig. 1.31 Baja calidad de ladrillo

La totalidad de los ladrillos artesanales analizados en las encuestas presentan deficiencias en las dimensiones, quemado, color no uniforme, salinidad, alabeo, etc. Este hecho hace suponer que los ladrillos son de baja calidad y no aseguran una adecuada resistencia tanto a compresión como a corte.

Muros agrietados

La mayoría de las viviendas encuestadas que tienen muros agrietados (Figura 1.32) se encuentran cimentadas sobre suelo no consolidado o suelo de relleno de nivel, y en zonas con pendiente pronunciada.

En el caso de suelos granulares sueltos, como las arenas, los muros también presentan grietas. Estas grietas son producto del asentamiento diferencial que se produce debido a la poca capacidad portante del suelo de cimentación.



Fig. 1.32 Muros agrietados

Cabe indicar que al margen del tipo de ladrillo o mortero que se use, la diferencia principal en el comportamiento sísmico de un tabique y el muro confinado radica en el proceso constructivo.

1.4 ANTECEDENTES LOCALES

Para poder contar con información necesaria, he visitado las siguientes oficinas:

- ✓ Biblioteca de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil-UNC
- ✓ Oficina de Investigación de la Universidad Nacional de Cajamarca
- ✓ Biblioteca de la Escuela de Post Grado de la UNC

En ninguna de estas oficinas se cuenta con información referente a las patologías en muros de ladrillo. Sin embargo contamos con éste informe:

Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca (Proyecto INDECI –PNUD PER/02/051)

La zona de Lucmacucho se encuentra entre las cotas 2,740 y 2,900 m.s.n.m.

Sus pendientes fluctúan en el rango de 5° a 7°

Intensidades Sísmicas Locales

El Estudio Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil en el marco del convenio INDECI PNUDPER/ 02/051, ha identificado cuatro zonas sísmicas en función al análisis de las variables de aceleración, amplificación de ondas, factor de sitio y tiempo de recurrencia, que son Nivel severo, moderado, menor y leve.

Clasificando a Lucmacucho (parte alta y baja) en el nivel moderado.

Nivel Moderado:

Esta zona se caracteriza por presentar suelos aluviales con aceleraciones sísmicas altas. Otro fenómeno que se puede presentar en este sector, es la probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos, ante la presencia de un sismo de gran magnitud.

Materiales predominantes de la Construcción:

Esta variable es de suma importancia para la determinación de los niveles de vulnerabilidad de los asentamientos humanos y resulta influenciada por el tipo y origen de los peligros o amenazas. Así, por ejemplo, las edificaciones de ladrillo con respecto a las de adobe responden de manera más favorable ante inundaciones. Por otro lado, las construcciones de albañilería no reforzada y de adobe presentan un comportamiento similarmente desfavorable ante sismos en tanto que las construcciones de madera y de albañilería reforzada de alta calidad responden de manera favorable ante sismos. Del análisis de tipología y localización de materiales predominantes en la construcción en la ciudad de Cajamarca se tiene que el ladrillo es un material predominante en las edificaciones de la zona Este de la ciudad, en donde se ubican los estratos sociales más altos; el uso mixto del adobe y ladrillo es predominante en la zona

Centro y Sur de la ciudad; y que el adobe es predominante en la Zona Centro y Norte de la ciudad .Se presenta en laderas en donde existe la probabilidad de deslizamientos de tierra de tipo complejo y moderado, se evidencia en la zona de Lucmacucho.

Geología: Formación Farrat (Ki-f): Compuesta por areniscas blancas de grano medio a grueso y cuarcitas, presenta en algunos sectores estratificación cruzada y marcas de oleaje, confundándose con la formación Chimú. Estructuralmente suprayace a la formación Carhuaz y subyace similarmente a la formación Inca con tendencia gradual. Se ubica cronológicamente en el Cretáceo inferior. Esta formación se presenta en la zona de laderas, al Oeste de la ciudad en los centros poblados de Corisorgona, Lucmacucho y la lotización San Francisco.

En base a éste estudio se realiza la **Tabla N° 1.01. Clasificación de peligros naturales en la ciudad de Cajamarca**

CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE PELIGRO	PELIGROS	RECOMENDACIONES PARA AREAS SIN OCUPACIÓN
ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO	Sectores amenazados por remoción de masas de suelo roca (Deslizamientos Complejos) con impacto o efecto puntual. Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	Prohibido su uso con fines de expansión urbana. Se recomienda utilizarlos como reservas ecológicas, zonas recreativas, etc.
ZONAS DE PELIGRO ALTO +	Sectores amenazados por la escorrentía de flujos de lodo generados por la probabilidad de deslizamientos complejos con impacto en el área hipotética de deyección e inundación mayor. Sectores que son inundados por la acción pluvial Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	Pueden ser empleados para uso urbano de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes. Se deben emplear materiales y sistemas constructivos adecuados; y priorizar obras de drenaje en áreas de depresión topográfica.
ZONAS DE PELIGRO ALTO	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones mayores en zonas específicas.	Suelos aptos para uso urbano empleando materiales y sistemas constructivos adecuados; reglamentando las construcciones sísmo resistentes y controlando la ocupación de franjas marginales de las quebradas.
ZONAS DE PELIGRO MEDIO	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas menores-	Suelos aptos para expansión urbana, controlando la ocupación de franjas marginales de las quebradas.
ZONAS DE PELIGRO BAJO	Suelo de mejor calidad con aceleraciones sísmicas leves.	Suelos ideales para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes, controlando la intangibilidad del uso del suelo en las franjas marginales de las quebradas inmediatas.

1.5 BASES TEÓRICAS

No puede menos que llamarnos la atención que con elementos tan comunes como la tierra, el agua, el aire (para el secado) y el fuego (para la cocción) el hombre logró fabricar un material de construcción que, con muy pocas variantes tecnológicas, siguen manteniendo plena vigencia y demanda hasta nuestros días. Es así que la unidad de albañilería llamada LADRILLO, ha tenido, tiene, y tendrá relevante importancia en la construcción.

El ladrillo

Historia

El uso del ladrillo como elemento constructivo, se conoce desde la antigüedad. Así, la palabra actual que se emplea para designar el adobe proviene del término egipcio "ladrillo de barro crudo". La materia prima para la conformación y elaboración de ladrillos es la arcilla. El ladrillo más antiguo del mundo se encontró en 1952 en unas excavaciones de Jericó, a orillas del río Jordán.

Definiciones referidas al tema de estudio

Mampostería.- Es el arte de colocar a mano (piedras, ladrillos, adobe, etc.)

Emplantillado.- Se denomina emplantillado a la primera hilada de ladrillos colocados sobre la superficie. En el primer piso, el emplantillado se hace sobre el sobrecimiento (Figura 1.33); en un piso superior, se hace sobre la losa (Figura 1.34).

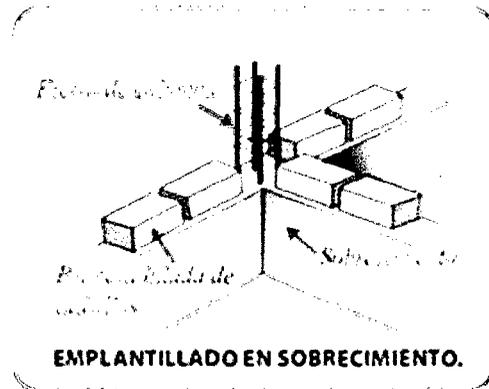
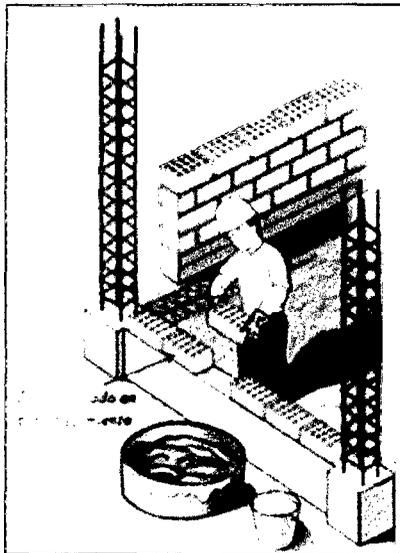


Fig.1.33 Emplantado en sobrecimiento

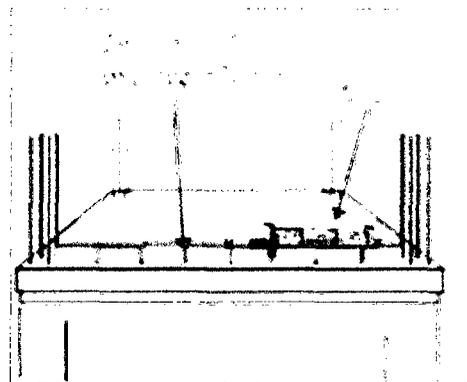
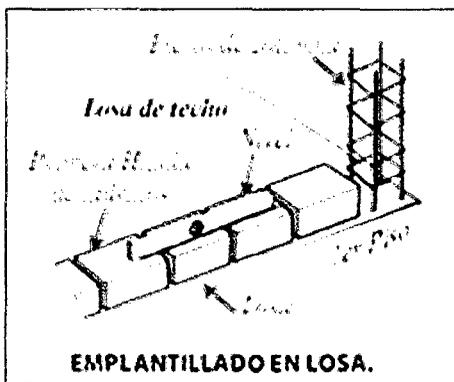


Fig.1.34 Emplantado en losa

El Mortero.- estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.

La mezcla de cemento y arena debe hacerse en seco, luego colocar la mezcla en una batea, donde se agrega agua suficiente hasta que sea trabajable.

Mortero para asentar ladrillo y levantar muros = Cemento + Arena Gruesa + Agua (Figura 1.35)

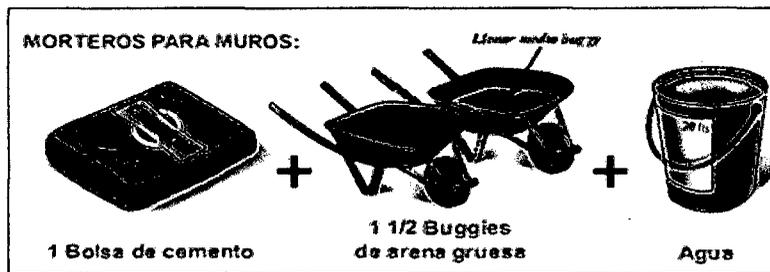


Fig. 1.35 Mortero para asentar ladrillo y levantar muros

Mortero para tarrajar paredes y cielorrasos = Cemento + Arena Fina + Agua (Figura 1.36)

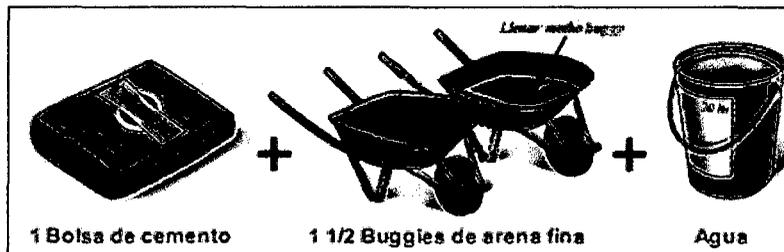


Fig. 1.36 Mortero para tarrajar paredes y cielorrasos

Componentes:

a.- Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

-Cemento Portland o cemento adicionado normalizado y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas Correspondientes.

-No deberá usarse arena de mar.

b.-El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales.

c.-El agua será potable y libre de sustancias deletéreas(contaminadas), ácidos, álcalis y materia orgánica.

Hilada de ladrillo.- Se llama hilada a la serie de ladrillos colocados en sentido horizontal. (Figura 1.37)

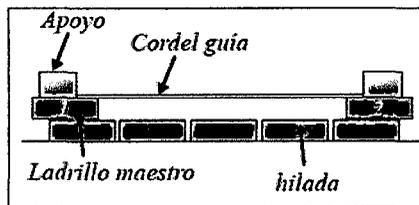


Fig.1.37 Hilada de ladrillo

Alineamiento en la asentada del ladrillo.- En el caso del asentado de ladrillos, el alineamiento se realiza con un cordel que es estirado y sujetado a las caras exteriores de unos ladrillos que se encuentran en los extremos del muro a asentar. (Ladrillo maestro) (Figura 1.38)

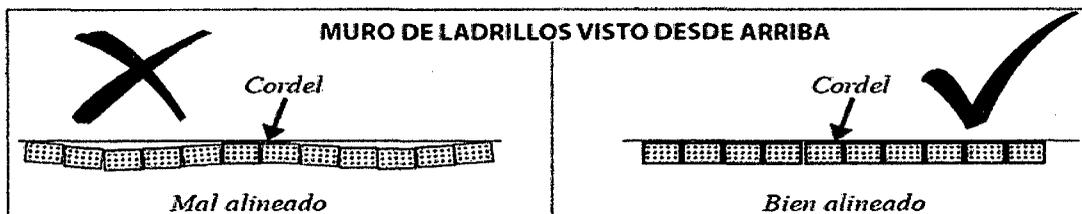


Fig.1.38 Alineamiento en la asentada del ladrillo

Control de verticalidad del muro.- Se controlará la verticalidad del muro mediante el uso de la plomada o de un nivel de mano en varios puntos del muro. No se permitirá un desplome* mayor de 4 mm en toda la altura del muro. Se sugiere ir controlando la verticalidad cada 4 hiladas (Figura 1.39)

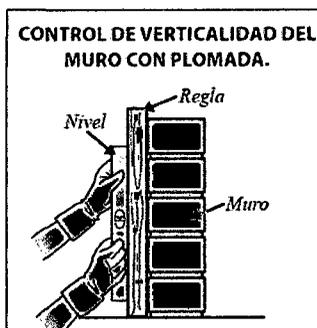


Fig. 1.39 Control de verticalidad del muro

Control de horizontalidad del muro.- Igualmente se deberá verificar que las hiladas queden horizontales, colocando una regla sobre la última hilada

instalada, y sobre la regla, el nivel de burbuja (Figura 1.40)



Fig.1.40 Control de la horizontalidad del muro

Altura máxima de asentada de ladrillos.- La altura máxima para asentar ladrillo debe ser de 1.3 m, equivalente a 12 ó 13 hiladas. El resto se completará al día siguiente, de lo contrario las hiladas superiores comprimirán a las inferiores adelgazando las juntas horizontales. Además, un muro con mortero fresco de más de 1.3 m de altura es muy inestable y peligroso. En el asentado del ladrillo hasta 1.3 m, se debe dejar en la última hilada, las juntas verticales rellenas hasta la mitad, para que al día siguiente la otra mitad del muro engrape mejor, pasada ésta altura, se requiere de una plataforma de madera sobre caballetes, de modo que sobre ella se pueda colocar los materiales y permita pararse para completar el muro hasta la altura del techo.(Figura 1.41)

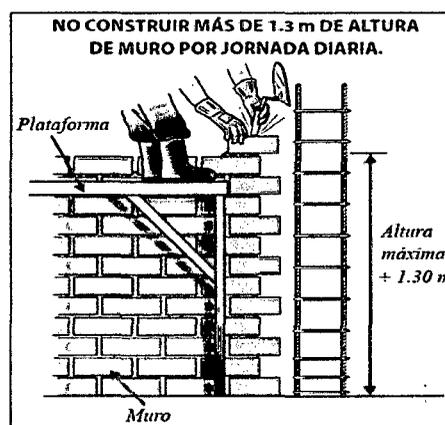


Fig.1.41 Altura máxima de asentada de ladrillos

Endentado del muro.- Se llama endentado del muro, al ladrillo que sobresale en una hilada y queda para realizar el posterior amarre con otra hilada de ladrillo (Figura 1.42 a). La norma E-070 se refiere a este tema y nos dice: La longitud del diente no debe exceder los 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y de partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento (Fig.1.42 b). Si el “diente” es mayor de 5 cm (Figura 1.43) es probable que este se rompa debido al peso del concreto que lo impacta cuando se hace el vaciado. Y si el diente no se rompió debido a este impacto, el concreto no llenará completamente el espacio entre los “dientes” y formará cangrejas.

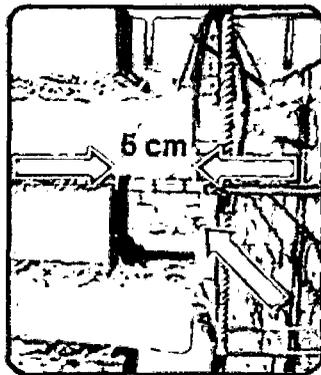


Fig.1.42(a) Endentado correcto
del ladrillo



Fig.1.43 Endentado incorrecto
del ladrillo

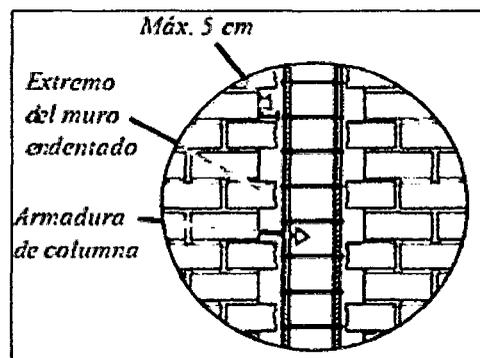


Fig.1.42 (b) Correcto endentado del ladrillo, antes de vaciar la columna.

Encuentros más frecuentes

Los encuentros entre hiladas más frecuentes son en "cruz"(Figura 1.44) en "T" (Figura 1.45) y en "L"(Figura 1.46) A continuación, se presentan estos encuentros para los amarres de sogas y cabeza.

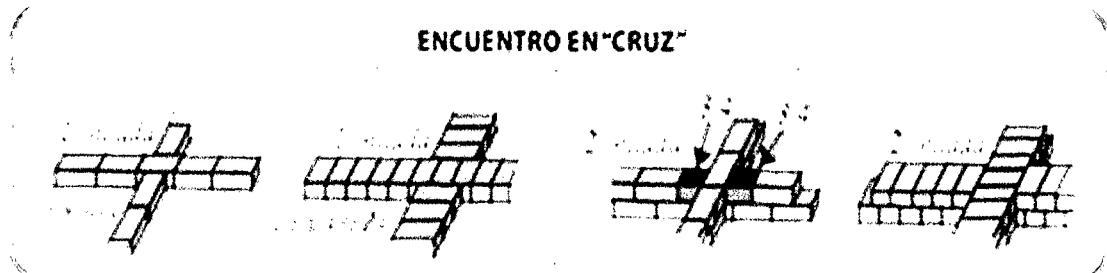


Fig.1.44 Hilada con encuentro en cruz

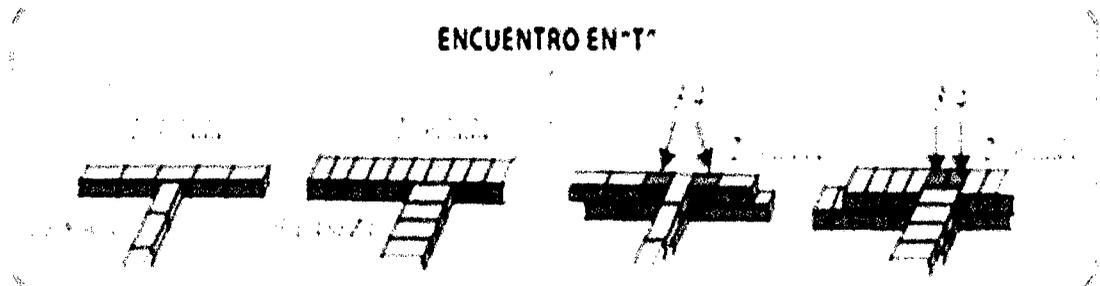


Fig.1.45 Hilada con encuentro en "T"

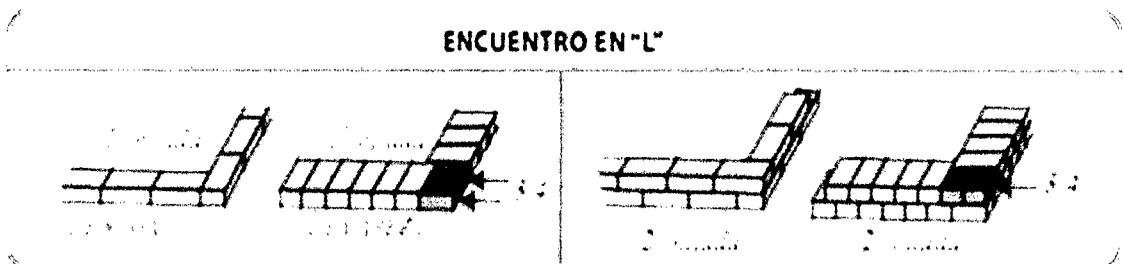


Fig.1.46 Encuentro en "L"

Formas más comunes de aparejo (asentado) del ladrillo

Asentado del ladrillo en sogas.- El de sogas como se ve en la figura 1.25 los ladrillos se colocaran de la sección las larga, el espesor es de 13 cm. (Figura1.47)

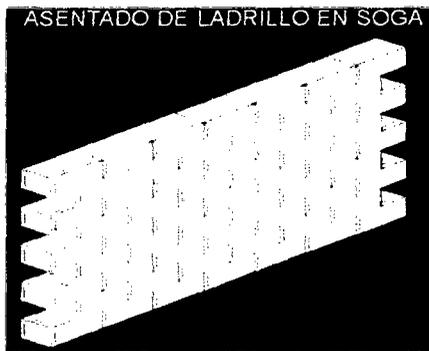


Fig.1.47 Asentado del ladrillo en soga

Asentado del ladrillo en cabeza(o tizón).- Los ladrillos se colocaran de la sección más corta, por su distribución se emplearán más ladrillos, el espesor es de 24 cm. (Figura 1.48)



Fig.1.48 Asentado del ladrillo en cabeza

Asentado del ladrillo mixto.-Combinación del asentado de ladrillo en soga y en cabeza. (Figura 1.49)



Fig.1.49 Asentado del ladrillo mixto

Asentado del ladrillo de costilla (pandereta o panderete) Colocado sobre su canto, y su cara, en la hilada, tiene la misma dirección del muro. Se utiliza en cierres perimetrales de terrenos y como tabique en interiores. (Figura 1.50)

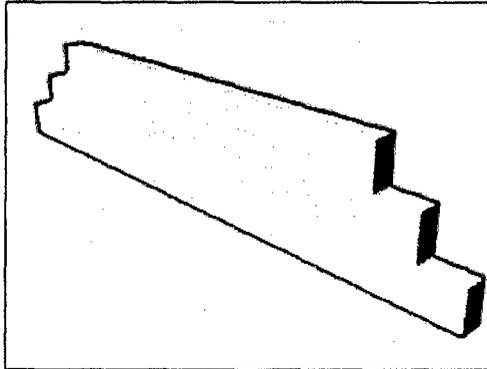


Fig.1.50 Asentado del ladrillo de costilla

Asentado del ladrillo de Canto (Sardinel).- Van colocados de canto y su cabeza, en la hilada, tiene la misma dirección del muro. Su mayor dimensión es perpendicular al muro. Permite obtener muros de mayor espesor (gradas de escaleras, bordes de terrazas y dinteles). (Figura 1.51)

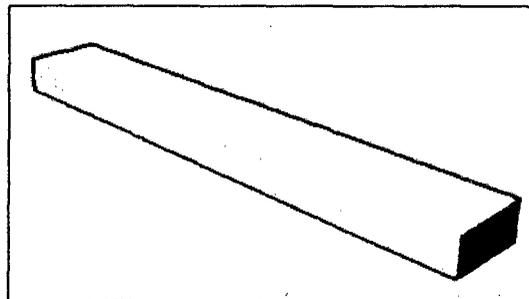


Fig.1.51 Asentado del ladrillo de Canto

Aparejo palomero.- es como el asentado de costilla pero dejando huecos entre las piezas horizontales. Se emplea en aquellos tabiques provisionales que deben dejar ventilar la habitación y en un determinado tipo de estructura de cubierta. (Figura.1.52)

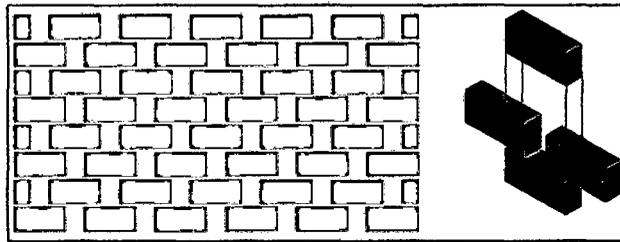


Fig.1.52 Aparejo palomero

Asentado de ladrillo cara vista.- Destaca por ofrecer belleza estética. (Figura 1.53)

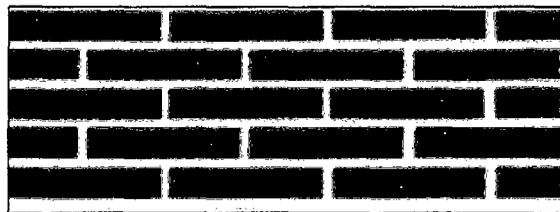


Fig.1.53 Asentado de ladrillo cara vista

Muro portante.- Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (Figura 1.54)

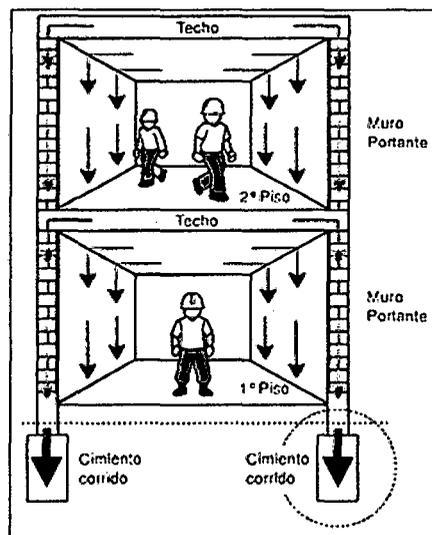


Fig.1.54 Muro portante

Muros portantes que resisten la fuerza sísmica.- Un sismo es un fenómeno natural que ocasiona, entre otros efectos, que la vivienda se sacuda como si alguien la empujara lateralmente. Éstas fuerzas pueden sacudir a la vivienda en distintas direcciones(X, Y), y por lo tanto, la edificación debe tener muros dispuestos a lo largo de dichas direcciones, de modo que le proporcionen fortaleza. (Figura 1.55)

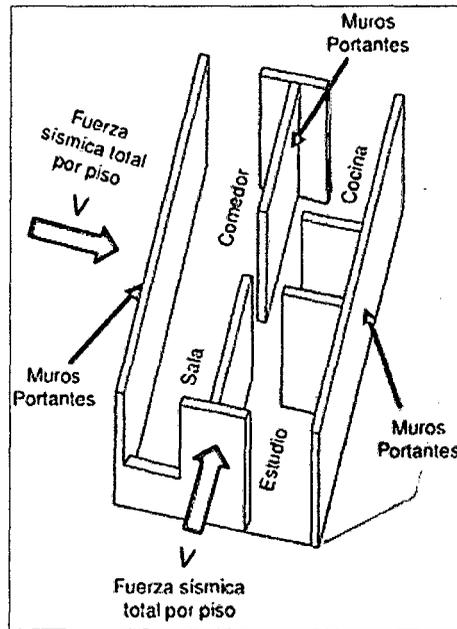


Fig. 1.55 Muros portantes que resisten la fuerza sísmica

Muro en la dirección "X", soportando las fuerzas del sismo. (Figura 1.56)

Si no se tiene una adecuada cantidad de muros portantes en la dirección del movimiento sísmico, la vivienda sufrirá daños considerables. (Figura 1.57)

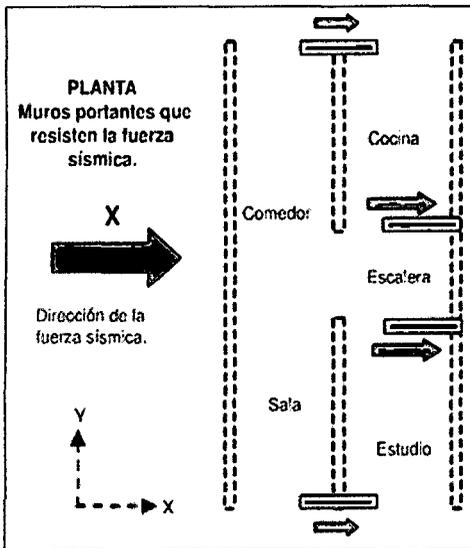


Fig.1.56 Muro en la dirección "X" soportando la fuerza del sismo.

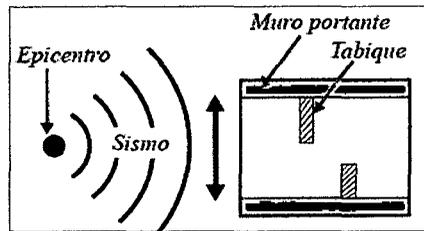


Fig.1.57 Dirección del movimiento sísmico - daños severos

Muro en la dirección "Y", soportando las fuerzas del sismo. (Figura 1.58)

Los muros portantes trabajan principalmente en dirección longitudinal, si la mayor cantidad de muros portantes están paralelos en la dirección del movimiento sísmico, la vivienda se comportará mejor, los daños serán leves (Figura 1.59) El diseño de una vivienda debe considerar muros que puedan tomar los esfuerzos en ambas direcciones.

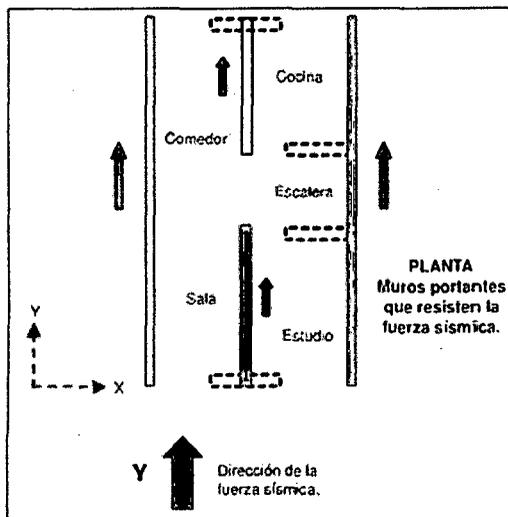


Fig.1.58 Muro en la dirección "Y" soportando la fuerza del sismo.

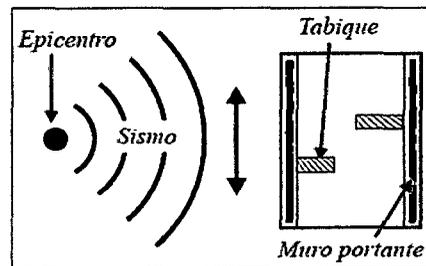


Fig.1.59 Dirección del movimiento sísmico-daños severos

Los problemas comienzan cuando en una vivienda hay escasos muros, en una dirección u otra, o si éstos son de poca longitud. De presentarse esta falla grave, las fuerzas del sismo pueden ocasionar la rajadura y el colapso de los muros. El diseño estructural de una vivienda permite conocer si los muros serán de cabeza o de soga y la longitud que deberán tener.

Esfuerzos de los muros antes, al inicio y durante un sismo

Antes del sismo.- La vivienda sólo soporta su propio peso (Figura 1.60)

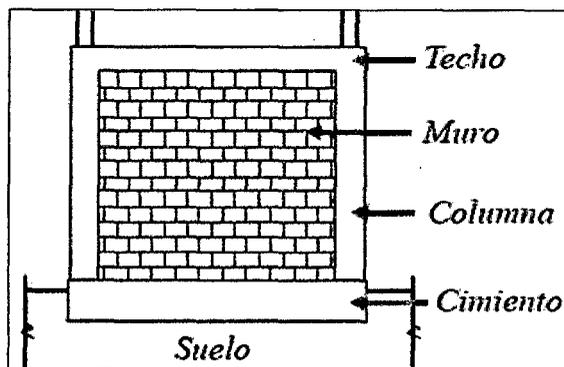


Fig. 1.60 Esfuerzo de los muros antes del sismo

Inicio del sismo.- El suelo comienza a moverse, lo que ocasiona que el cimiento, al estar empotrado, también se mueva con el suelo. La parte superior de la vivienda se mueve más lentamente, produciendo esfuerzos y deformaciones en los muros y columnas. (Figura 1.61)

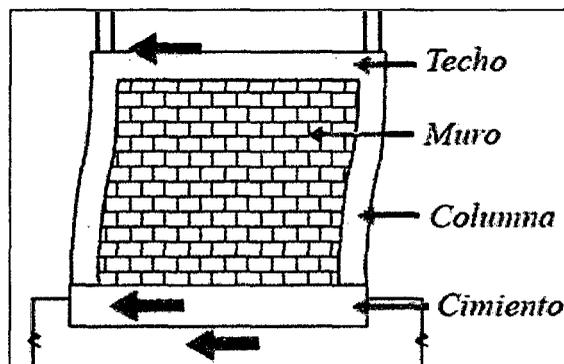


Fig. 1.61 Esfuerzo de los muros al inicio del sismo

Durante el sismo.- Luego el suelo se mueve en sentido contrario, al igual que el cimiento. Esto ocasiona que la parte superior de la vivienda cambie el sentido de su movimiento, produciéndose mayores esfuerzos y deformaciones. Después de varias repeticiones de estos movimientos, las paredes comienzan a fisurarse. (Figura 1.62)

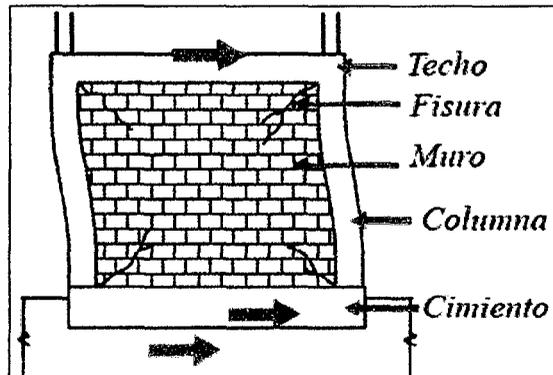


Fig. 1.62 Esfuerzo de los muros durante el sismo

Tabique.- Se llaman tabiques a los muros que no soportan el peso de la estructura de la casa ni la presión de los sismos. Se usan sólo para separar los ambientes, es decir, no se corre ningún peligro, si se elimina uno de estos muros. Figura 1.63

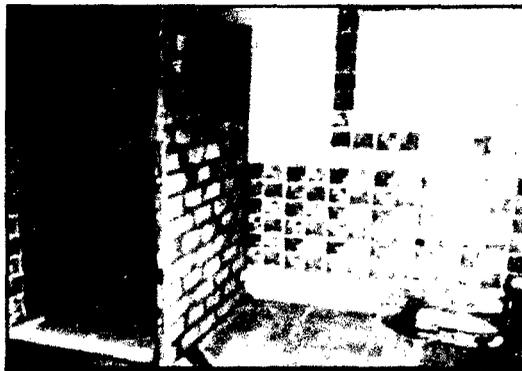


Fig. 1.63 Tabique para separar un ambiente

Albañilería Confinada.-Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la

albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel. Figura 1.64

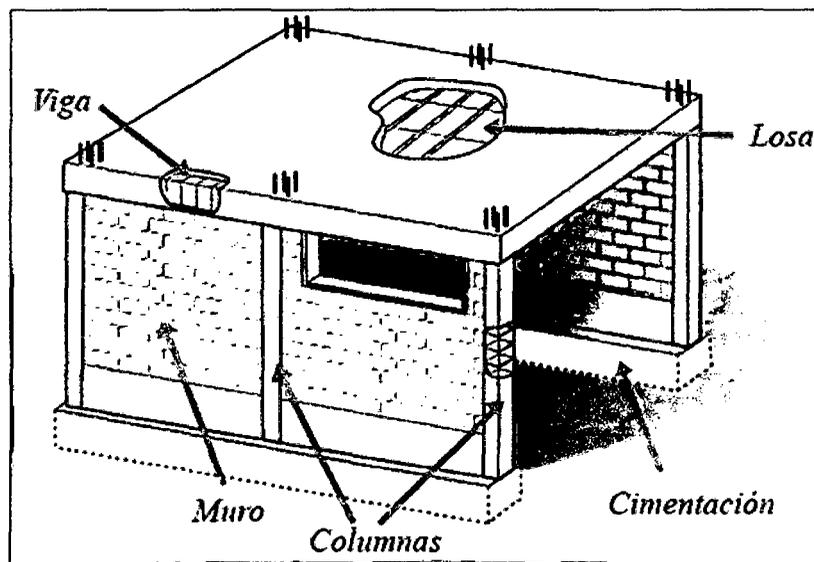


Fig. 1.64 Albañilería Confinada

Losa.- Su función es transmitir las cargas que soporta, es decir, pesos de muebles, personas y su propio peso, así como los efectos del sismo hacia las vigas. Asimismo, mantiene unidas a las vigas, columnas y muros.

Viga.- Es un elemento horizontal que transmite cargas al muro.

Columna.- Su función es transmitir cargas a los pisos inferiores y a la cimentación.

Muros.- Transmiten las cargas de la losa y de las vigas a pisos inferiores y a la cimentación.

Cimentación: Transmite las cargas al terreno.

Dintel.- El dintel es una pequeña viga que se coloca encima del vano para desviar las cargas del muro hacia los laterales. (Figura.1.65)

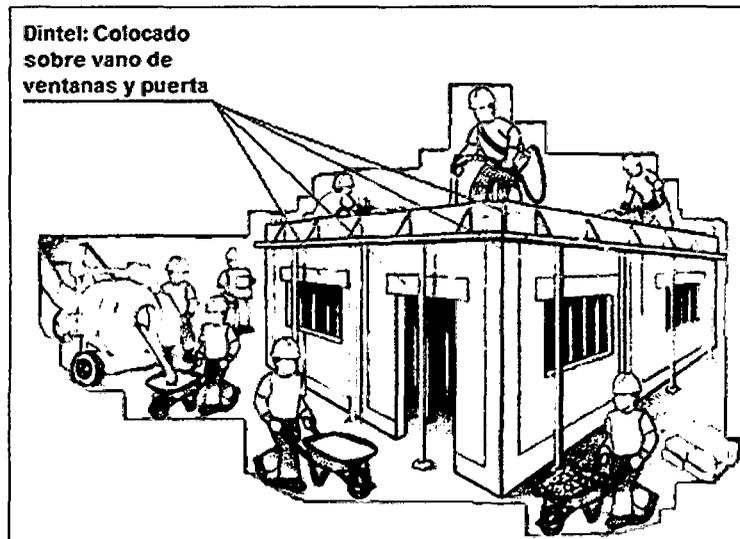


Fig.1.65 Dintel

Forma adecuada de la vivienda.- Para que la vivienda soporte adecuadamente los sismos debe cumplir con las siguientes características:

Simetría: La vivienda debe ser lo más idéntica posible tanto en planta como en elevación, es decir, si la dividimos en cuatro partes, éstas deben ser más o menos parecidas. Asimismo, se debe evitar construir viviendas cuyo largo sea mayor a tres veces el ancho (Figura 1.66).

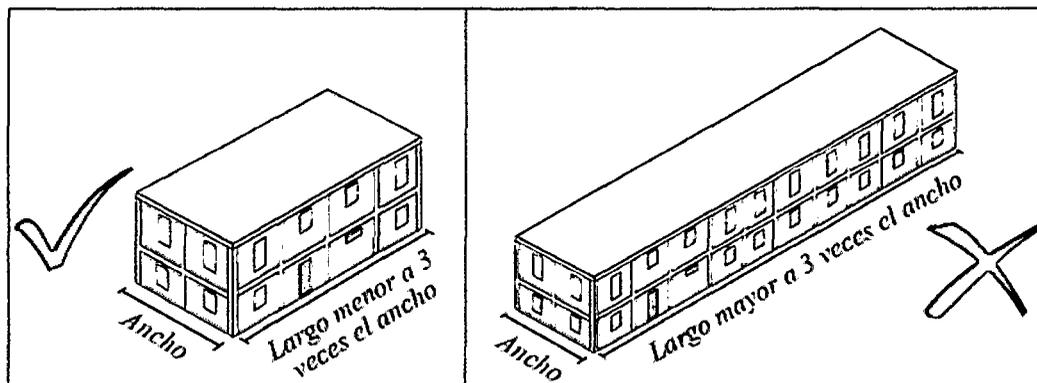


Fig.1.66 Simetría

Continuidad de las losas.- Se debe evitar tener en los techos grandes aberturas o muchas aberturas pequeñas. (Figura 1.67)

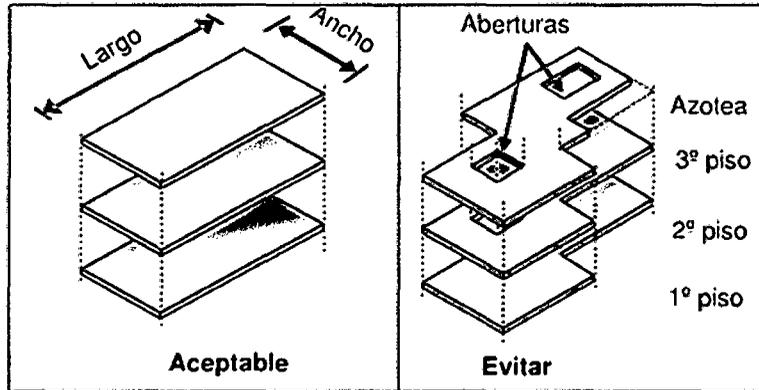
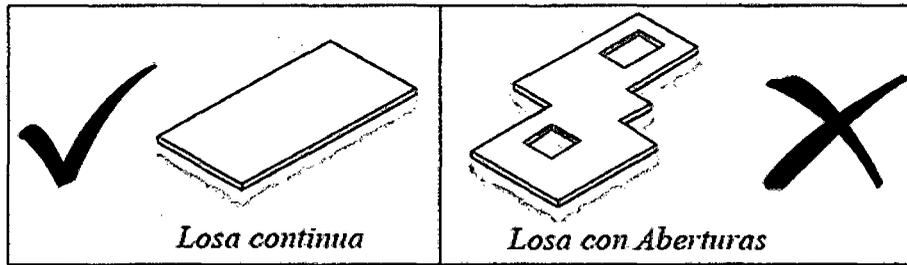


Fig.1.67 Continuidad de las losas

Ubicación de puertas y ventanas: Las puertas y ventanas deben ser ubicadas en el mismo sitio en todos los pisos. Además, se debe construir sin dinteles, es decir, hasta las vigas. (Figura 1.68)

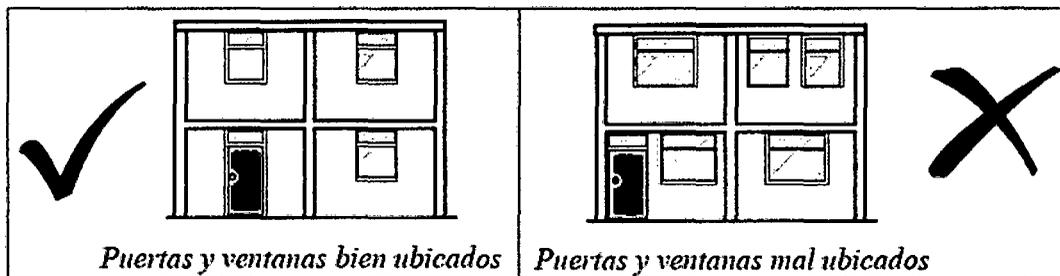


Fig.1.68 Ubicación de puertas y ventanas

Cantidad de muros: Se debe construir los muros en las dos direcciones de la casa, tratando que la cantidad de dichos muros sea la misma. Esto es importante, ya que los muros tienen la función de resistir los sismos que pueden venir en cualquier dirección. (Figura 1.69)

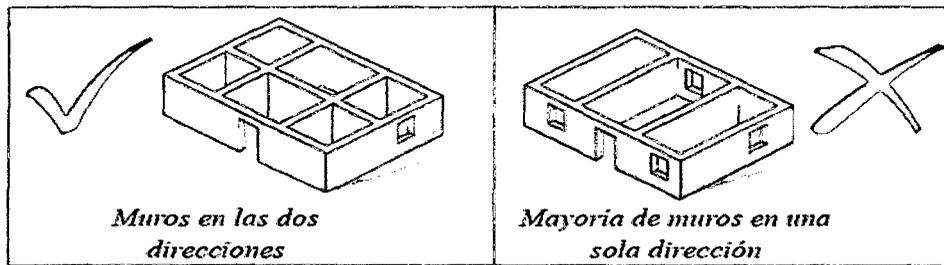


Fig. 1.69 Cantidad de muros

Continuidad de los muros: Los muros de pisos superiores deben estar ubicados sobre los muros de pisos inferiores. (Figura 1.70)

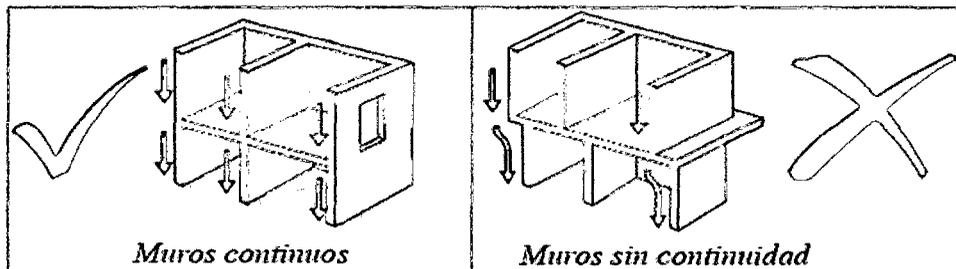


Fig. 1.70 Continuidad de los muros

Planta típica.-Para contar con continuidad de muros y de losas, se debe tener en lo posible diseños de planta típica (Conservan la igualdad en todos los niveles) (Figura 1.71)

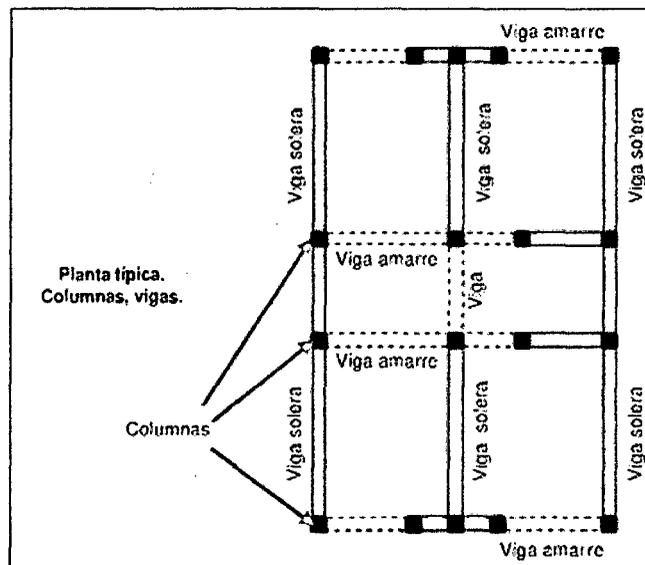


Fig. 1.71 Planta típica

Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda

Antes de comenzar la construcción de la vivienda, es prudente analizar dónde vamos a ubicarla. Nunca debemos edificar una casa sobre material de relleno, ya que en el futuro, éste se asentará y producirá graves rajaduras e incluso el colapso de la vivienda. Debemos evitar construir en laderas muy empinadas. Si se hiciera, se debe conformar plataformas horizontales y escalonadas, de tal manera que los muros de la vivienda tengan toda la misma altura.

(Figura 1.72)

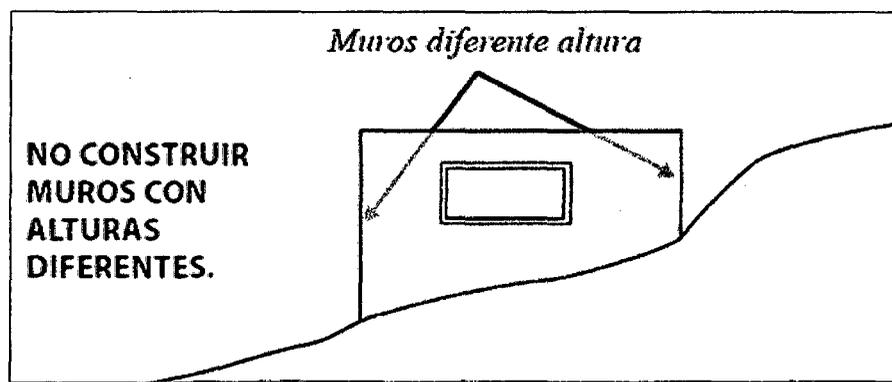


Fig.1.72 Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda

Lugares donde no se debe construir una vivienda.- No debemos construir en zonas de antiguos lechos de río, por el riesgo a inundaciones y huaicos. Debemos trazar y replantear los linderos del terreno, respetando en todo momento los límites con los lotes vecinos, con las vías públicas y con las veredas. El lugar adecuado para construir una vivienda es sobre suelos firmes y resistentes, como las rocas o gravas, ya que permitirán un buen comportamiento de la cimentación (Figura 1.73)

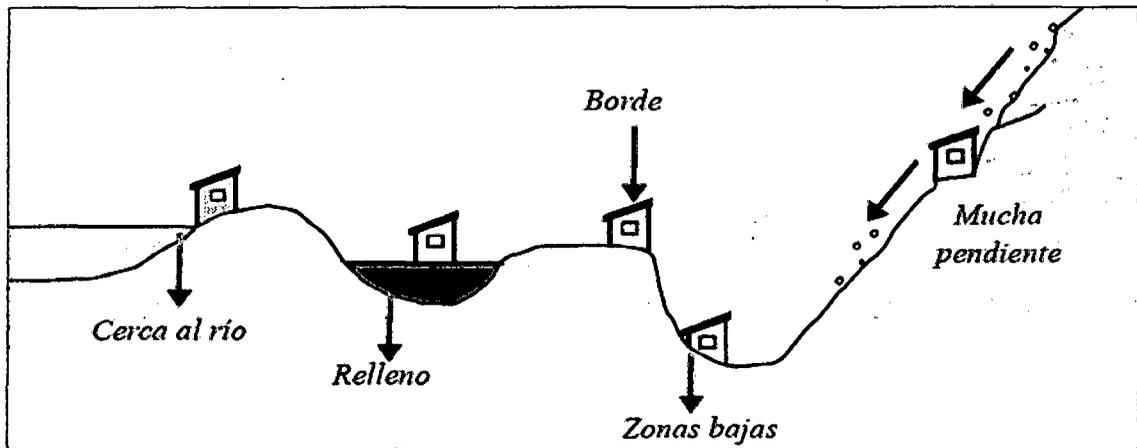


Fig. 1.73 Lugares donde no se debe construir una vivienda

Efectos en una construcción sobre roca y relleno.-Si el suelo estuviese formado por rellenos o basura, se deberán remover estos materiales y excavar hasta que se encuentre un terreno firme. Cuando se construye una vivienda sobre una ladera, no es bueno cimentar una parte sobre la roca y otra sobre el relleno, ya que la cimentación a lo largo del tiempo presentará comportamientos diferentes. Esto ocasionará que se produzcan grietas en la vivienda. (Figura 1.74)

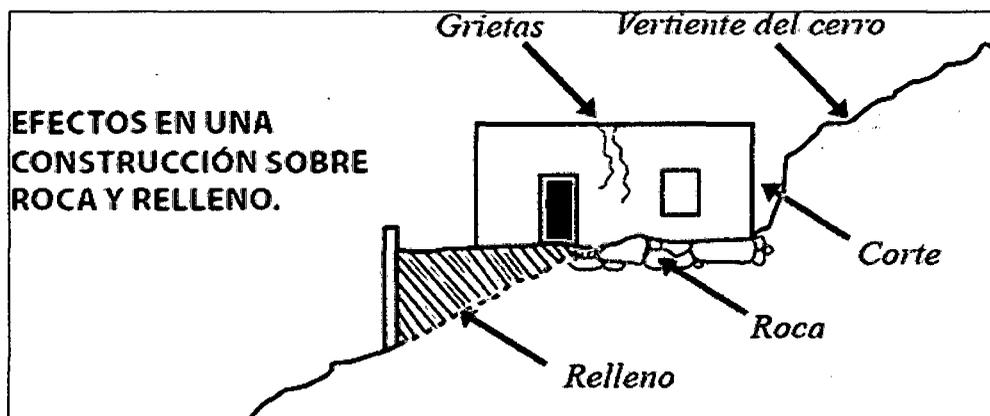


Fig.1.74 Efectos en una construcción sobre roca y relleno

Ubicación ideal.- Siempre se debe excavar las zanjas de cimentación hasta llegar al suelo natural y firme. Nunca se debe utilizar la vertiente del cerro para construir la pared posterior o parte de ella; una pared de este tipo podría ceder, caer y demoler su vivienda en cualquier momento. Lo recomendable es independizar las estructuras dejando un espacio intermedio de un metro de ancho como mínimo. Esta situación será más grave si ocurre un sismo. También es importante considerar que esta parte debe estar limitada con un muro de contención lo suficientemente resistente para soportar las presiones que ejerce el suelo. De igual manera, se escalonará el cerro para evitar deslizamientos. (Figura 1.75)

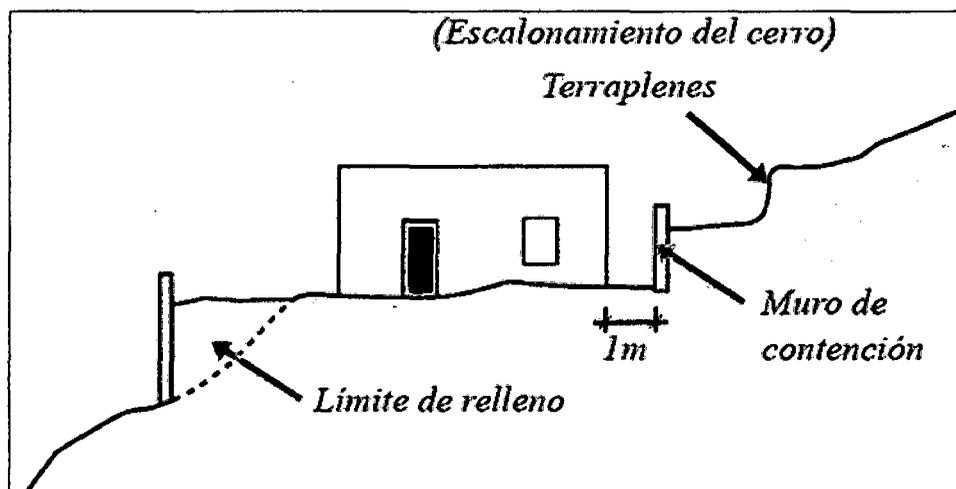


Fig.1.75 Ubicación ideal

El orden de construcción.- Proceso constructivo ordenado de una construcción de albañilería confinada. (Figura 1.76)

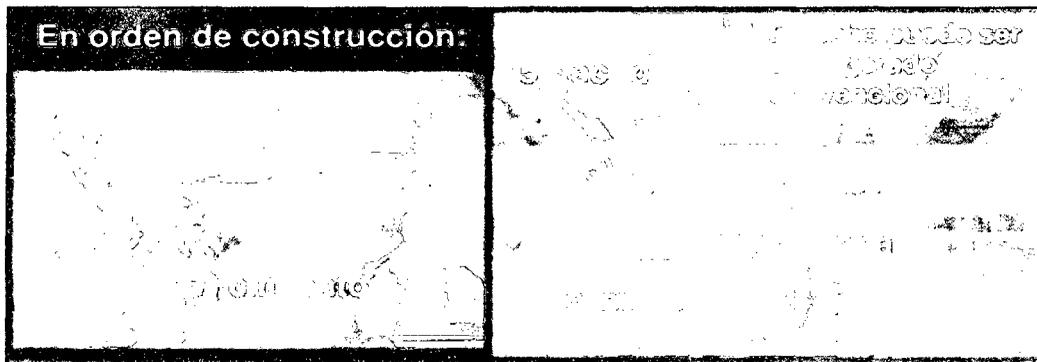


Fig.1.76 El orden de construcción

Fuente: Criterios para construcción de ladrillo más seguras.

Ing. Ángel San Bartolomé - Ing. Daniel Quiun-PUCP

Normalización del ladrillo en el Perú

Los usos que se le da al ladrillo son múltiples debido a sus propiedades físicas como ligereza, porosidad y buen aislamiento térmico aunque no acústico, a sus propiedades mecánicas tales como buena resistencia a compresión y tracción y gran adherencia a los morteros y a sus propiedades químicas como resistencia a agentes atmosféricos y durabilidad.

El ladrillo en la construcción es la unidad básica para construir muros de albañilería. La resistencia última del ladrillo f'_b , la determina la resistencia a la compresión del muro f'_m cuyo valor se puede considerar entre el 40% al 45% de la resistencia última del ladrillo f'_b . Para un correcto funcionamiento de los muros estructurales es conveniente que $f'_m > 25 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo y para edificaciones de más de dos pisos $f'_m > 40 \text{ kg/cm}^2$ (Estela 1998). Según el material del que está hecho el ladrillo puede ser de arcilla, cemento o sílico calcáreo y según su fabricación puede ser artesanal e industrial. Las características generales de todo buen ladrillo son un modelo perfecto, una ausencia completa de grietas, estar bien cocido y por consiguiente ser muy

sonoro a la persecución, una estructura porosa, agarrar bien el mortero y no contener sales solubles(Reverté 2001).Del mismo modo se puede clasificar los ladrillos en forma general.

En el caso de Perú, el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) normaliza las características técnicas del ladrillo para fines estructurales en la norma E-070-Albañilería.Aquí se define a las unidades de albañilería como ladrillos y bloques de arcilla cocida de concreto o de sílice – cal, señala que puede ser sólida,hueca,alveolar o tubular.

La unidad de albañilería hueca, es aquella cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano. (Figura 1.77)

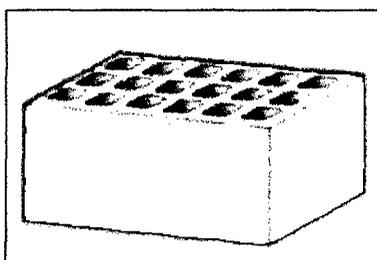


Fig.1.77 Unidad de albañilería hueca

La unidad de albañilería sólida o maciza, es aquella cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano. (Figura 1.78)

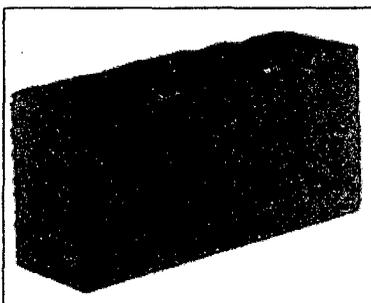


Fig.1.78 Unidad de albañilería sólida o maciza

La unidad de albañilería tubular o pandereta, es la unidad de albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento. (Figura 1.79)

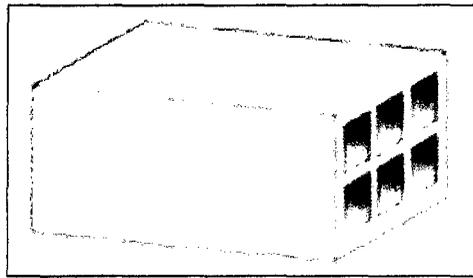


Fig.1.79 Unidad de albañilería tubular

La unidad de albañilería alveolar, que la constituye aquella unidad de albañilería sólida o hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados. Primero se instalan los tubos y después se asientan los bloques. Figura 1.80

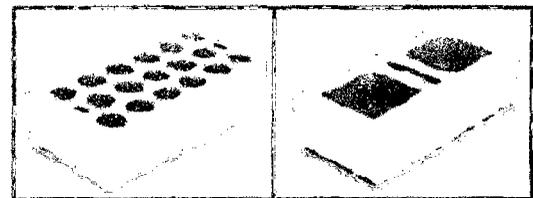
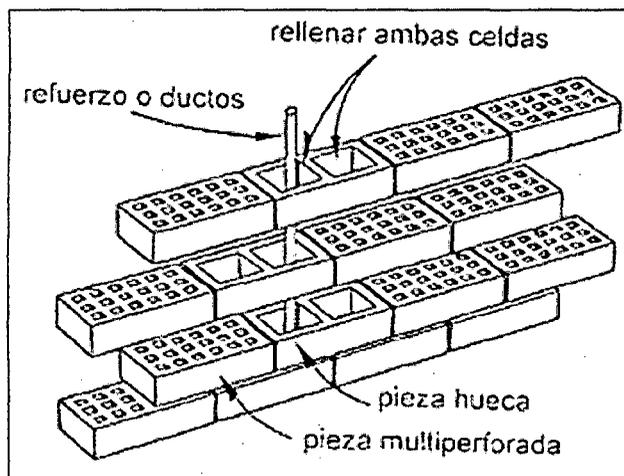


Fig.1.80 Unidad de albañilería alveolar

La norma aclara que se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano.

Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

Así mismo, según el proceso de fabricación, se denomina:

Ladrillo de arcilla artesanal, si se fabrica con procedimientos manuales.

(Figura 1.81)

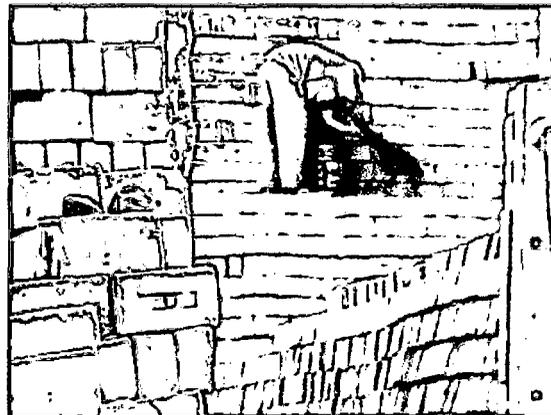


Fig. 1.81 Ladrillo de arcilla Artesanal

Ladrillo de arcilla Industrial, si es fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o estruje la pasta de arcilla.(Figura 1.82)

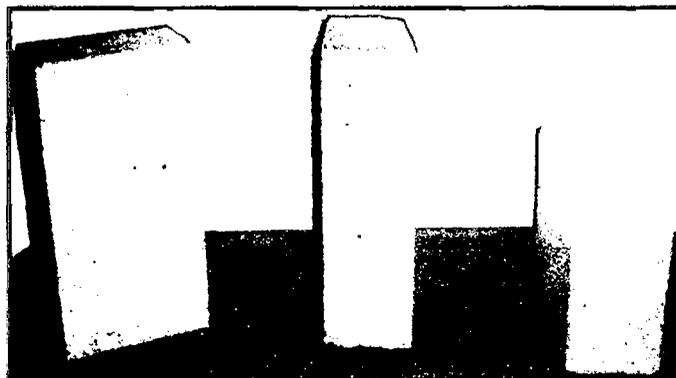


Fig. 1.82 Ladrillo de arcilla industrial

La norma E-070, clasifica a las unidades de albañilería para fines estructurales.

Clasificación del ladrillo de acuerdo a sus características técnicas

(Tabla N°1.02)

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción.

Tabla N° 1.02 Clasificación del ladrillo de acuerdo a sus características técnicas

Ladrillo I.- Resistencia y durabilidad muy baja. Apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Ladrillo II.- Resistencia y durabilidad bajas. Apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

Ladrillo III.- Resistencia y durabilidad media. Apta para construcciones de albañilería de uso general.

Ladrillo IV.- Resistencia y durabilidad alta. Apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.

Ladrillo V.- Resistencia y durabilidad muy alta. Apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente riguroso.

Las características técnicas para clasificar el ladrillo estructural que se muestra en la tabla N° 1.02, son variación de la dimensión, alabeo y resistencia característica a la compresión, así mismo la norma hace referencia a la absorción. Estas pruebas se realizan según las Normas Técnicas Peruanas, correspondientes así:

Muestreo.- Será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y cinco a absorción.

Resistencia a la compresión.- La resistencia a la compresión del ladrillo es uno de los componentes que determinan la resistencia a la compresión de la albañilería, propiedad más importante de ésta, es del 25% al 50% de la resistencia de la compresión del ladrillo. En términos generales define no sólo su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro.

Limitaciones en el uso de las unidades de albañilería para fines estructurales

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 1.03. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE.E 0.30 Diseño Sismo resistente.

Tabla N° 1.03 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

Zonificación sísmica del Perú

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, como se muestra en la Figura 1.83. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neo tectónica.

ZONA 3 – Departamento de Cajamarca y todas sus provincias.

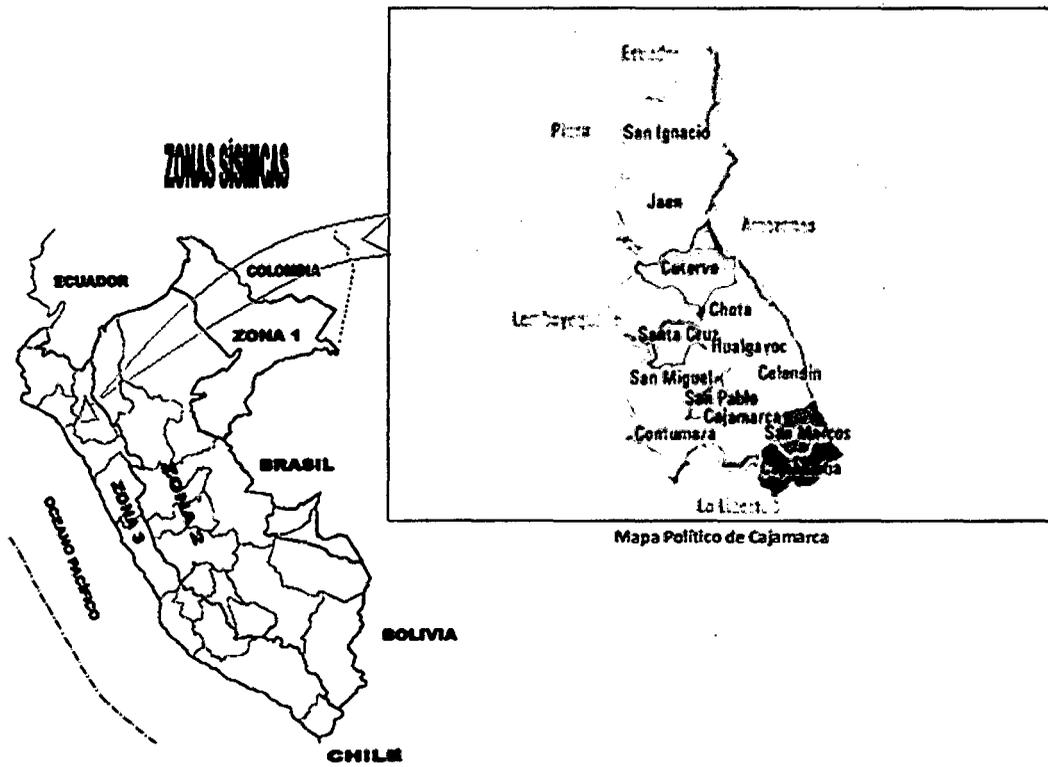


Fig. 1.83 Zonificación sísmica del Perú

Tabla N° 1.04 Ladrillos Artesanales en el Perú

DEPARTAMENTO	N° EMPRESAS	N° TRABAJADORES	NIVEL EDUCATIVO JEFE DE FAMILIA	INGRESO PROMEDIO	OTRAS ACTIVIDADES QUE REALIZAN	PROBLEMAS DE SALUD IDENTIFICADOS	ORGANIZACIÓN DE LADRILLEROS	ACCESO A SERVICIOS PUBLICOS	
								AGUA	LUZ
PUNO	435	8	Secundar Comp.	400	Ninguna	enfermedades respiratorias y visión	asociados por concesión minera	no	no
CAJAMARCA	243	9	Secundar Comp.	1000	Agricultura y ganadería	enfermedades respiratorias	Ninguna	si	si
LA LIBERTAD	27	5	Secundar Comp.	1000	Ninguna	ninguna	Ninguna	si	si
LAMBAYEQUE	115	7	Secundar Incomp.	400	agricultura	enfermedades respiratorias	Ninguna	no	no
PIURA	116	8	Secundar Incomp	500	Ninguna	enfermedades respiratorias	Ninguna	no	no
AYACUCHO	117	5	Secundar Comp.	700	Agricultura y ganadería	enfermedades respiratorias	asociados por concesión minera	si	no
LIMA	22								
TACNA	6								
AREQUIPA	148	6	Secundar Comp.	1000	Ninguna	enfermedades respiratorias	existen 4 asociaciones	no	no
CUSCO	473	7	Secundar Incomp	300	Agricultura y ganadería	enfermedades respiratorias	existen 2 asociaciones	no	no

Tabla N° 1.04 Ladrillos artesanales en el Perú

Fuente :Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú- Elaborado por el Programa Regional de Aire Limpio y el Ministerio de la Producción - 2009

Número de empresas artesanales de producción de ladrillos en Cajamarca

En Cajamarca las empresas productoras de ladrillo en forma artesanal se ubican en las siguientes provincias, según tabla N° 1.05

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	ZONAS	Nº DE LADRILLERAS
Cajamarca	Cajamarca	Baños del Inca	*En Centros Poblados de Cerrillo, Huacataz, Otusco y Santa Bárbara.	227
Cajamarca	Cajabamba	Cajabamba	Caserío Machaguay.	10
Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	A Pan Alto.	06
TOTAL				243

Fuente: Dirección Regional de Producción Cajamarca – Sub dirección de Industrias.

Tabla N°1.05 Ubicación de empresas productoras de ladrillo artesanal en Cajamarca

*La mayoría de ladrilleras están en el Distrito de Baños del Inca, existen 227 ladrilleras en los centros poblados de:

- Cerrillo con 71 ladrilleras que representan el 31%
- Huacataz con 54 ladrilleras que representan el 24%
- Otuzco con 40 ladrilleras que representan el 18% y
- Santa Bárbara con 62 ladrilleras que representan el 27%

Descripción del tipo de horno que se emplea:

El horno utilizado para la cocción de los ladrillos se denomina Escocés y de tipo intermitente con techo abierto a la atmósfera su funcionamiento es periódico o por campaña, las etapas de precalentamiento, cocción y enfriamiento se

realizan en un ciclo completo. La estructura del horno tiene dimensiones aproximadas de 4.5 m de alto, 4m de largo y 4 m de ancho. El material utilizado para la construcción del horno es adobe y arcilla. Para permitir el encendido del horno los ladrillos son arreglados de una forma predeterminada en la parte inferior del horno y dejando un ingreso para alimentar con leña y encender el carbón esparcido entre las capas de los ladrillos.

Producción mensual

La producción mensual es de 20 millares se realizan una quema por mes

Elaboración de los ladrillos en forma artesanal o mecanizada

La fabricación de los ladrillos es de forma artesanal.

Proceso Productivo en horno de 20 millares (Figura 1.84)

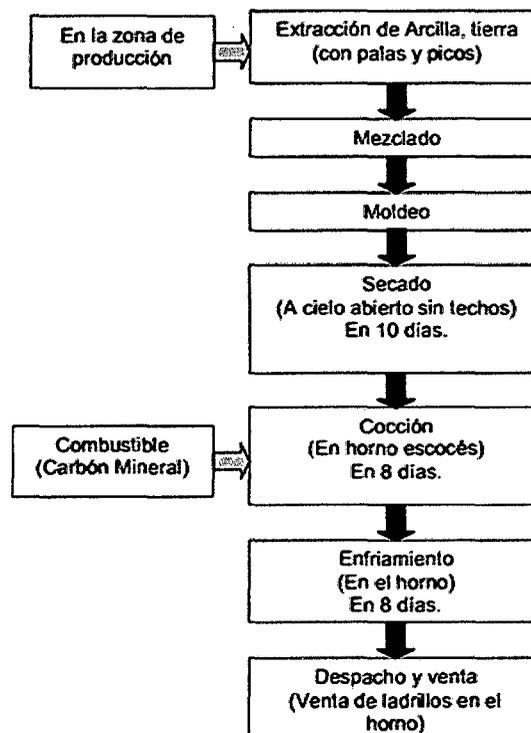


Fig. 1.84 Proceso productivo en horno de 20 millares

Tipos de combustibles que emplean en la quema de ladrillos

En el sector utilizan los siguientes combustibles:

- a) Carbón mineral
- b) Leña

a).-Carbón mineral.- El carbón de procedencia de la provincia de Cajabamba.

En forma molida se agrega entre cada capa de ladrillos.

b).-Leña.- La leña en trozos es utilizada para el encendido del carbón, mineral ubicado entre los ladrillos en el horno.

Proceso de encendido del horno

El encendido se inicia en la parte inferior del horno, con leña y kerosene en un promedio de 12 horas hasta que el carbón haya encendido. El periodo de cocción con carbón es de 8 días.

Para una quema de 20 millares utilizan media camionada de leña en camiones de 7 m³ y cada camión equivale en S/.700.00 Nuevos Soles. La cantidad de carbón mineral utilizado es de 2 toneladas, una tonelada de carbón equivale a S/.150.00 Nuevos Soles.

Resumen presupuesto encendido del horno de 20 millares (Tabla N° 1.06)

Descripción	S/.
½ camionada de leña	350.00
2 Ton de carbón mineral	300.00
Leña	15.00
Total	665.00

Tabla N° 1.06 Resumen presupuesto encendido del horno de 20 millares

Tipos de ladrillos que se producen (sólidos y con huecos)

Fabrican un único tipo de ladrillo sólido con la denominación de simplemente "ladrillo". (Figura 1.85)



Fig.1.85 Ladrillo

Dimensiones del ladrillo (Tabla N° 1.07)

Denominación	Características			Usos y aplicaciones
	Largo	Alto	Ancho	
Ladrillo	21	8	12	Ladrillo para muro

Tabla N° 1.07 Dimensiones del ladrillo

Definición de Patología

Etimológicamente la palabra patología proviene de dos palabras griegas que son:

- ✓ Phatos: Enfermedad
- ✓ Logos: Estudio

La palabra patología designa la ciencia que estudia los problemas, su proceso y sus soluciones, abarca todas las imperfecciones, visibles o no, de la obra edificada desde el momento del desarrollo del proyecto.

Diagnóstico patológico.- Es el estudio de un edificación, o de una parte que se realiza para identificar su realidad constructiva, junto con los procesos patológicos que haya sufrido, así como las lesiones consiguientes, sus causas y su evolución, todo ello con vistas a intervenir en la edificación para conservarla (repararla y rehabilitarla)

¿Qué es una patología de la edificación?

La Patología de la edificación se puede definir como la "ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio (o en parte de él) después de su ejecución. "No es necesario un terremoto, para la aparición de grietas en los muros de las edificaciones. Estudiaremos en adelante las patologías de muro, las cuales se pueden presentar desde fisuras imperceptibles hasta grietas profundas. Una fisura puede tener múltiples orígenes, en algunos casos una rápida mirada será suficiente para determinar la causa de la misma, pero en la mayoría de los casos no es así.

La patología constructiva en la edificación

Puede presentarse en diferentes partes de un edificio, y responde a una gran cantidad de causas, que es necesario identificar en cada caso para poder resolverlas.

Proceso patológico

Para atacar un problema constructivo, debemos diagnosticarlo; es necesario conocer sus síntomas, su estado actual, su proceso, su evolución, sus causas, su origen. Estos aspectos agrupados secuencialmente, es lo que se denomina el Proceso Patológico.

Esa consecuencia temporal del proceso, permite distinguir tres partes: el origen, la evolución y el resultado final (la lesión). Para el estudio (diagnóstico), se hace necesario recorrer dicha secuencia de un modo inverso, así: observar el resultado de la lesión, el síntoma, para que, siguiendo la evolución de la misma, se pueda llegar a su origen, la causa.

Lesión en la patología constructiva.-Es cada una de las manifestaciones observables de un problema constructivo. Es "el Síntoma" o efecto final del

proceso patológico en cuestión. Constituye el aviso de la existencia de un problema y el punto de partida de cada estudio patológico. Se define como lesión, al daño o deterioro que sufre un elemento, un material o una edificación, produciéndose un detrimento de propiedades, atributos y características físicas, químicas, mecánicas o en algunos casos combinación de estas, causadas por un agente agresor o de deterioro.

Las lesiones pueden ser de dos clases: Primarias y secundarias.

Lesión primaria.-Es la que aparece en primer lugar en la secuencia temporal de un proceso patológico concreto.

Lesión secundaria.-Es la que surge como consecuencia de una lesión anterior en un proceso patológico concreto.

Inspección y Evaluación Preliminar.-Reporte detallado de los daños, que incluye su ubicación, dimensiones, descripción y magnitud.

Intervención.-Última fase del proceso patológico, supeditada al diagnóstico y la evaluación, es decir, a la fase de análisis, fase que es muy importante y que hay que desarrollar sin premura de tiempo, pues hay que “analizar al máximo para intervenir lo mínimo”

Reparación.- Finalizando el diagnóstico (descripción del proceso patológico con su origen o causa), se puede aplicar “el remedio”. Este busca devolver a la unidad constructiva lesionada su funcionalidad original. Al conjunto de actuaciones (demoliciones, saneamientos, reposición o sustitución de nuevos materiales, etc.), destinados a recuperar el estado constructivo original de dicha unidad, se llama Reparación.

La reparación contempla dos fases:

En la primera, se actúa sobre la causa o causas que dieron origen al proceso, hasta su total anulación.

En la segunda, se actúa sobre la lesión o lesiones que constituyen el síntoma del proceso.

Nunca se debe actuar sólo sobre la lesión, ya que la causa seguirá actuando y la lesión volverá a aparecer.

Tampoco se debe invertir el orden de actuación, ya que puede aparecer de nuevo el proceso patológico.

Ramas de la patología:

Patología pediátrica.- Estudia los procesos patológicos desde el nacimiento de la obra, desde la concepción misma del proyecto.

Patología curativa.- Diagnóstico e intervención de una obra durante su vida útil.

Patología geriátrica.- Abarca la restauración, rehabilitación y recuperación de obras "antiguas" o patrimoniales.

Patología preventiva.- Referida al mantenimiento de las edificaciones, medidas tomadas para evitar aparición de procesos patológicos.

Patología forense.- Se presenta cuando hay colapso de la edificación, estudiando los procesos que la llevaron al colapso.

Grieta.- Abertura incontrolada que afecta a todo el espesor del muro.

(Figura 1.86)



Fig.1.86 Grieta

Fisura: Abertura que afecta a la superficie del elemento o su acabado superficial (revoque). (Figura 1.87)

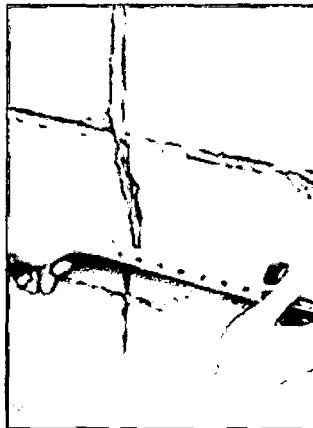


Fig.1.87 Fisura

También conviene clasificar a las grietas en dos tipos:

a) **Grieta que rompe sólo al mortero de asiento.** (Figura 1.88)

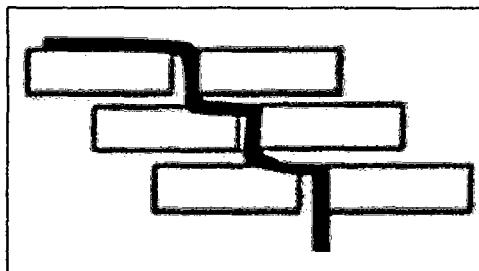


Fig.1.88 Grieta que rompe al mortero

b) Grieta que rompe al mortero de asiento y al ladrillo. (Figura 1.89)

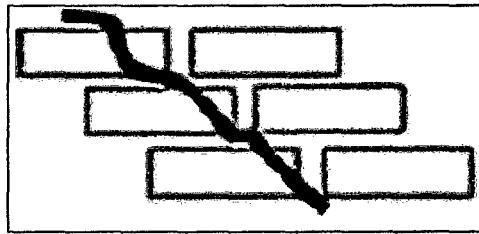


Fig.1.89 Grieta que rompe al mortero y al ladrillo

Fisura/grieta viva: Son aquellas que aún están formándose, es decir, que siguen creciendo porque la acción que las ha creado sigue presente, ejerciendo sus esfuerzos sobre los materiales. Mientras la fisura o grieta estén vivas no se deberá de actuar, salvo para detener su movimiento. Intentar hacerlas desaparecer en ese periodo de tiempo es inútil debido a que seguirán marcándose.

Fisura/grieta muerta: Son aquellas que ya han dejado de crecer, es decir, los esfuerzos o acciones que la provocaron han cesado. Es en ese momento cuando se puede intervenir sobre la zona afectada para lograr su desaparición.

Instrumentos para medir el ancho de las fisuras en los muros

Existen una gran variedad de instrumentos para medir el ancho de las fisuras, así tenemos por ejemplo:

Las reglas graduadas.- Que nos permiten medir en mm y cm. (Figura 1.90)

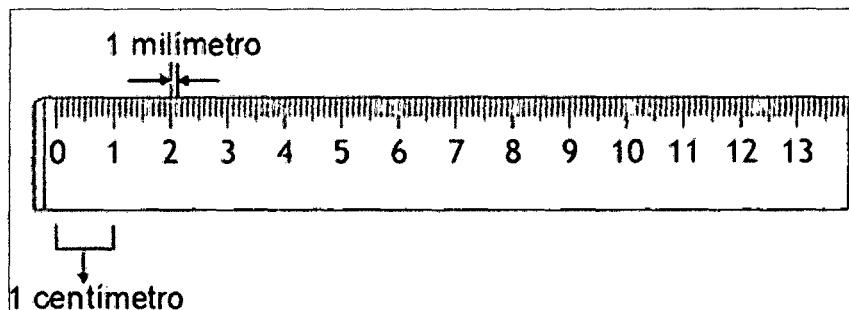


Fig.1.90 Regla graduada

La wincha.- Que nos permiten medir en pulgadas y cm. (Figura 1.91)

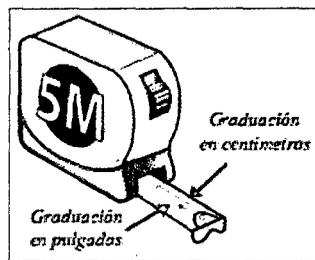


Fig. 1.91 Wincha

Pero también existen instrumentos de mayor precisión, que nos permiten medir ancho y pendiente, como por ejemplo:

Regla de fisuras (Figura 1.92)

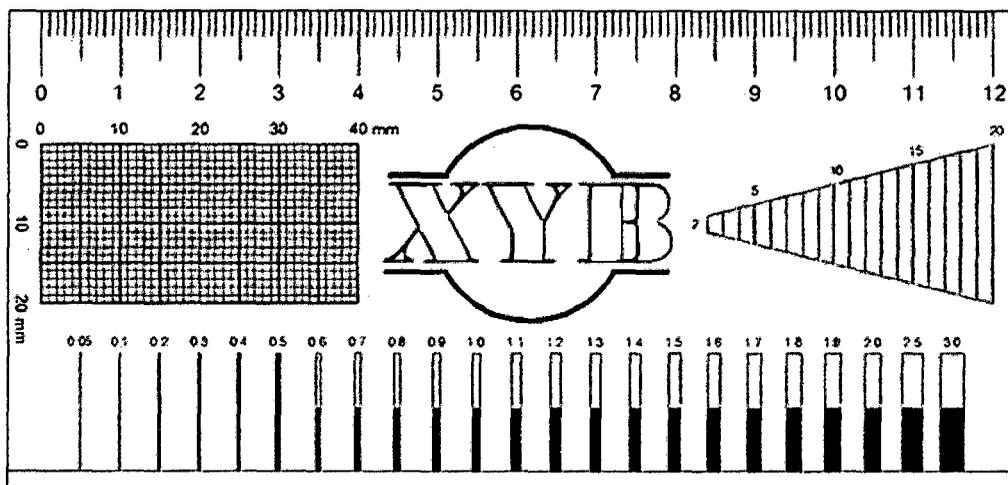


Fig.1.92 Regla de fisuras

En la figura 1.93 podemos observar el sencillo método para la medida del ancho de fisura, basta con colocar la regla sobre la fisura en el lugar que ésta presenta su mayor ancho y deslizar la regla hasta que uno de los anchos preimpresos en la regla coincida con el ancho de la fisura.

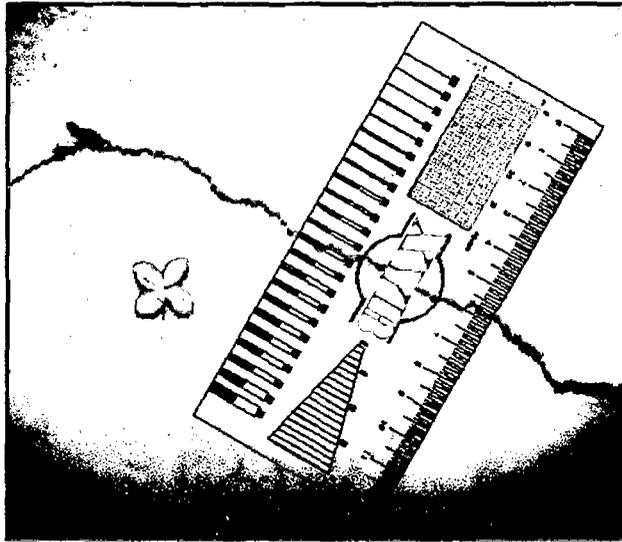


Fig.1.93 Medición del ancho de fisuras

En la figura 1.94 podemos observar cómo se realiza el cálculo de la pendiente de la fisura, para este cometido se utiliza la malla milimetrada de 20×40 milímetros; basta con colocar la regla de fisuras en posición vertical u horizontal según se acomode mejor a la inclinación de la fisura y tomando la medida de los catetos correspondientes a la fisura como hipotenusa podemos determinar su pendiente.

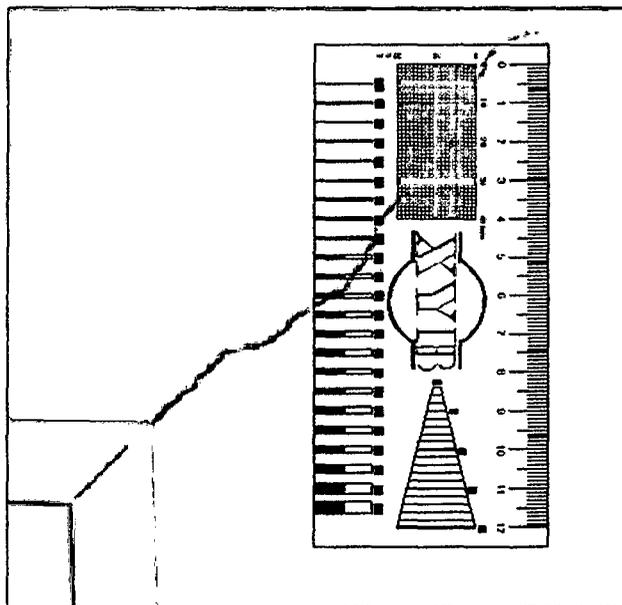


Fig.1.94 Cálculo de la pendiente de la fisura

Causas principales de las Patologías de Muro:

Las causas principales de las Patologías de Muro son:

Deficiencias constructivas y/o materiales de mala calidad.

Acciones mecánicas externas (cargas y asentamientos diferenciales).

Acciones higrotérmicas.

Deficiencias del proyecto.

A.- Deficiencias constructivas y/o materiales de mala calidad.

a.1.- Fisuras por deficiencias de colocación del ladrillo:

Si la fisura es horizontal y coincide con una junta entre ladrillos (Figura 1.95)

Las causas posibles son las siguientes:



Fig. 1.95 Fisura por deficiencia de colocación del ladrillo

a.2.-Falta de adherencia entre el ladrillo y el mortero.-Consecuencia de no haber limpiado el polvo de los ladrillos antes de colocarlos.(Figura.1.96 y Figura.1.97)

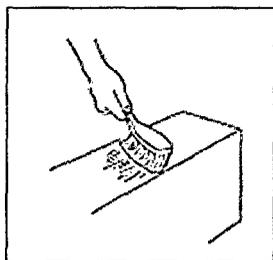


Fig.1.96 Limpiando el polvo del ladrillo

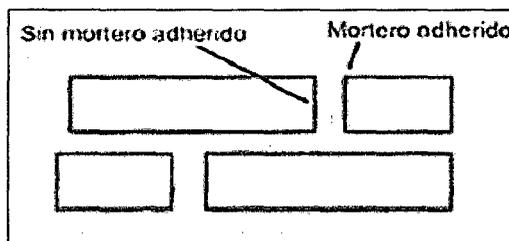


Fig.1.97 Falta de Adherencia
mortero – ladrillo

a.3.- Falta de resistencia del mortero.- Debida a una deficiente preparación de la mezcla, consecuencia de una dosificación incorrecta o bien por agregado posterior de agua para su remezclado.

La mezcla de cemento y arena debe hacerse en seco. Luego, esta mezcla se coloca en una batea donde se agrega agua suficiente hasta que sea trabajable.

(Figura 1.98)

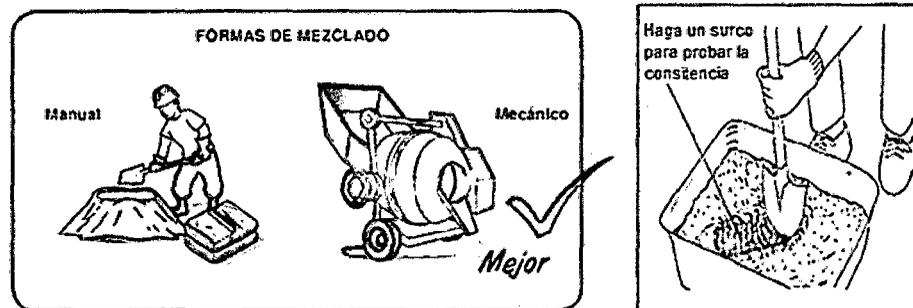


Fig.1.98 Mezcla de cemento y arena manual o mecánico y su colocación en una batea

a.4.- Incorrecto asentado del ladrillo.- Es necesario realizar previamente una buena nivelación (Figura 1.99), para poder asentar luego correctamente los ladrillos(Figura 1.100) ,el espesor del mortero en las juntas verticales debe ser en promedio de 1.5 cm y en las juntas horizontales de 1.0 a 1.5 cm . (Figura 1.101)

La Norma E-070 dice lo siguiente: "En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15mm"Si se empieza sobre una superficie desnivelada el trabajo posterior se vuelve dificultoso y se usan malas prácticas para recuperar el nivel.

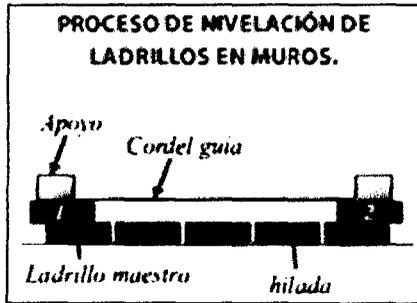


Fig.1.99 Buena nivelación

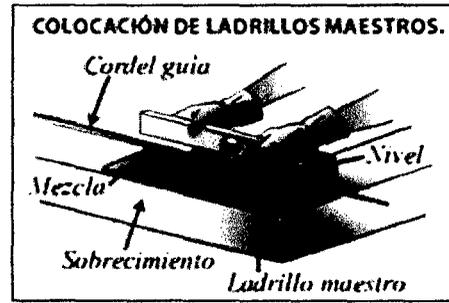


Fig.1.100 Correcto asentado del ladrillo

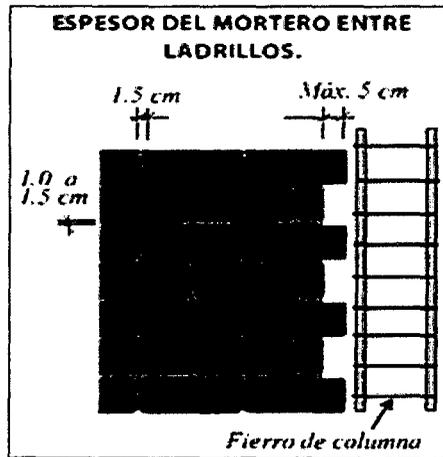


Fig.1.101 Espesor del mortero entre ladrillos

a.5.- Morteros mal preparados.- Es común utilizar un mortero excesivamente fluido para compensar la pérdida de agua producida por succión del ladrillo. Con este método incorrecto, se corre el riesgo de que escurra por las juntas y que además se produzcan contracciones de fragua que provoquen fisuras. Se reitera entonces la importancia de mojar bien los ladrillos antes de su colocación, por consiguiente debe usar una dosificación adecuada. (Fig.1.102)



Fig.1.102 Dosificación adecuada para evitar los morteros mal preparados

a.6.- Incorrecto endentado de muro, en ángulos rectos(a 90°):

Las uniones entre muros deben respetarse, es decir, se debe dejar el ladrillo dentado para su correcto amarre (Fig.1.103) y así la mampostería se comporte en forma eficiente.



Fig.1.103 Dejando el ladrillo dentado, para su correcto amarre

a.7.- Incorrecto endentado de muro en ángulos no rectos (distintos a 90°).

Cuando se trata de esquinas con ángulos diferentes de los 90°, los ladrillos suelen ser cortados a distintas dimensiones, originando un incorrecto amarre entre ladrillos, ocasionando que algunas juntas verticales, tengan mayor espesor. Se debe construir de manera que todos los ladrillos queden trabados, especialmente en las esquinas. (Figura.1.104)

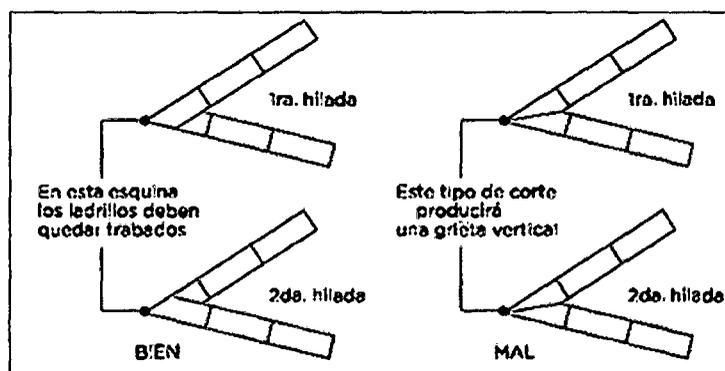


Fig.1.104 Incorrecto endentado de muro en ángulos no rectos

a.8.- Uniones a paredes existentes. Debe respetarse la asentada del ladrillo, para ello será necesario materializar un dentado en la pared existente o materializar una junta. (Figura 1.105)

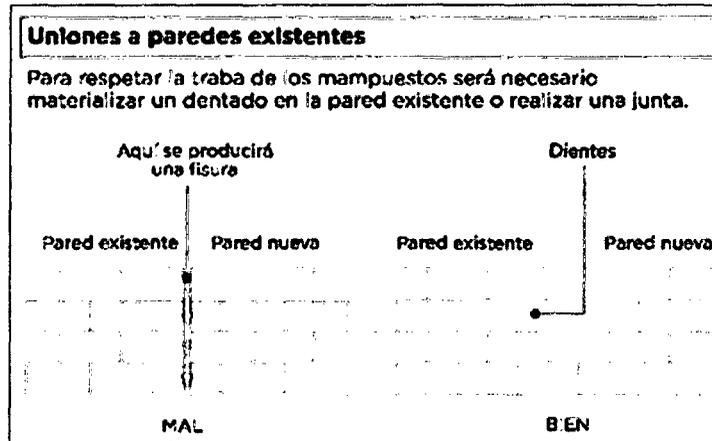


Fig.1.105 Uniones a paredes existentes

a.9.- Contracción de fragua (Retracción).- Si los morteros para asentar el ladrillo de asiento son muy gruesos y ricos en cemento, se producen fuertes disminuciones en volumen de agua, en algunos casos pueden llegar a romper el ladrillo o producir fisuras. (Figura 1.106)

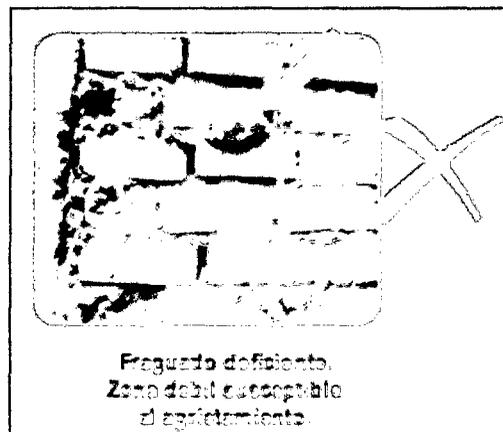


Fig.1.106 Contracción de fragua

a.10.- Eflorescencia.- Son depósitos de sales minerales solubles que aparecen sobre la superficie del ladrillo. (Figura 1.107) Realmente, las eflorescencias peligrosas son las que aparecen en el interior del material, ya que por combinación de agua y hielo se puede llegar a partir el material. Las eflorescencias superficiales, se pueden eliminar mediante el lavado con agua o productos específicos, aplicados cepillando la superficie. El origen del fenómeno de las eflorescencias puede encontrarse no sólo en las características de los materiales constructivos, sino también en otros elementos en contacto, como el propio terreno donde se asienta la obra, que puede aumentar el contenido de las sales solubles de la misma. El sol y el viento evaporan el agua, quedando las sales, para afectar en éste caso al piso terminado y a los muros (Figura 1.108)

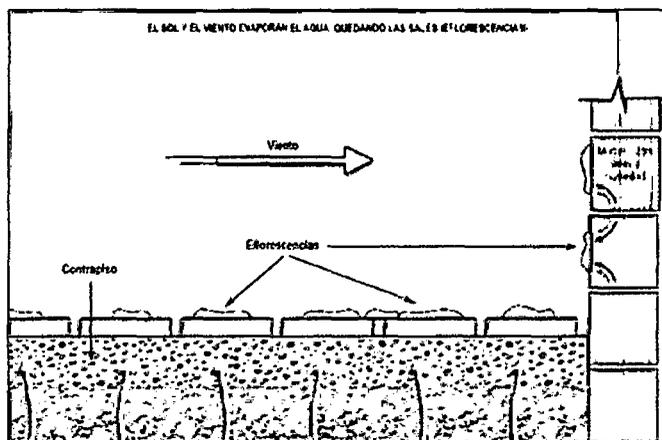


Fig.1.108 El sol y el viento evaporan el agua, manifestándose la eflorescencia.

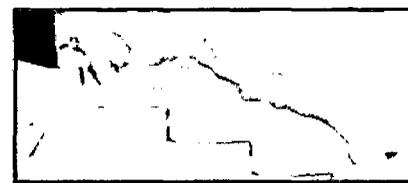


Fig.1.107 Eflorescencia sobre la superficie del ladrillo

B.- Acciones mecánicas externas (cargas y asentamientos diferenciales) .

b.1.- Asentamientos diferenciales.- Es la causa más común y la que produce grietas más claras y abundantes. Los suelos arcillosos varían su resistencia a la compresión según su contenido de agua (Figura.1.109), a medida que

aumenta el contenido de humedad también aumenta su volumen, al tiempo que disminuye la resistencia.

El exceso de humedad puede provenir de: agua de lluvia que cae por los desagües del techo, falta de vereda perimetral, cañerías rotas, filtraciones, etc

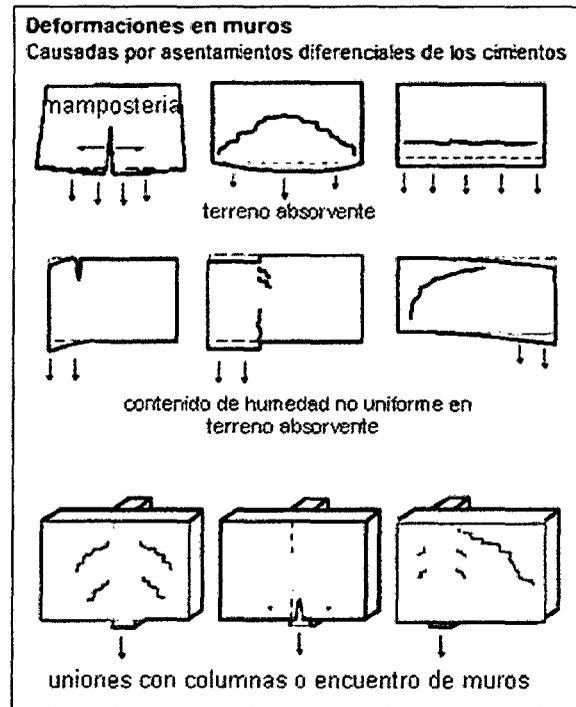
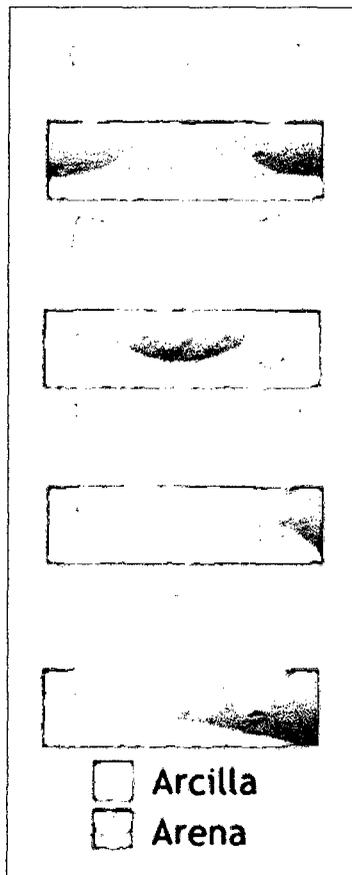


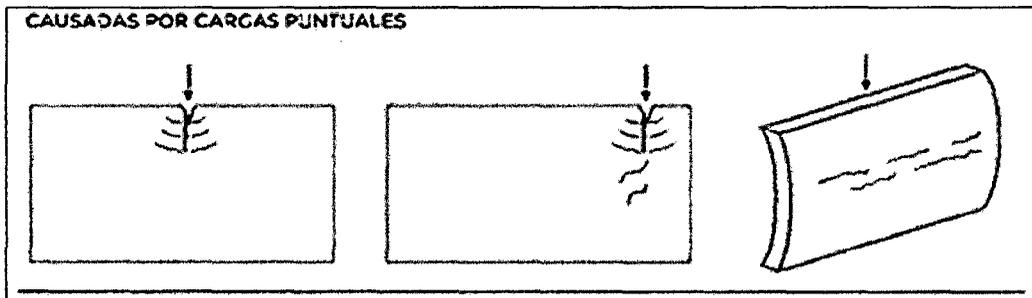
Fig.1.110 Deformación en muro causado por asentamiento diferencial.

Fig.1.109 Asentamiento diferencial, debido a que el suelo arcilloso varía su resistencia.

b.2.-Cargas puntuales.- Las cargas concentradas pueden provocar aplastamiento o pandeo. Los aplastamientos se manifiestan con una grieta vertical acompañada de ramificaciones laterales. Si la carga está aplicada en un extremo, pueden aparecer fisuras a 45°. Las cargas verticales distribuidas o concentradas pueden ocasionar el pandeo del muro. El pandeo es un

fenómeno complejo que depende de la esbeltez del muro (cuanto más alto y delgado, más esbelto y mayor será la posibilidad de pandeo). También depende de su vinculación a columnas y losas en su perímetro y de la variación de las cargas. Al deformarse un muro por pandeo, aparecen grietas y fisuras horizontales, abiertas en una de las caras y cerradas en la otra.(Fig.1.111)

Fig.1.111 Cargas puntuales



b.3.- Cargas uniformes sobre muros de sección variable.- Una carga uniforme aplicada sobre un muro cuya sección presenta una variación, puede ocasionar que el muro de menor espesor sufra mayores deformaciones con la consiguiente aparición de una rajadura vertical entre ambas. Se recomienda en esta zona colocar una junta. (Figura 1.112)

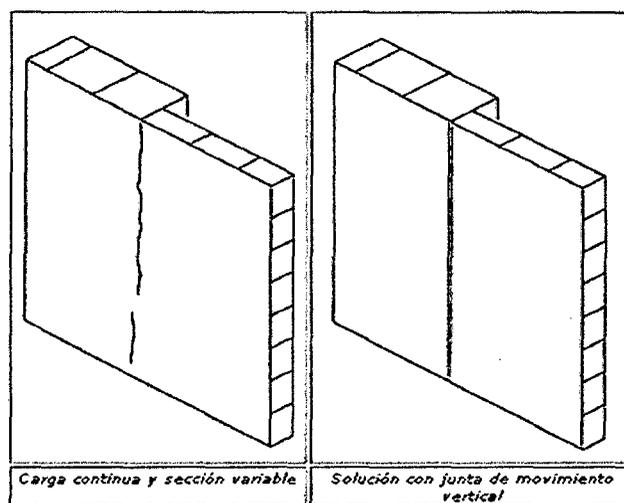


Fig. 1.112 Cargas uniformes sobre muros de sección variable

b.4.- Muros sometidos a estados de carga muy diferentes.- Un caso muy habitual es el de un muro de una casa sometido a un estado de carga muy distinto del de un cerco contiguo, que no recibe carga alguna (ver gráfico Muros sometidos a diferentes cargas).

Ambos muros se deformarán en forma distinta produciéndose rajaduras. En este caso, también se recomienda independizar los muros mediante una junta vertical.(Figura 1.113)

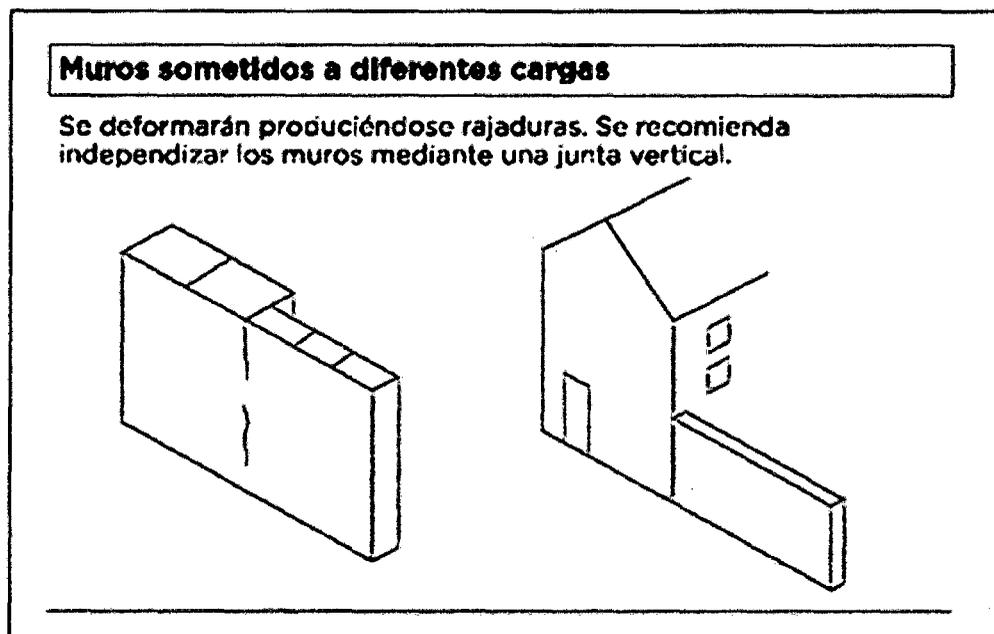


Fig.1.113 Muros sometidos a estados de carga muy diferentes

b.5.- Deformaciones en vigas y techos.- Estos defectos son raros en las estructuras bien calculadas, pero se suelen ver cuando se construyen muros sobre entrepisos sin tomar las precauciones del caso.

Donde apoya un muro se debería reforzar la losa colocando dos o tres viguetas juntas, o materializando una viga, pues de no hacerlo la deformación de la losa puede ser importante. (Figura.1.114)

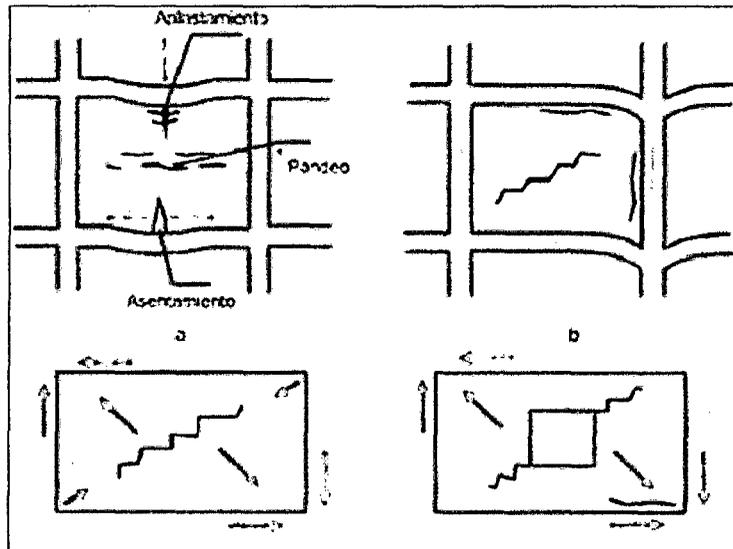


Fig.1.114 Deformaciones en vigas y techos

b.6.- Apoyo en los extremos. -Se deben evitar cargas que superen el espesor de la losa en los extremos y utilizar muros de altura suficiente, pues caso contrario, la losa será muy elástica produciendo rotaciones con grietas y aplastamientos en el apoyo. Además, un apoyo insuficiente produce una excentricidad grande en las cargas, que favorecen el pandeo.(Figura 1.115)

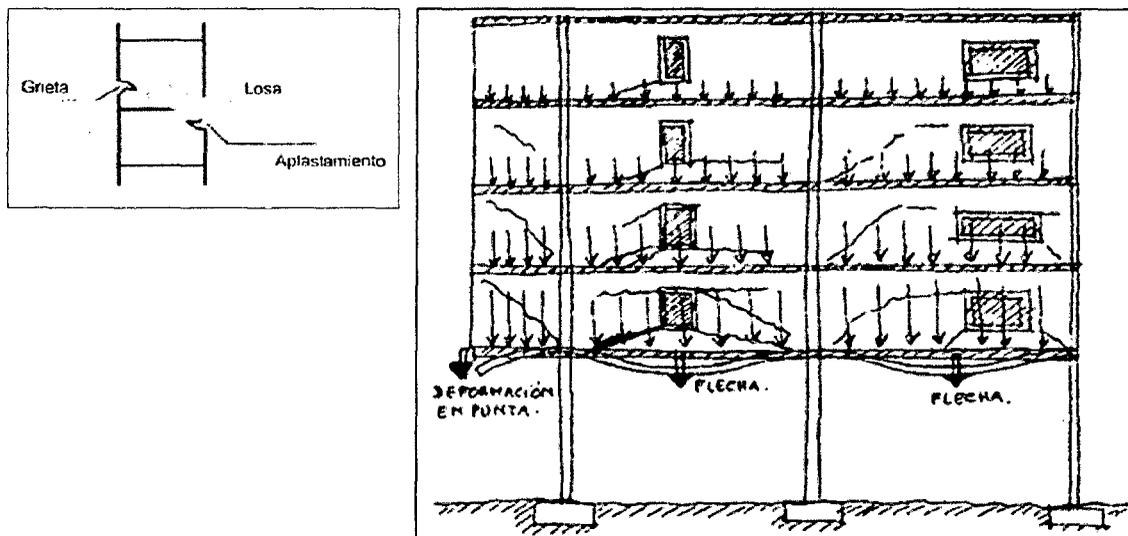


Fig.1.115 Apoyo en los extremos

b.7.-Aberturas.- Las aberturas debilitan el muro porque las cargas verticales que actúan sobre el dintel no son transmitidas al suelo por ese paño sino por los paños laterales, generándose esfuerzos diferenciales que pueden originar grietas como las indicadas en el gráfico.(Figura 1.116)

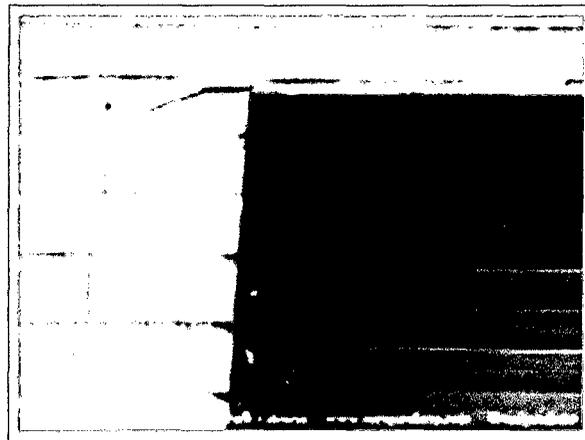


Fig.1.116 Aberturas

b.8.- Ausencia o deficiencia de dinteles.- A veces, si la deformación del dintel es importante, la resistencia a la tracción de la mampostería es superada. El resultado es que se generan rajaduras en forma de arco. (Figura 1.117)

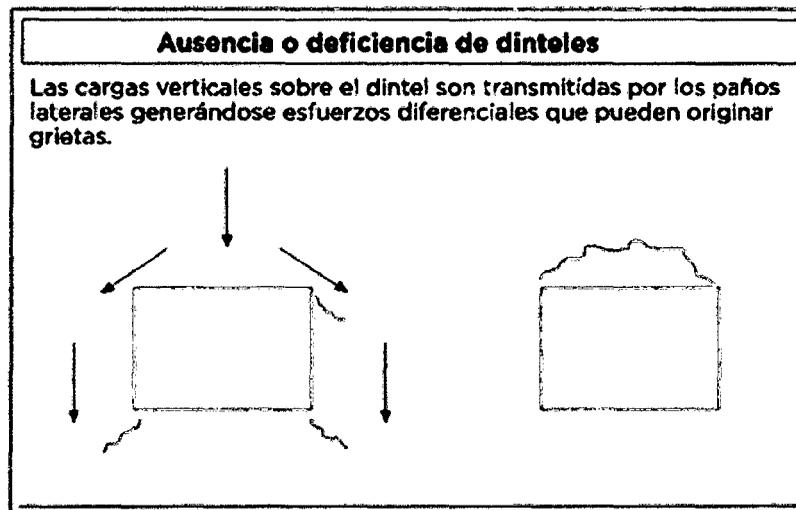


Fig. 1.117 Ausencia o deficiencia de dinteles

b.9.-Acciones del viento.- En una estructura de muros portantes, la acción del viento se transmite en primer lugar a los muros que componen el perímetro, en los que el viento incide perpendicularmente. (Figura 1.118) Asimismo, las cargas de viento se transmiten a los muros paralelos a la dirección del viento, para evitar esta acción se tiene que confinar al muro en sus 4 extremos, con la viga de cimentación en la base, sus respectivas columnas, y su viga de amarre. (Figura 1.119) El viento es un tipo de carga horizontal. (Figura 1.120)

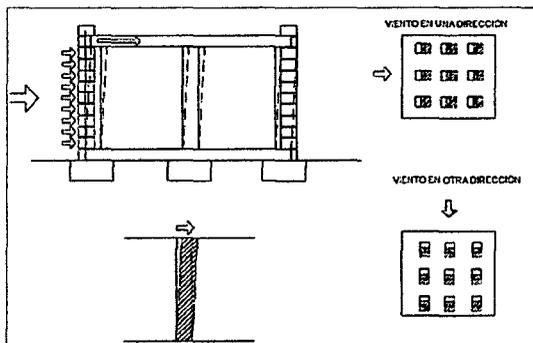


Fig.1.118. Acción del viento

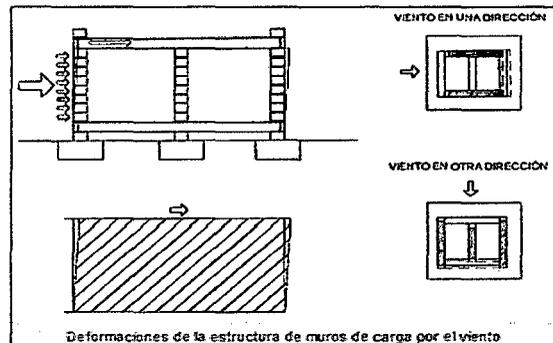


Fig. 1.119 Confinar al muro en sus

perpendicular al muro.

4 extremos

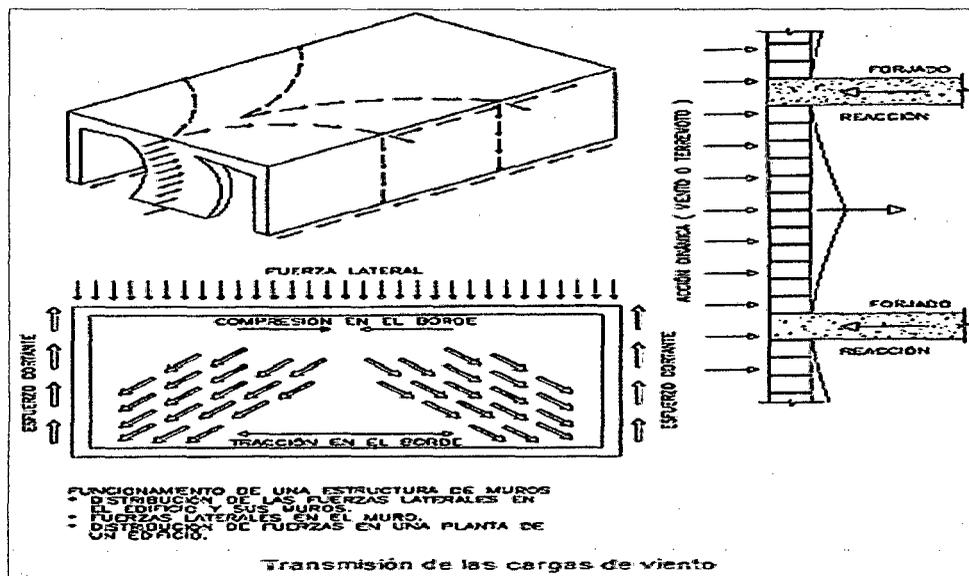


Fig. 1.120 El viento es un tipo de carga horizontal

C.- Acciones higrotérmicas

c.1.- Empuje entre muros en contacto.-Las variaciones de temperatura y humedad provocan contracciones y dilataciones. Cuando la mampostería dilata puede producir empujes sobre elementos vecinos dando lugar a fisuras en los mismos. Las paredes que miran al norte y oeste dilatarán más que las otras, pudiendo producir empujes y fisuras en sentido vertical. (Figura 1.121)

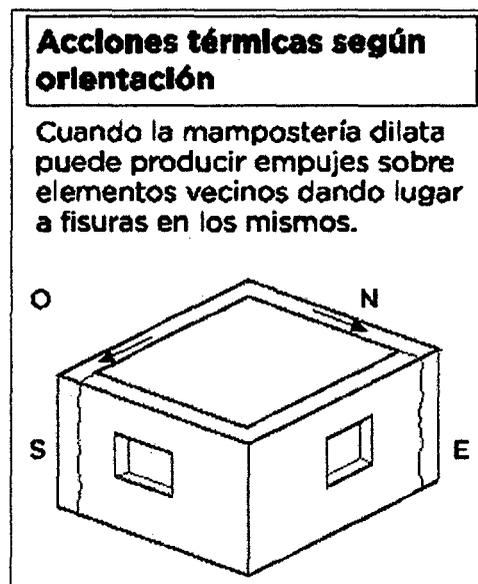


Fig.1.121 Empuje entre muros en contacto

c.2.- Grietas por contracción térmica.- La diferencia de temperaturas causa que la parte más fría se reduzca más que la parte más caliente. (Figura. 1.122)

Estas grietas y/o fisuras son generalmente verticales, pues, si bien la contracción es uniforme en todas direcciones, el peso propio de la estructura contrarresta la deformación en sentido vertical. Si hay anclajes en sus extremos, las grietas y/o fisuras aparecen cerca de los mismos. En ausencia de anclajes, lo hacen más o menos centradas. (Figura. 1.123)

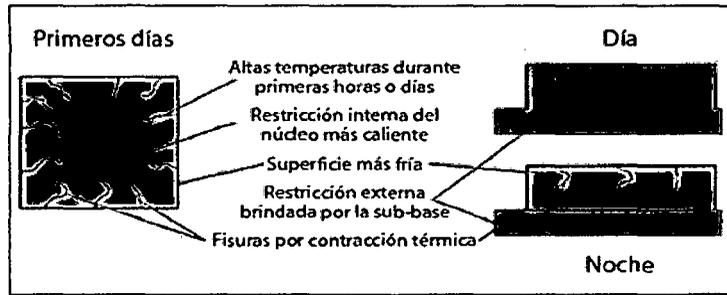


Fig. 1.122 Diferencia de temperaturas causa fisuras

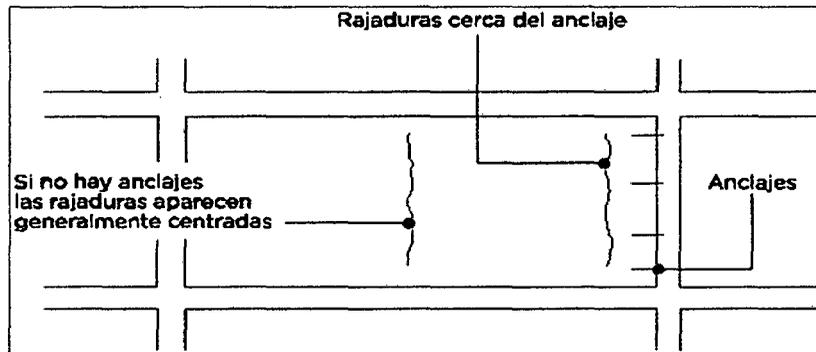


Fig.1.123 Grietas por contracción térmica

c.3.- Movimientos horizontales.- Las acciones higrotérmicas provocan movimientos básicamente horizontales, pues los verticales, como ya se ha dicho, resultan contrarrestados por el peso propio del muro.(Figura 1.124)

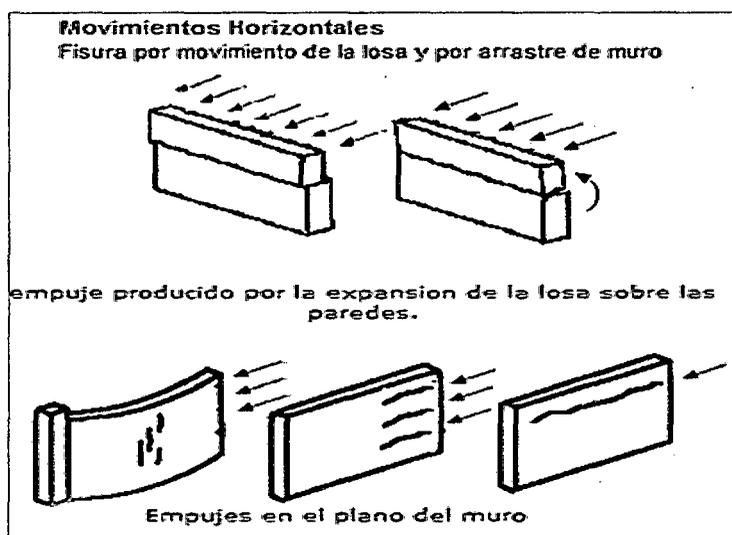


Fig.1.124 Movimientos horizontales

D.- Deficiencias del proyecto:

Todas las patologías vistas anteriormente se pueden evitar si se tienen en cuenta algunos detalles en el proyecto. Los siguientes son algunos errores u omisiones destacables: Uniones constructivas mal resueltas. A veces, desde el proyecto se diseña la unión de dos unidades constructivas distintas (ejemplo: pared y columnas, encuentro de dos paredes en esquina de distintas características, incorrecta unión muro etc.) pensando erróneamente que al aplicarles un mismo acabado superficial se logrará que ambas trabajen como un conjunto. El resultado será la aparición de grietas.

d.1.- Uniones constructivas mal resueltas

A veces desde el proyecto se diseña la unión de dos unidades constructivas distintas (Ej. Pared y columnas, encuentro de dos paredes en esquina de distintas características, encuentro muro – losa, etc.) (Fig.1.125) pensando que al aplicarles un mismo acabado superficial se logrará que ambas trabajen como un solo conjunto, es muy improbable de que esto ocurra y el resultado será la aparición de grietas, pues cualquier movimiento de la columna será transmitida a la mampostería.

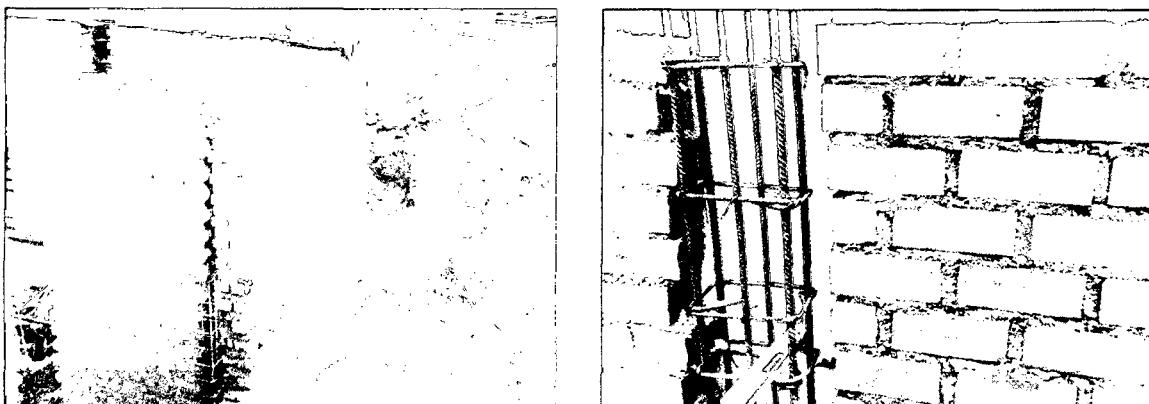


Fig.1.125 Uniones constructivas mal resueltas

d.2.- Falta de juntas de contracción/dilatación.

Las juntas deben ubicarse a una distancia tal que los movimientos de contracción/dilatación no superen la cohesión interna o resistencia de la mampostería a la tracción horizontal. (Figura.1.126)

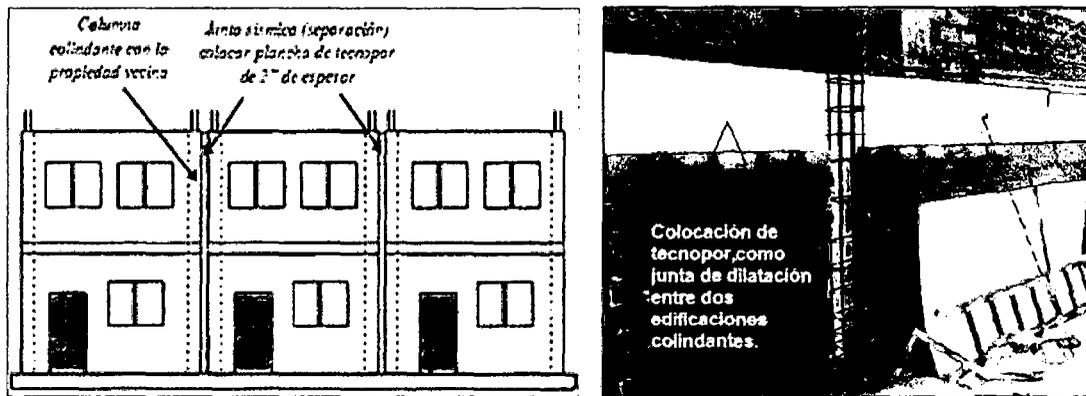


Fig.1.126 Falta de juntas de contracción/dilatación

d.3.- Deformación de los elementos estructurales horizontales .- Es la deformación excesiva en vigas y viguetas, que origina pandeo y el consiguiente aplastamiento del muro .Para evitar pequeñas fisuras en tabiquerías de las plantas bajas, se colocan cantidades sobrediseñadas de acero en las flechas (Figura 1.127)

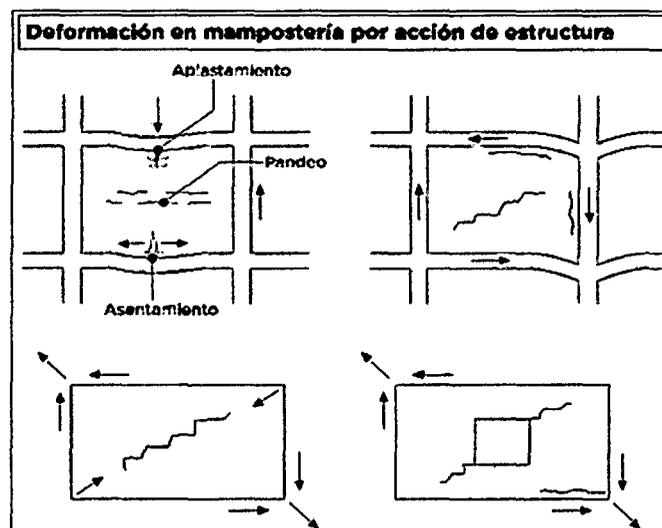


Fig.1.127 Deformación de los elementos estructurales horizontales

d.4.- Muros perimetrales débiles.- Hay que evitar muros perimetrales muy delgados y largos, o con instalaciones gruesas empotradas. Deben tomarse precauciones, especialmente en la instalación de agua caliente pues los plásticos y metales tienen elevados coeficientes de dilatación térmica. También los metales deben estar protegidos porque la corrosión provoca aumentos importantes de volumen dando lugar a grietas que a su vez permiten el paso de mayor humedad acelerando este proceso. (Figura.1.128)

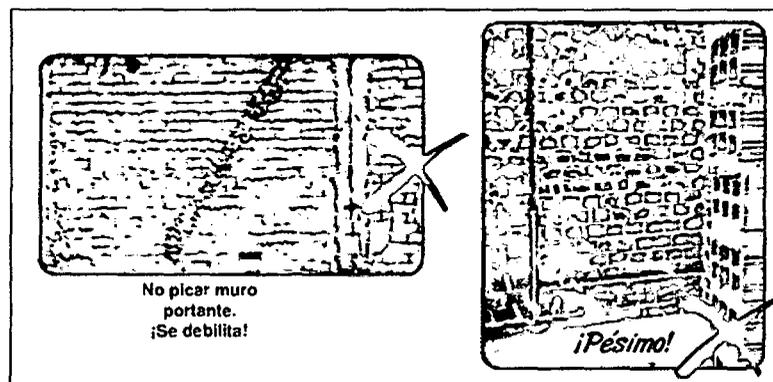


Fig.1.128 Muros perimetrales débiles

Tipos de fallas en albañilería:

En el caso de fallas en albañilería frente a un sismo pueden ser:

a.- Falla de corte por deslizamiento.- El agrietamiento por deslizamiento se presenta a lo largo de la junta horizontal de mortero como consecuencia de una falla de adherencia por corte en la junta, ocasionada por la poca adhesión entre las unidades y el mortero.(Figura 1.129)

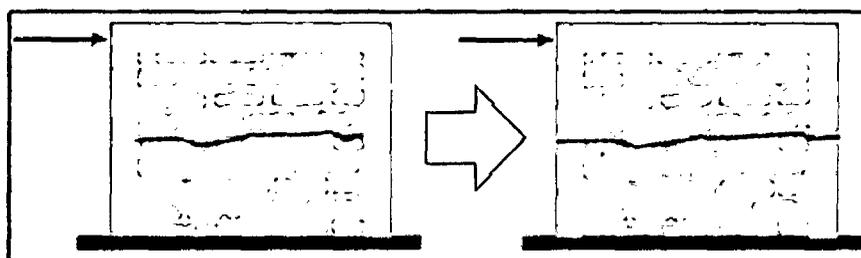


Fig. 1.129 Falla de corte por deslizamiento

b.- Falla por corte.- (Referido a la fuerza cortante basal, fuerza horizontal del sismo. Esta falla produce fisuras o grietas en la esquina del muro comenzando con la parte superior de esta. (Figura 1.130)

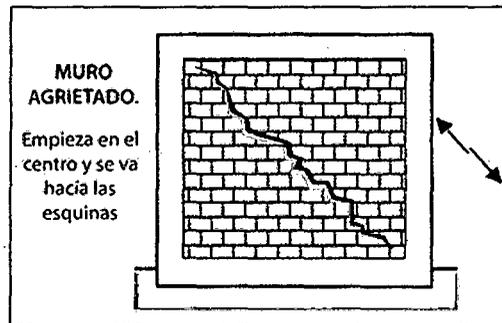


Fig.1.130 Falla por corte

c.- Falla por flexión.-Deficiencia de los elementos de confinamiento tales como vigas y columnas y deficiencia del mortero. Esta falla produce fisuras o grietas diagonales en los muros de confinamiento. (Figura.1.31)

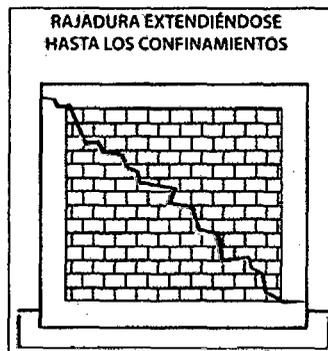


Fig.1.131 Falla por flexión

d.- Falla por asentamiento diferencial.- Los cimientos sobre terreno arcilloso se expanden ante la presencia de agua. El problema más complejo lo presentan los asentamientos diferenciales que son los que más comúnmente provocan grietas. (Figura 1.132)

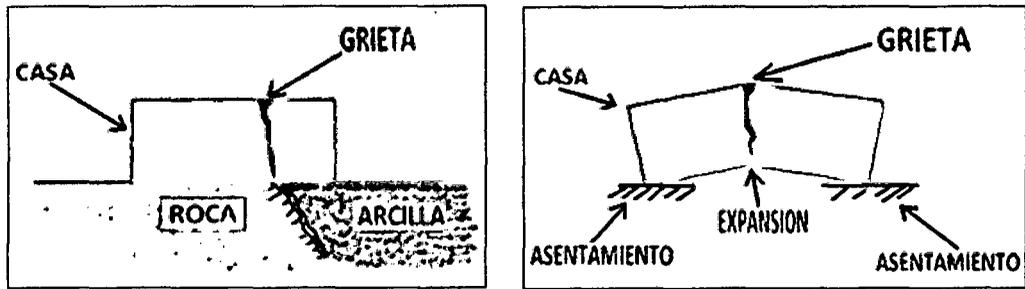


Fig. 1.132 Falla por asentamiento diferencial

e.- **Falla de fisuras o grietas.**-en las 4 esquinas de los vanos de puertas y ventanas, debido a la presión que ejerce los dinteles por su propia carga, no es recomendable que puertas y ventanas se ubiquen en el centro de los muros.

(Figura 1.133)

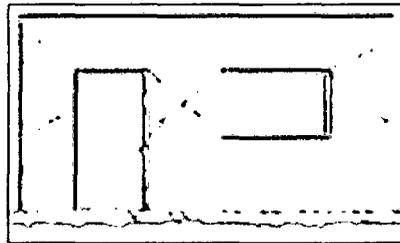
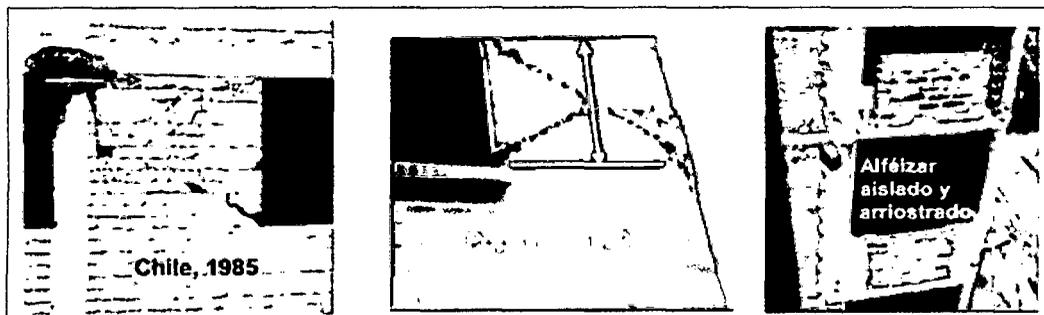


Fig.1.133 Falla de fisuras o grietas

f.- **Falla de fisuras o grietas en alféizar** .- De muros portantes, esto se debe a la no separación o independencia del alféizar del resto del muro. (Figura 1.134)

cizalle. (Figura1.135) efectos del alféizar (izq.) y aislamiento (der.)



Cizalle

Efectos del alféizar

Aislamiento

Fig.1.134

Fig.1.135

La patología de muro por humedad

Por mucho que cuidemos nuestras paredes y revisemos cada zona de la casa, tarde o temprano, una eterna enemiga terminará por querer instalarse en nuestro hogar: la humedad. Y no estará sola, pues vendrá acompañada del salitre, en las paredes de la sala, en los techos, en los baños, en la cocina o en las paredes exteriores de nuestro hogar. Notamos que nuestro querido hogar ahora tiene grietas, la pintura comienza a deteriorarse y la casa presenta una sensación de oscuridad y abandono. Cuando una vivienda convive con la humedad, convive también con moho, ácaros y otros microorganismos que afectan la salud de sus ocupantes.

Causas y tipos de humedad

Las causas de la humedad son diversas. La humedad se debe a una causa o la combinación de varias de ellas. Detalladas a continuación:

a.-Humedad por capilaridad.-Que se produce por la falta de impermeabilización de los cimientos de las estructuras. En los muros y paredes existe una infinita red de capilares y poros, lo que permite la ascensión de la humedad hacia las paredes. La Humedad por Capilaridad consiste en el paso del agua desde el suelo hacia arriba, ingresando al interior de la vivienda a través de los poros de las paredes y todo material poroso de la construcción (hormigones, morteros, maderas, cerámicos, etc.). Esta absorción capilar es similar a la forma en que las plantas toman agua del suelo y similar al efecto de absorción que se produce cuando ponemos una servilleta de papel de forma vertical a una superficie horizontal llena de agua.(Figura 1.136)

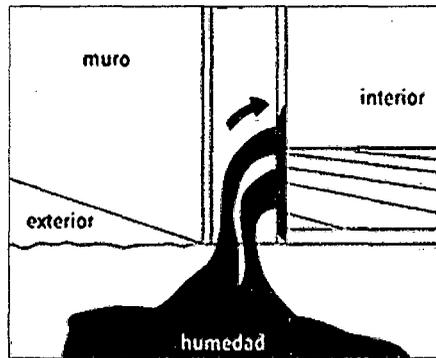


Fig. 1.136 Humedad por capilaridad

b.- Humedad por filtraciones.- Cuando se deben a roturas en tuberías de agua, un mal drenaje del agua en ventanas y puertas, malos canales, problemas con el desagüe, filtraciones por lluvias, mal sellado de una junta de la cañería, etc. En el caso de las precipitaciones (como la lluvia) se manifiesta con manchas perfectamente delimitadas que van creciendo en tanto aumentan las precipitaciones. (Figura 1.137)

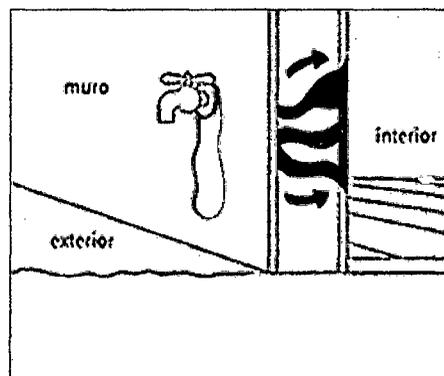


Fig. 1.137 Humedad por filtraciones

c.- Humedad por condensación.- Consiste en la condensación del agua del ambiente. Se debe a una ventilación insuficiente; cuando una vivienda está demasiado cerrada, sea por tener aire acondicionado o simplemente pocas ventanas, se restringe el aire y no se renueva la circulación interior de forma natural. También, mantener una vivienda demasiado caliente al interior, por el

uso de estufas en invierno por ejemplo, hace que la humedad se haga líquida y se impregne en las paredes o cualquier otra superficie. (Figura 1.138)

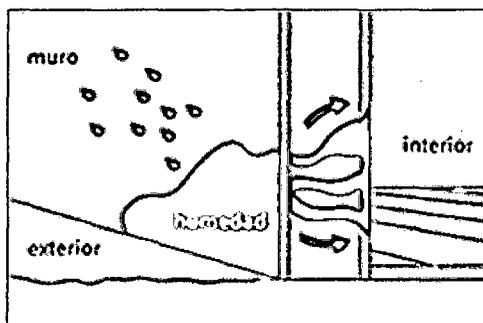


Fig. 1.138 Humedad por condensación

c.1.- Causas externas.- Golpes ocasionales en puertas y ventanas o movimientos sísmicos leves que pueden producir una caída del revoque alrededor de los marcos o dejar grietas en las paredes que terminan por filtrar la humedad. (Figura 1.139)

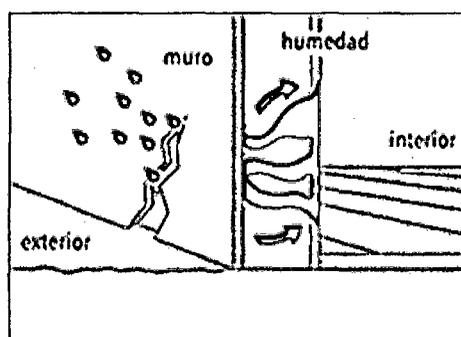


Fig. 1.139 Grietas en paredes que terminan por filtrar la humedad

d.- Humedad medio ambiental.- Dependen de la situación ambiental de la construcción. Si comparamos una casa en la playa de otra vivienda en una zona seca. La primera tendrá una humedad constante y agresiva mientras la otra tendrá temperaturas menos constantes. Los ambientes marinos se consideran agresivos por la elevada humedad y las sales que ésta transporta.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Variables (Tabla N° 2.01)

<i>VARIABLE</i>	<i>DEFINICION CONCEPTUAL</i>	<i>DIMENSIONES</i>	<i>DEFINICION OPERACIONAL</i>	<i>INDICADORES</i>
Patología de muro más común en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, parte baja	Determina la extensión y tipo de daño de los muros de las viviendas de material noble, evaluando adecuadamente los diferentes tipos de agrietamiento y su presencia cuantitativa, en la zona de Lucmacucho, parte baja.	Agrietamiento de muros, en las viviendas a Investigar	Variabilidad en: 1.-Dimensiones 2.-Tipos de patologías en los elementos no estructurales. 3.- Ubicación de los agrietamientos en los muros.	Tipo de agrietamiento: V:Vertical, H:Horizontal, D:Diagonal Ubicación de la grieta: En claros En vanos En encuentro de Muros. En columnas. En Sobrecimientos Severidad del daño en la edificación: 1.-Insignificante 2.-Menor 3.-Moderado 4.-Mayor 5.-Catastrófico

Tabla N° 2.01 Variables

2.2. Diseño metodológico

2.2.1 Tipo de investigación

La investigación del presente estudio es del tipo descriptivo, no experimental.

Es descriptivo.- porque describiremos la realidad, sin alterarla.

Se efectuará siguiendo el método del muestreo aleatorio simple, en el que se

determina la calidad y condición de la patología en las estructuras de la edificación.

Este diseño se grafica de la siguiente manera:

M ----- O ----- A-----E

Dónde:

M : Muestra

O : Observación

A : Análisis

E : Evaluación

Basaremos el estudio en la:

- ✓ Recopilación de información bibliográfica necesaria
- ✓ Observación y toma de datos en Campo y
- ✓ Procesamiento de datos en Gabinete

2.3. Localización:

PAÍS : PERÚ

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

CIUDAD : CAJAMARCA

DISTRITO : CAJAMARCA

ZONA : PARTE BAJA DE LUCMACUCHO

2.4 Descripción general de la zona en estudio

2.4.1. Vías de comunicación:

La principal vía de acceso a la zona en estudio lo constituye la prolongación Huánuco, correspondiente a la Mz.A-desde el lote 7 aproximadamente, altura del puente Huánuco (Espaldas del colegio San Ramón), la cual consiste en una carretera pavimentada. Al interior de la zona, existen trochas carrozables,

caminos peatonales, y tramos de carretera pavimentada. La zona de Lucmacucho se encuentra entre las cotas 2,740 y 2,900 m.s.n.m.

Imágenes de la principal vía de acceso a la parte baja de Lucmacucho



Fig.2.01 Puente Huánuco - Ingreso a la parte baja de la zona de Lucmacucho



Fig.2.02 Se inicia con una carretera pavimentada el ingreso a la parte baja de la zona de Lucmacucho.

2.4.2 Climatología:

Su clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. La temperatura media anual máxima es 21 °C y mínima 6 °C. Las lluvias determinan dos estaciones durante el año: La de estiaje durante los meses de Mayo a Septiembre y la de lluvia entre los meses de Octubre a Abril.

2.4.3. Geología:

Formación Farrat (Ki-f): Compuesta por areniscas blancas de grano medio a grueso y cuarcitas, presenta en algunos sectores estratificación cruzada y marcas de oleaje, confundiendo con la formación Chimú. Estructuralmente suprayace a la formación Carhuaz y subyace similarmente a la formación Inca con tendencia gradual. Se ubica cronológicamente en el Cretáceo inferior. Esta formación se presenta en la zona de laderas, al Oeste de la ciudad en los centros poblados de Corisorgona, Lucmacucho y la lotización San Francisco.

Esta zona se caracteriza por presentar suelos aluviales con aceleraciones sísmicas altas.

2.4.4 Principales actividades económicas:

Existen actividades de autosustento como por ejemplo la venta de abarrotes en sus tiendas comerciales, algunas familias tienen pequeñas parcelas para la agricultura de acuerdo a la estación de siembra a la vez que crían su ganado porcino y el trabajo en construcción civil.

2.5 Población y muestra

2.5.1. Población:

La población corresponde a las edificaciones de ladrillo de dos niveles, de la parte baja de la Zona de Lucmacucho, Cajamarca.

2.5.2 Muestra

El tamaño de la muestra ha sido calculado mediante el método probabilístico, por ser el más usual, a través del muestreo aleatorio simple (MAS), siendo el resultado de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\sigma^2}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{\sigma^2}{N}} \dots(1.1)$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

σ^2 : Varianza = 0.4

E : Error máximo = 5%

Z : Margen de confiabilidad = 1,96

N : Tamaño de la población = 62

Reemplazando estos valores en la ecuación (1.1), se obtiene:

$$n = \frac{\sigma^2}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{\sigma^2}{N}} = \frac{0.4^2}{\frac{5^2}{1.96^2} + \frac{0.4^2}{62}} = 0.06144 * 100 = 6$$

Por lo que el tamaño de la muestra, corresponde a 6, pero con 6 viviendas no podemos tener una representatividad muestral del estudio de las patologías de muro más comunes en las edificaciones de ladrillo de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, parte baja, por lo que necesitamos una muestra representativa mayor que permita identificar éstas patologías, determinándose que la muestra será de 30 viviendas, con dicha muestra se podrá obtener una representatividad muestral del estudio realizado.

La parte baja de Lucmacucho, es una zona que no presenta una gran cantidad de viviendas de ladrillo de dos niveles, al realizar el diagnóstico de dichas

zona, encontramos que la población es de 62 viviendas de ladrillo, el resto de viviendas corresponde a adobe y a tapial, entonces nuestra muestra representativa será de 30 edificaciones de ladrillo de dos niveles, de la parte baja, de la zona de Lucmacucho, Cajamarca.

2.5.3 Descripción del diseño.- Para realizar el estudio de las patologías de muro, más comunes en las edificaciones de ladrillo de dos niveles, en la zona de Lucmacucho parte baja y sus posibles soluciones tendremos en cuenta :

a.-Recopilación de información:

Se buscó información sobre patologías de muro en edificaciones de ladrillo, sirviendo de mucho la información de las normas peruanas de construcción, los manuales de construcción de aceros Arequipa, los manuales del Ing.San Bartolome,del Ing. Marcial Blondet, del Ing. Daniel, el estudio de vulnerabilidad sísmica de Cajamarca, la tesis de la Ing.Katherinne Fernández “Características técnicas del ladrillo artesanal que se produce en el centro poblado menor de Santa Bárbara”, la tesis “ Recomendaciones técnicas para mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa.Peruana” (Mosqueira - Tarque 2005) ,tesis de las cuales se ha tomado información ,el decreto supremo 055 “Seguridad y Salud Ocupacional En Minería”, así como la información encontrada en el internet.

b.-Observación en campo:

En la fase de campo se tuvo mucho cuidado, ya que la zona en estudio no es segura. Luego de haber seleccionado las viviendas a encuestar, procedí a realizar las encuestas en las edificaciones de ladrillo de dos niveles, muchos de sus moradores guardan cierta desconfianza, temen como ellos dicen luego

les roben o temen ser afectados con el pago de algún impuesto. El llenado de las encuestas se realizó a mano.

c.-Procesamiento de datos en Gabinete:

Después de culminado el proceso de encuesta se realizó el llenado de las fichas de reporte. En estas fichas de reporte se resumieron y se agruparon algunos errores arquitectónicos, estructurales y constructivos de cada vivienda encuestada, de acuerdo a lo que se podía observar y a la colaboración de sus propietarios.

2.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección

2.6.1 Técnicas

Utilizaremos un check List o lista de verificación en el cual se contemplarán las patologías de muro más comunes en las edificaciones de ladrillo, una ficha de reporte y una encuesta.

2.6.2 Los instrumentos de recolección

a.- Lista de verificación.-En la cual se marcará las posibles patologías que existan.

b.- Fichas de reporte.- En ésta ficha se resumieron y se agruparon algunos errores arquitectónicos, estructurales y constructivos de cada vivienda encuestada.

c.- Encuesta.- Nos permitió tener un alcance de la dirección técnica en la construcción de la vivienda, del procedimiento constructivo, del tipo de materiales empleados, del estado de la construcción y algunas observaciones por parte del encuestador.

d.- Libreta de campo.- Para anotar datos importantes, los cuales nos ayudarán como ayuda memoria al momento de procesar los datos en gabinete.

e.- Cámara Digital.- Para tener un respaldo en imágenes que demuestre la veracidad del estudio.

.f.- Wincha de 5 metros y vernier .- Para realizar mediciones de las fisuras y/o grietas y sus anchos.

g.- Planos.- Para delimitar la zona a estudiar, lo cual nos permitió tener una mejor orientación y fueron usados sólo a manera de referencia.

2.6.3 Análisis de datos

Terminada la fase de investigación de campo y teórica, se procedió a analizar los datos de manera estadística y gráfica, utilizando el programa Microsoft Office Word versión 2010, el Microsoft Excel V.2010y el Power Point V. 2010.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

En campo primero se aplicó la encuesta, seguidamente se procedió a llenar la ficha de reporte y por último se llenó el check list de patologías.

1° Resultados de la encuesta:

Tabla N° 3.01 DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO	
Ingeniero Civil	0
Arquitecto	0
Albañil	23
Usted mismo	7
TOTAL DE VIVIENDAS	30

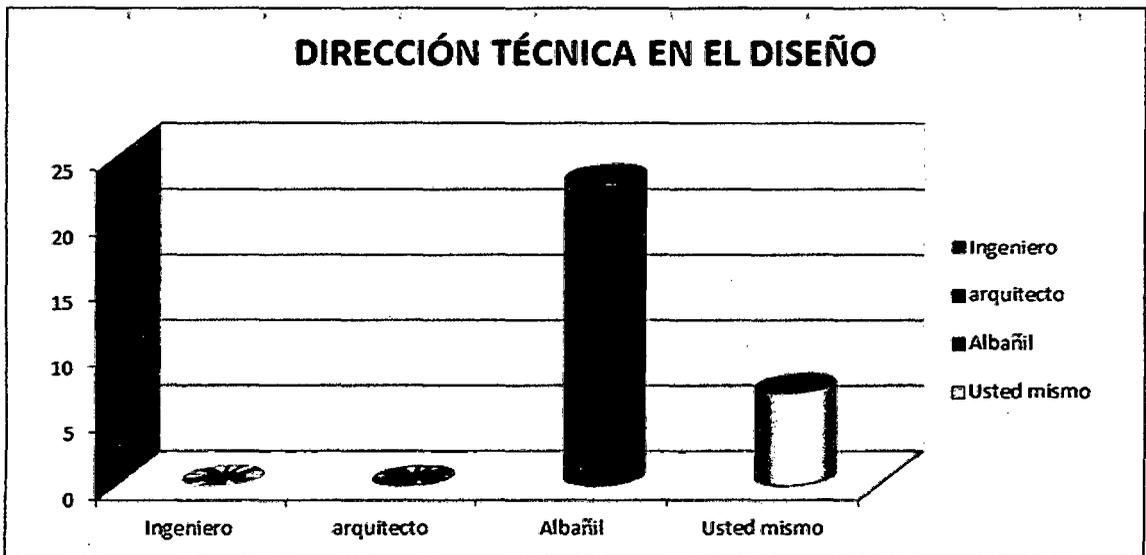


Fig.3.01 Dirección técnica en el diseño

Tabla N° 3.02 DIRECCIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN	
El ingeniero guió al albañil	0
El arquitecto guió al albañil	0
Usted junto al albañil, tomaron las decisiones	30
Usted mismo	0
TOTAL DE VIVIENDAS	30

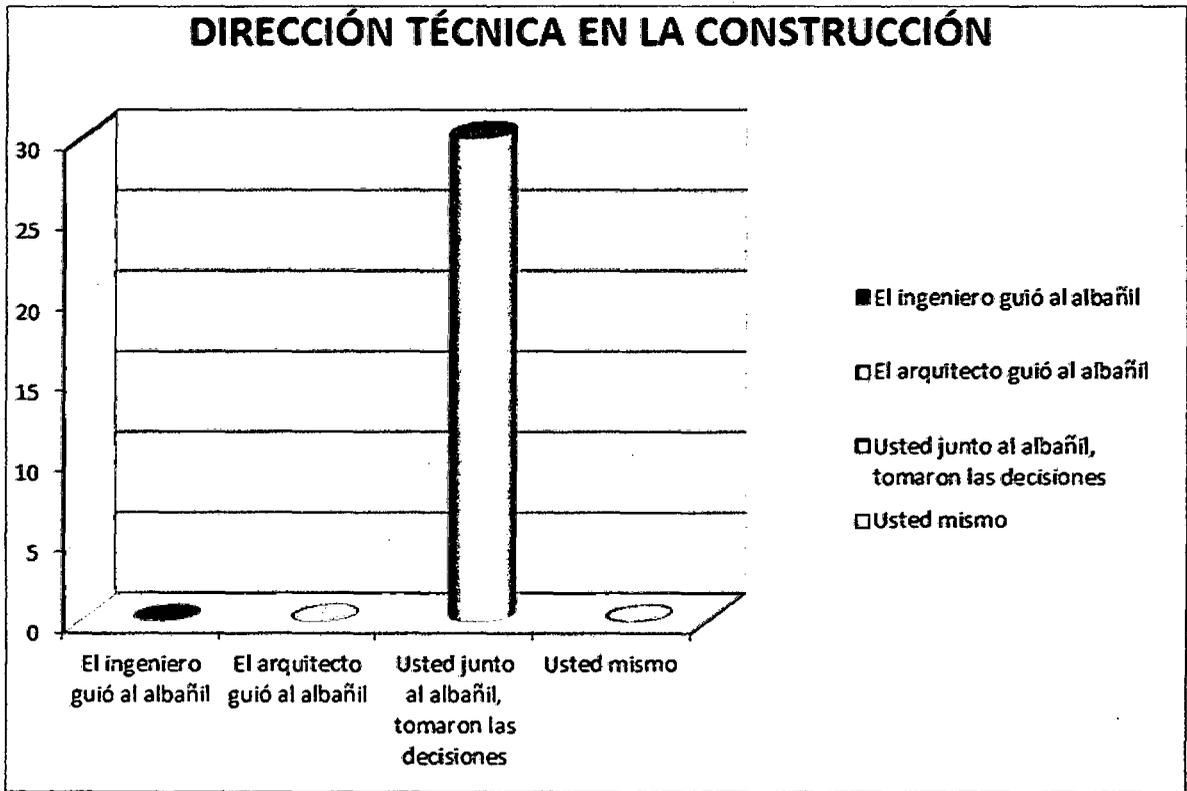


Fig.3.02 Dirección técnica en la construcción

Tabla N° 3.03 PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SU VIVIENDA: ¿CONSTRUYO SU VIVIENDA SOBRE EL MISMO TIPO DE TERRENO?	
SI	30
NO	0
TOTAL	30

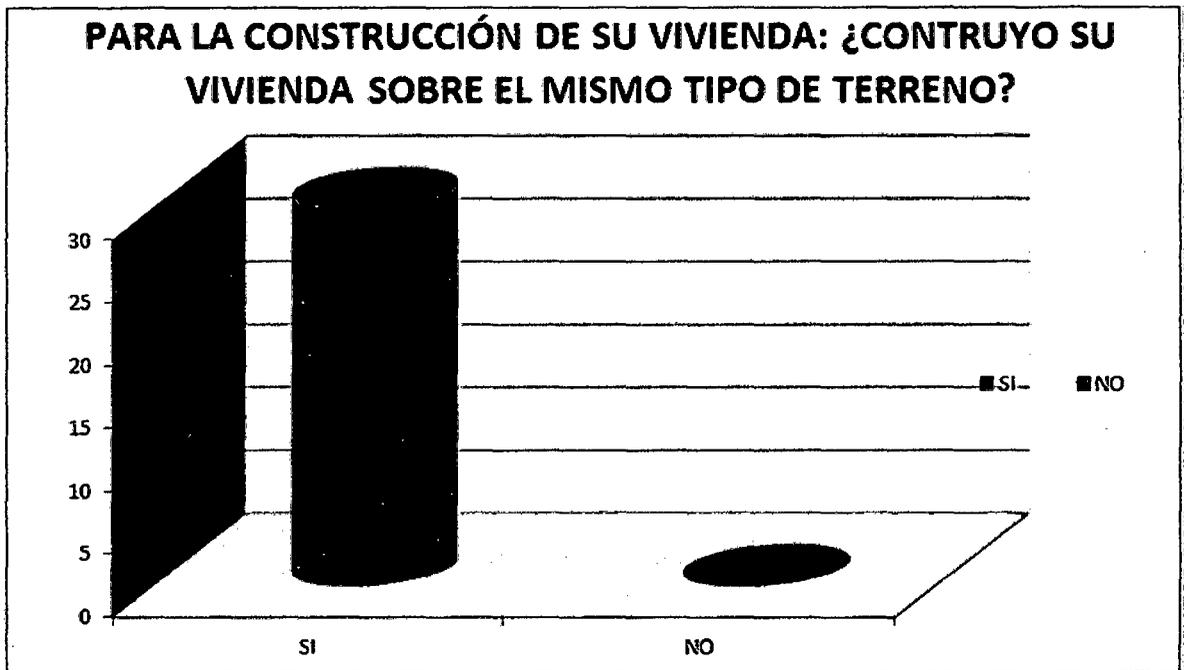


Fig.3.03 Para la construcción de su vivienda: ¿construyo su vivienda sobre el mismo tipo de terreno?

Tabla N° 3.04 SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE LOS AMBIENTES	
Paredes Límites	17
Sala -Comedor	0
Dormitorios	8
Cocina	0
Baño	0
Primero un cuarto	5
Todo a la vez	0
TOTAL DE VIVIENDAS	30

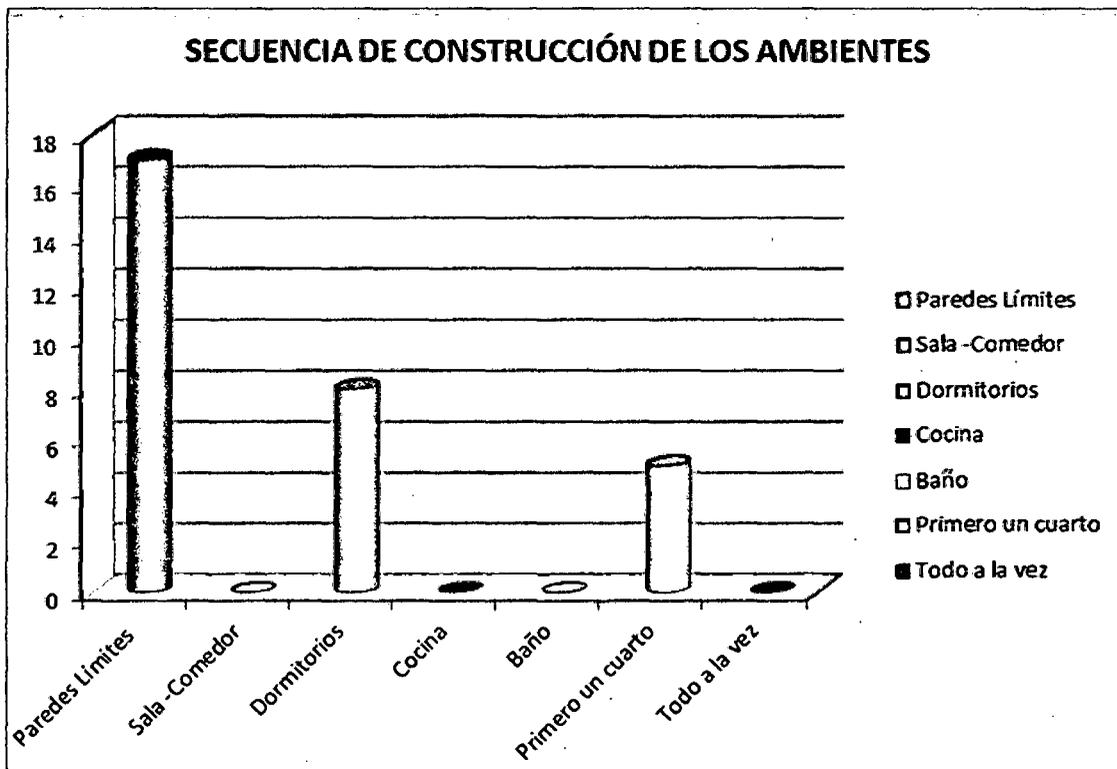


Fig.3.04 Secuencia de construcción de los ambientes

Tabla N° 3.05 PARA EL VACIADO DE LA CIMENTACIÓN	
Material de cerro	27
Material de río	3
Agua potable	30
Agua no potable(sacada de canales)	0
Algún tipo de aditivo	0

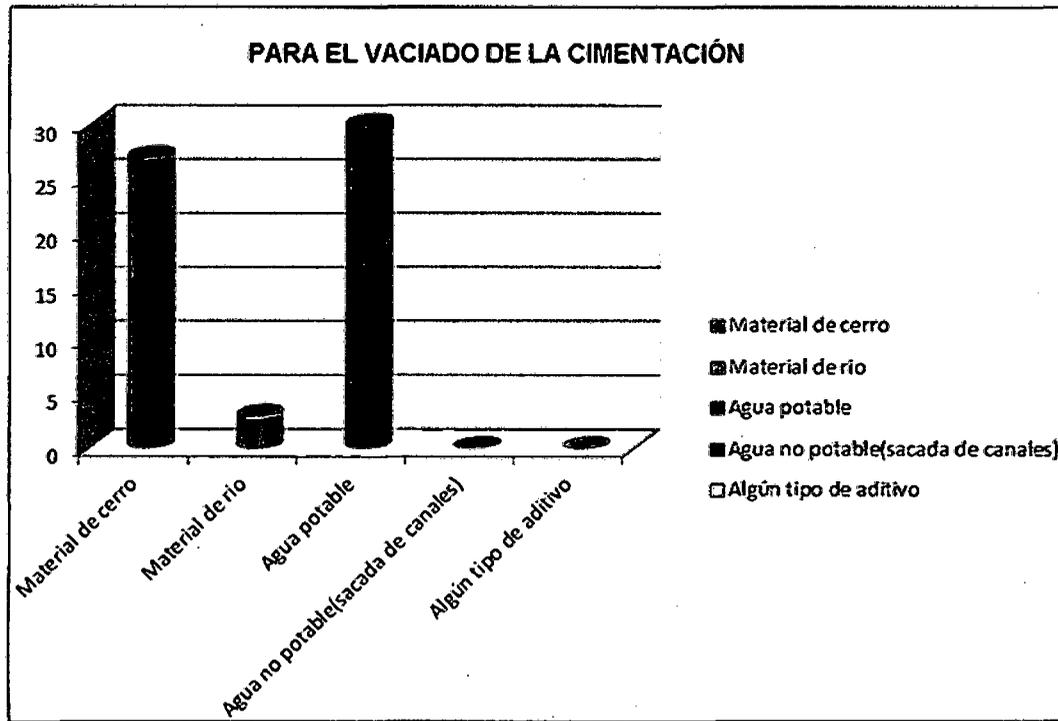


Fig.3.05 Para el vaciado de la cimentación

Tabla N° 3.06 PARA EL VACIADO DE COLUMNAS, VIGAS Y LOSA	
Material de cerro	9
Material de rio	28
Agua potable	30
Agua no potable(sacada de canales)	0
Algún tipo de aditivo	0

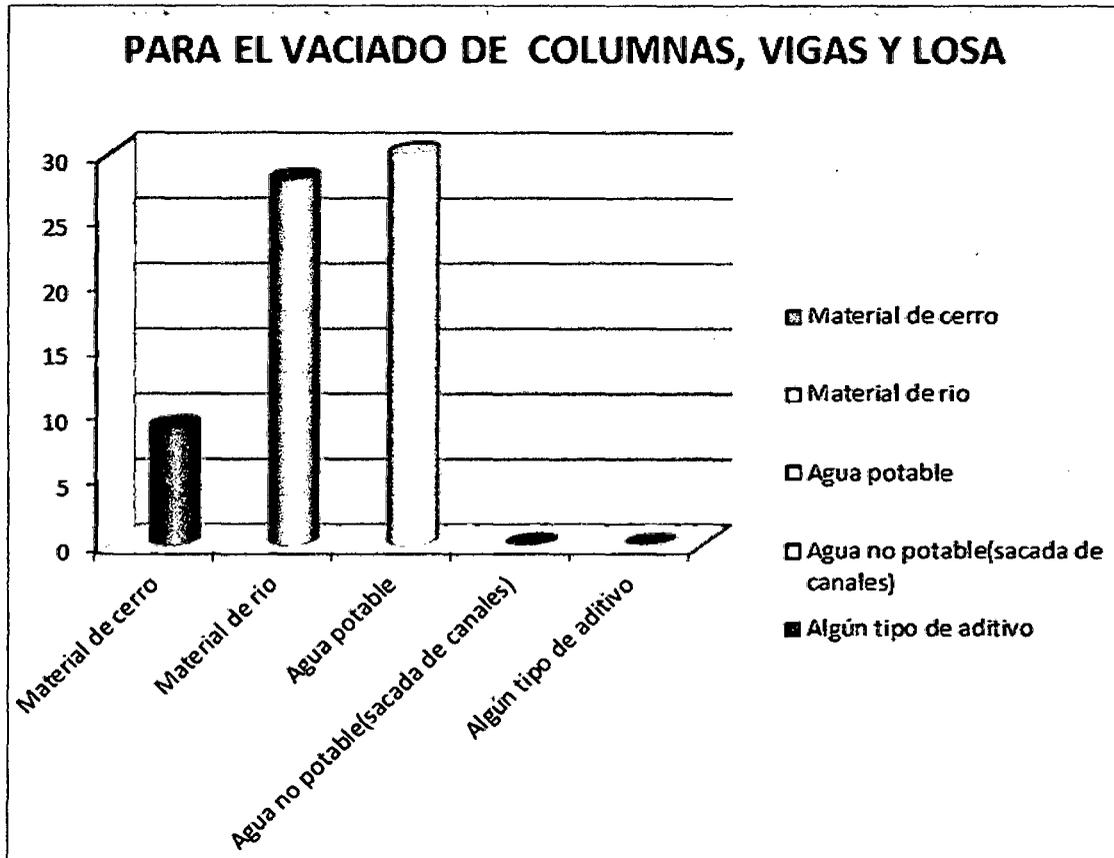


Fig.3.06 Para el vaciado de columnas, vigas y losa

Tabla N° 3.07 EL LADRILLO QUE EMPLEÓ	
Ladrillo artesanal	30
Ladrillo de fábrica	0
TOTAL	30

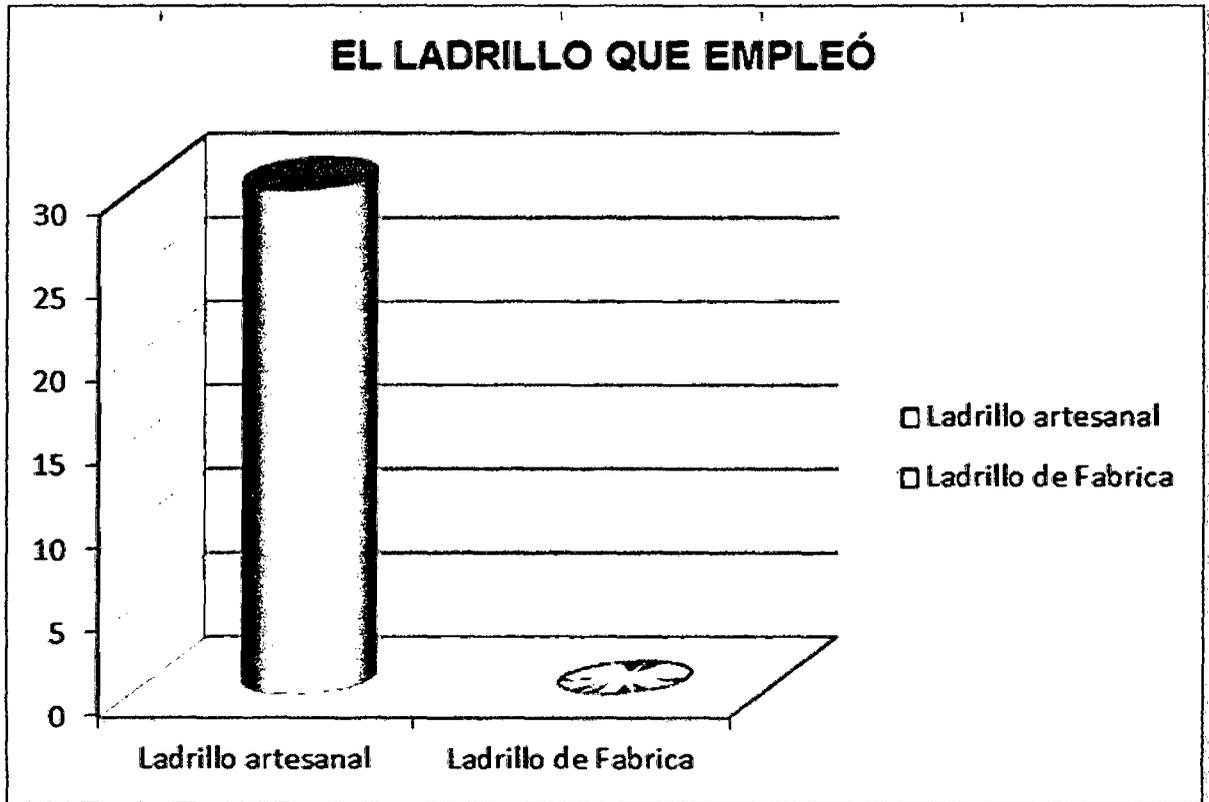


Fig.3.07 El ladrillo que empleó

Tabla N° 3.08 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VIVIENDA	
Bueno	2
Regular	24
Malo	4

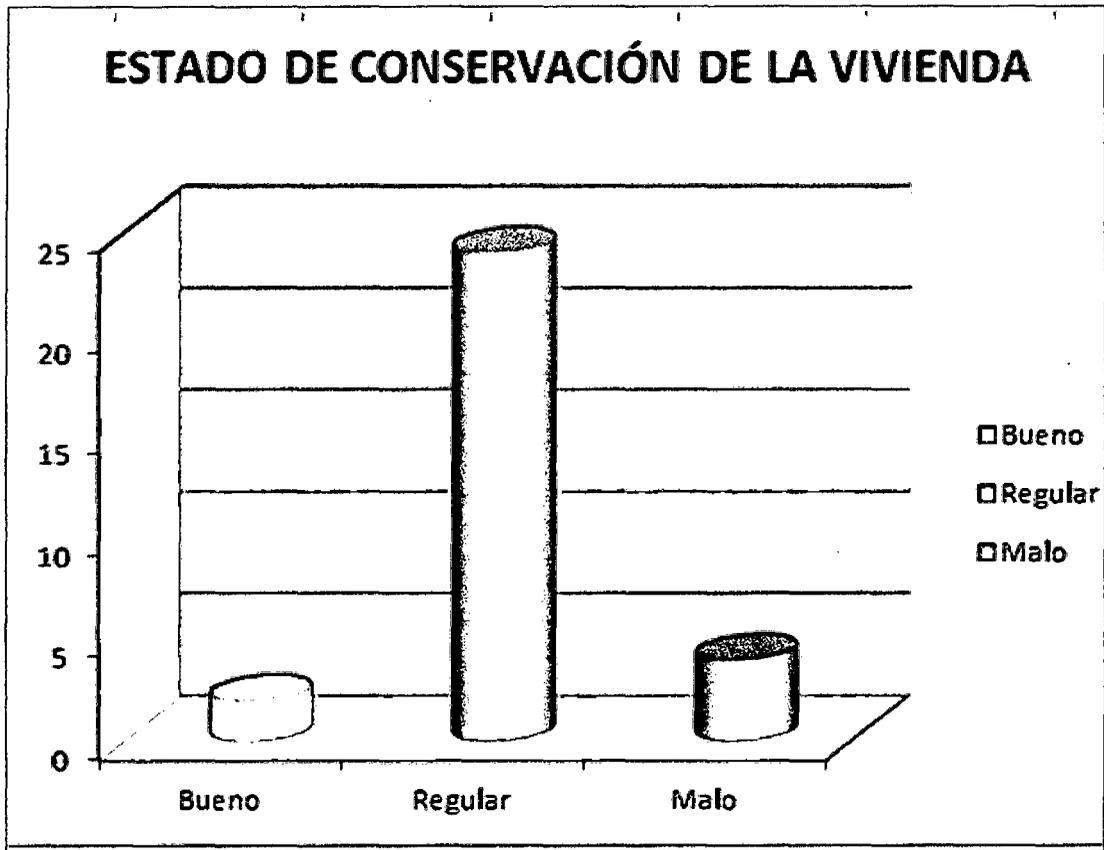


Fig. 3.08 Estado de conservación de la vivienda

3.1.1 Base de datos de los errores constructivos de las viviendas

Se muestra la base de datos con los defectos constructivos más comunes del estudio de las patologías de muro más comunes en edificaciones de ladrillo, de dos niveles, zona de Lucmacucho, parte baja, Cajamarca.

El análisis se basa en la evaluación de las viviendas a través de la observación y encuesta en campo sobre los problemas de ubicación, problemas constructivos, problemas estructurales y la calidad de mano de obra.

Tabla N° 3.09 Característica generales.

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIAS	% DE VIVIENDAS
TIPO DE SUELO		
Expansivo	30	100
TIPO DE LADRILLO		
Artesanal	30	100
De Fábrica	0	0
TIPO DE CIMENTACIONES		
Cimiento corrido de concreto ciclópeo	0	0
Cimiento corrido de concreto ciclópeo y zapatas	30	100

Tabla N° 3.10 Problemas de la vivienda

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIAS	% DE VIVIENDAS
PROBLEMAS DE UBICACIÓN		
Vivienda sobre relleno utilizado para nivelar	26	86.67
Vivienda en pendiente	13	43.33
Vivienda en quebrada	8	26.67

Tabla N° 3.11 Problemas estructurales

PROBLEMAS ESTRUCTURALES	FRECUENCIAS	% DE VIVIENDAS
Viviendas sin junta sísmica y losas de techo a desnivel	30	100
muros inadecuados para soportar empuje lateral	18	40

Tabla N° 3.12 Problemas del proceso constructivo

PROBLEMAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	FRECUENCIAS	% DE VIVIENDAS
Juntas de construcción mal ubicadas	26	86.7
mal encofrado y acero de refuerzo expuesto	4	13.3
Unión muro-techo no monolítica	30	100

Tabla N° 3.13 Calidad de mano de obra

CALIDAD DE MANO DE OBRA	FRECUENCIAS	% DE VIVIENDAS
Buena(calificada)	0	0
Regular(no calificada)	30	100

3.2 Discusión:

Según los datos obtenidos, mediante las encuestas, las listas de verificación las hojas de check list, las fotografías tomadas y las visitas a campo, podemos observar que un alto porcentaje de patologías de muro más comunes en las edificaciones de ladrillo de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, parte baja, son debidas a:

Deficiencias constructivas y/o materiales de mala calidad:

Eflorescencias: Esta patología se presenta en dos viviendas de la parte baja de Lucmacucho, afecta a todo el muro, esté o no: tarrajado y/o pintado, al punto de que si no se les brinda un correcto mantenimiento pueden ocasionar un problema serio en la estructura misma, debido a que pueden incluso llegar a corroer el acero, debido a que las columnas presentan cangrejeras.

(Figura 3.09)



Fig.3.09 Viviendas que han sido construidas colindantes con la quebrada Lucmacucho, se ven afectadas por la humedad y la eflorescencia.

La construcción de ésta vivienda colinda con la quebrada Lucmacucho, se ha encontrado eflorescencia en la parte baja del muro y en la parte alta del muro con presencia en el cielo raso. (Figura 3.10)

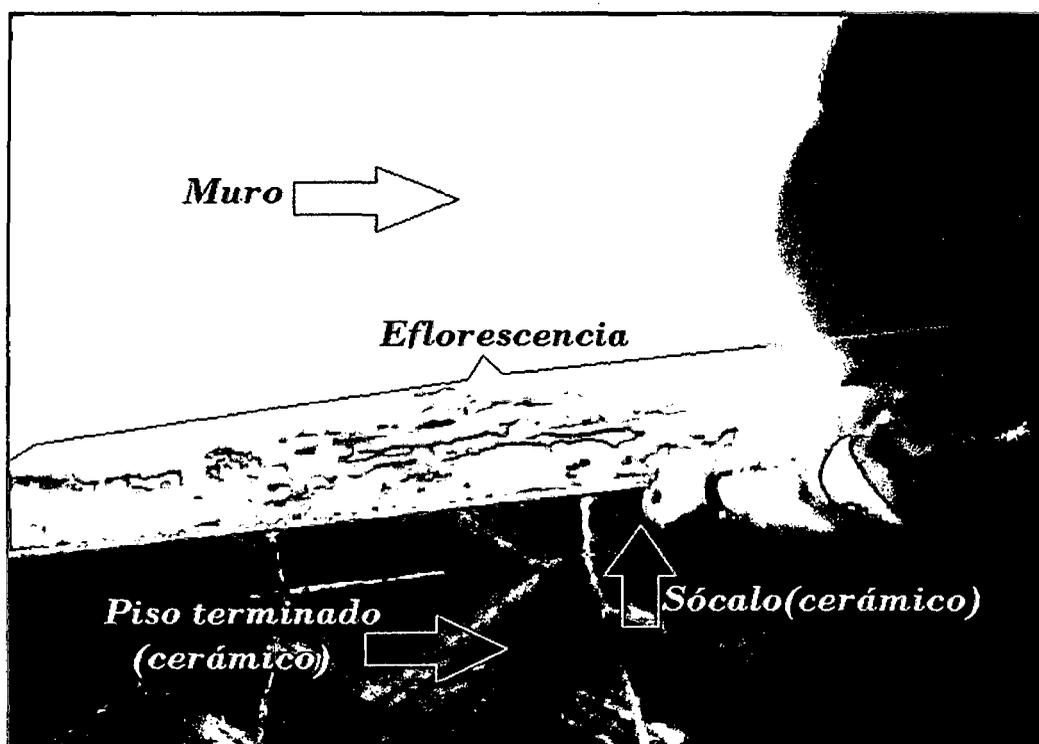


Fig.3.10 Presencia de eflorescencia en la parte baja del muro

En el afán de querer unos centímetros más para sus viviendas, los propietarios realizan sus construcciones colindantes a la quebrada Lucmacucho, exponiendo su construcción y la vida de sus ocupantes.(Figura 3.11)

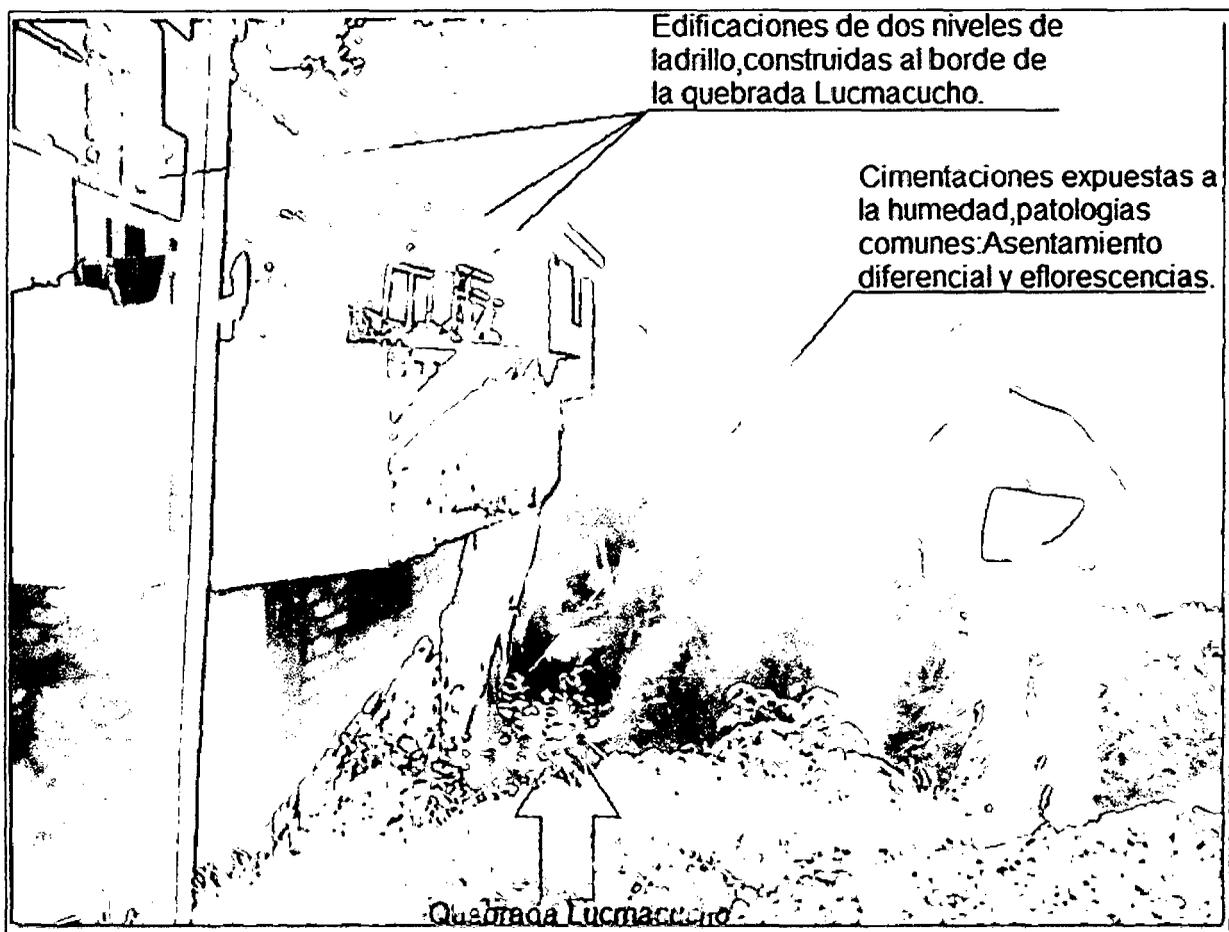


Fig.3.11 Viviendas construidas junto a la quebrada Lucmacucho.

Estas viviendas son afectadas por la eflorescencia, pero este fenómeno también se pudo haber presentado por el empleo de materiales de mala calidad, como es el ejemplo de ésta vivienda que está construida sin ser colindante a la quebrada, pero presenta eflorescencia.(Fig.3.12)

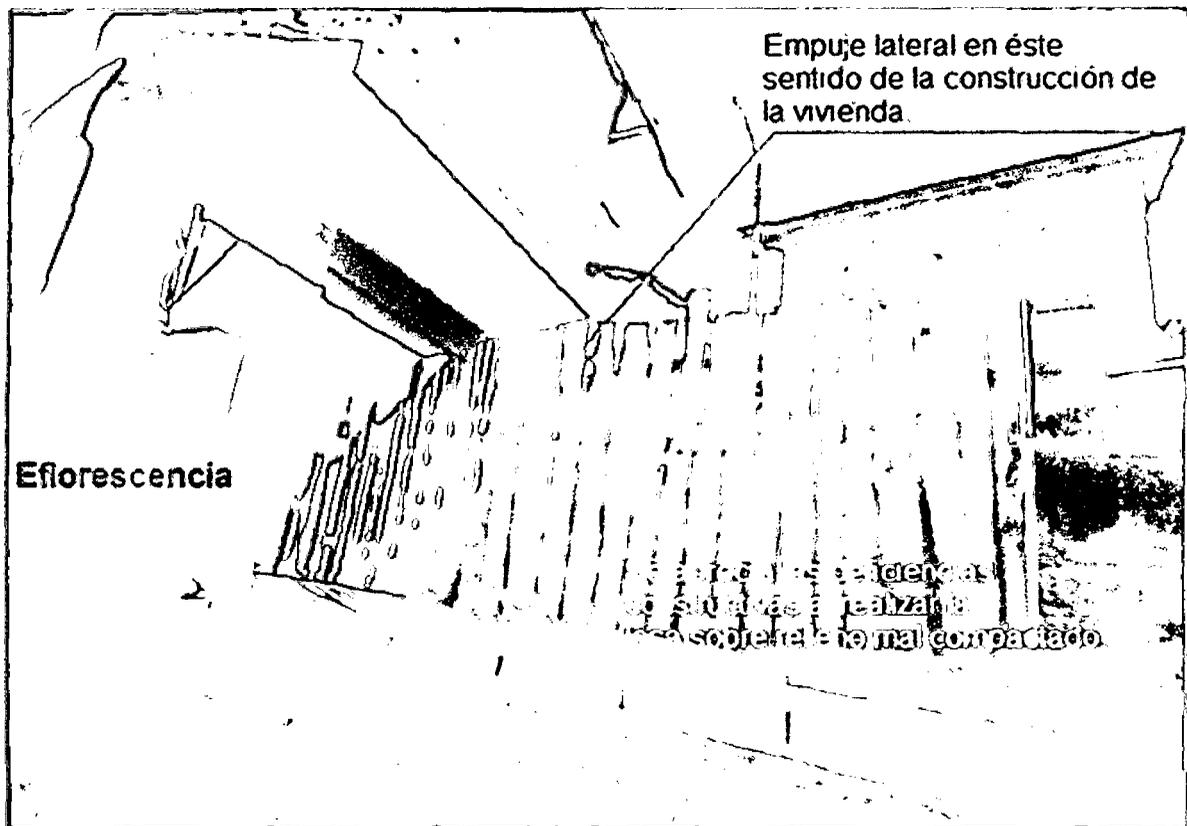


Fig.3.12 Vivienda con presencia de eflorescencia

Entre las causas por las que posiblemente se han originado, tenemos: De la encuesta aplicada, se pueden sacar datos importantes como por ejemplo que usaron ladrillo artesanal para sus viviendas, al ser artesanal, la arcilla empleada posiblemente no estaba limpia de impurezas, el tiempo de quemado del ladrillo insuficiente y su incorrecta ubicación dentro del horno, si este ladrillo estuvo expuesto a la lluvia. El terreno puede contener sales, al contacto directo entre el terreno y el muro sumado a la humedad del suelo es otra de las causas frecuentes de eflorescencias. La arena que se usa para para el mortero pudo haber contenido impurezas orgánicas.

Se ha encontrado eflorescencia entre la parte alta del muro y el encuentro con el cielo raso (losa), debido al fenómeno de capilaridad se produce la ascensión del agua a través de los poros del ladrillo y del mortero, a causa de la naturaleza porosa de los materiales, causando desprendimiento de la capa de pintura y gran presencia de manchas blancas. El agua por capilaridad puede ascender de 1.5 m y 2 m.

La norma técnica E-070-Albañilería (En el Capítulo 3 - Componentes de la albañilería, artículo 5.5 Aceptación de la Unidad.) dice: La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

ITINTEC 331.017 (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas)En el contexto de la Norma, la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillo cuando éste es humedecido. La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo puede ocurrir sí las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer causen rajaduras y disgregación de la albañilería. Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que la muestra sometida al ensayo sea calificada como "eflorescida".No obstante que esta propiedad no está normada como requisito se recomienda realizarla en los casos en que se trate de acabados de ladrillo visto o cuando la albañilería se encontrará sometida a humedad intensa y constante.

Acciones mecánicas exteriores:

Asentamientos diferenciales, debidos al peso de la construcción y al suelo inadecuado de la zona.Ésta zona se caracteriza por presentar suelos

aluviales(Los suelos aluviales son suelos poco desarrollados formados de materiales transportados por corrientes de agua, sobre su superficie se ha acumulado algo de materia orgánica. Son suelos que tienen mala filtración y oscuros, son suelos buenos para cultivar.) **con aceleraciones sísmicas altas. Otro fenómeno que se puede presentar en este sector, es la probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos, ante la presencia de un sismo de gran magnitud.(Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca)**

Existen laderas con la probabilidad de deslizamientos de tierra, sus pendientes fluctúan en el rango de 5° a 7°.

En estas construcciones no se realizó un adecuado mejoramiento del suelo, al realizar la construcción. No se realizaron estudios de suelos, que permitirían determinar la capacidad portante y así poder diseñar las dimensiones de las cimentaciones. No se contó con un diseño de ingeniería adecuado, ni la guía de un ingeniero civil, que hubiesen minimizado los problemas constructivos que se presentan. (Figura.3.13)

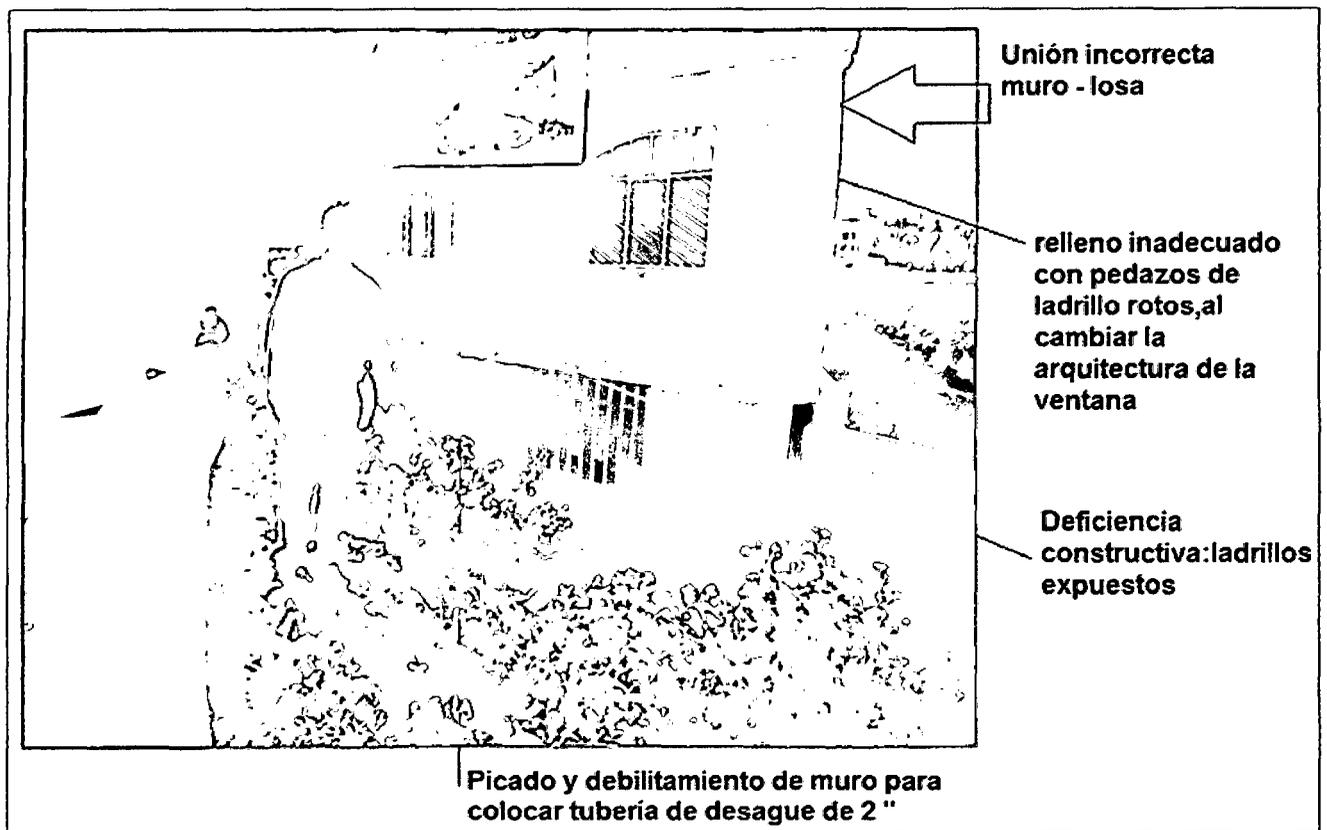


Fig.3.13 Vivienda construida al borde de la quebrada Lucmacucho, presenta asentamiento diferencial.

Ésta vivienda presenta asentamiento diferencial, por el peso de la estructura , el suelo inadecuado sobre la cual está construida y la ubicación inadecuada que tiene, por estar al borde de la quebrada, además se puede observar las deficiencias constructivas en la losa, al notarse los ladrillo y han debilitado al muro del segundo nivel al colocar la tubería de desagüe, la cual se encuentra expuesta,

Apreciamos la fisura originada en el muro, debida al asentamiento diferencial.

Figura 3.14

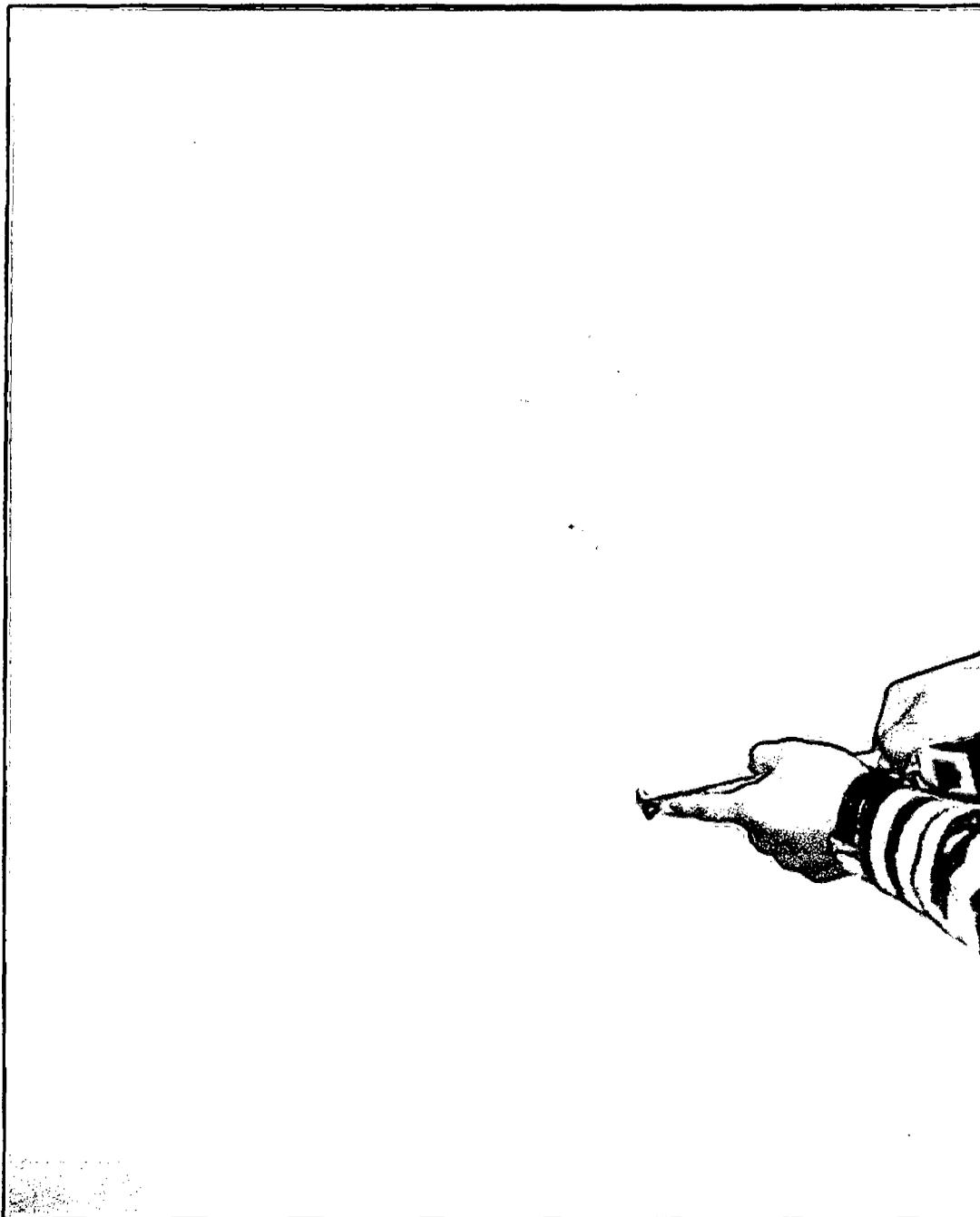


Fig.3.14 Fisura en el muro, debida al asentamiento diferencial

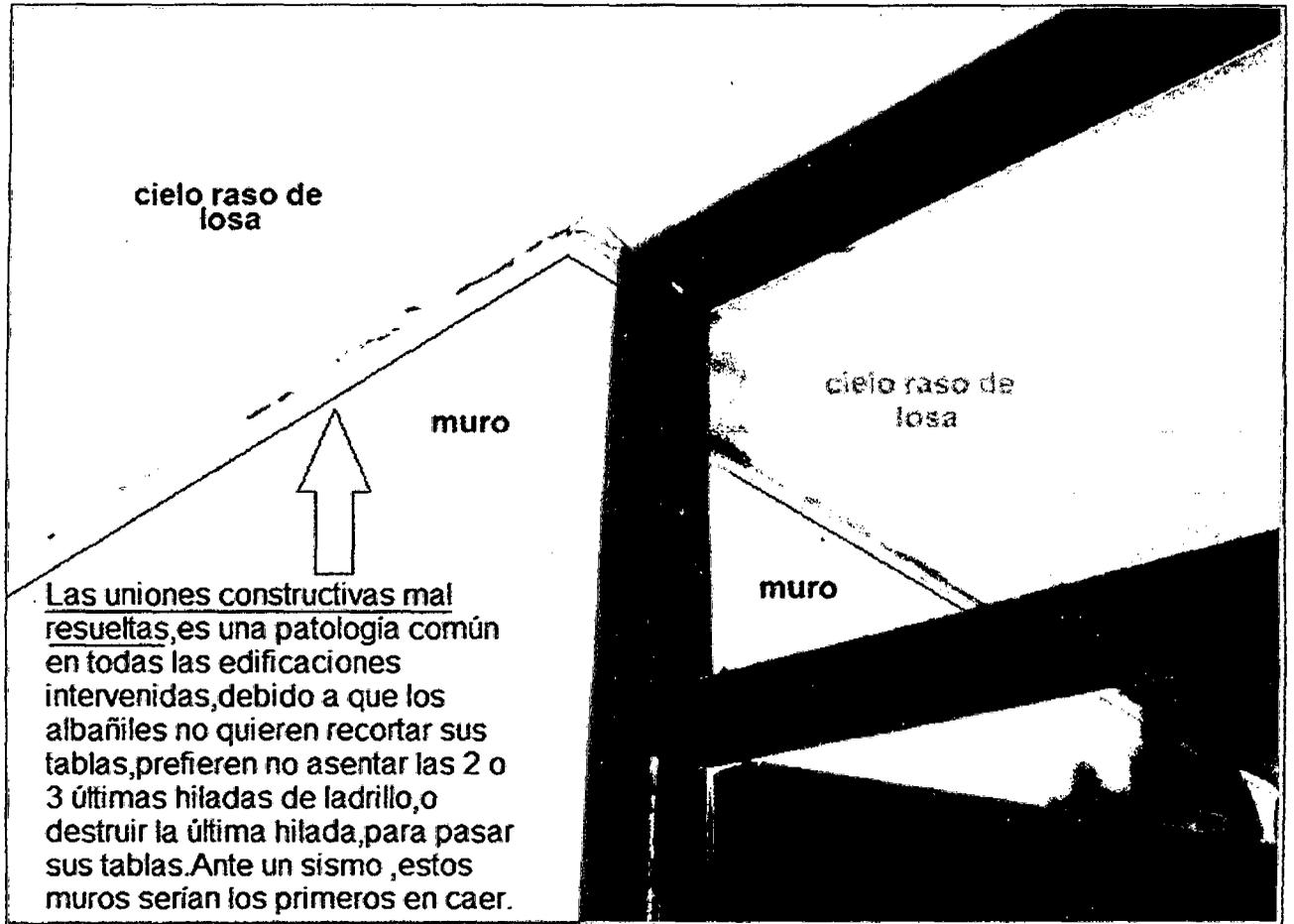
La Norma E-050 Suelos y Cimentaciones.- Dice: No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario, ni rellenos sanitarios. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación. La profundidad mínima de cimentación será 0.80 m.

Una patología con presencia significativa en las viviendas de la zona es la que se refiere a:

Deficiencias del proyecto:

Uniones constructivas mal resueltas.- Las viviendas que presentan esta patología es debido a la incorrecta unión muro - techo, esto debido a que los albañiles no quieren recortar sus tablas para encofrar las vigas y viguetas(Figura 3.15),cuando las tablas superan la longitud de los ambientes prefieren no asentar el ladrillo hasta el pie de losa o si ya está asentado el ladrillo hasta el nivel de losa, sacan una o dos hiladas de ladrillo, de esta forma se perjudica la adherencia entre unidades de albañilería y elementos de concreto armado, y la solución que brindan los albañiles es realizar el tarrajeo entre muro y losa ,pero esto no quita la aparición de grietas

Fig.3.15 Uniones constructivas mal resueltas



Esta patología es notoria en todas las edificaciones de ladrillo de la parte baja de Lucmacucho.

Fig.3.16 Encofrado incorrecto de losa, retirar las últimas hiladas de ladrillo.



Fuente: Criterios para construcción de ladrillo más seguras.

Ing. Ángel San Bartolomé - Ing. Daniel Quiun-PUCP

Con los resultados obtenidos y en base a las patologías de muro más comunes en edificaciones de ladrillo, de dos niveles, zona de Lucmacuho, parte baja, se procedió a elaborar la tabla del nivel de riesgo, para analizar en qué medida estas patologías de muro hacen vulnerables a estas edificaciones, y si la existencia de estas patologías ante la ocurrencia de un sismo es un peligro para sus habitantes.

Tenemos que estas viviendas son del tipo unifamiliar y autoconstruidas o llamadas de construcción informal, las han construido los mismos propietarios con el servicio de un albañil y obreros, a simple vista analizando la zona, la

arquitectura y acabados de las viviendas, es fácil deducir que el aspecto económico es un gran limitante para realizar una construcción segura.

El nivel de riesgo lo obtenemos analizando:

a.- La severidad del daño en la edificación: (Tabla N° 3.14) La he clasificado en base al ancho y a la presencia de fisuras y/o grietas. Es decir, puede haber solo presencia de fisuras o sólo de grietas o la presencia de ambas, y mediremos su ancho. Tabla 3.14 Severidad del daño en la edificación

Severidad del daño en la edificación	Descripción del daño en la edificación	Ancho de fisura
Insignificante(I)	Fisuras del tamaño de un cabello	< 0.1 mm
Menor(Me)	Finas fisuras que pueden repararse mediante pintura	1mm-1.5mm
Moderado(Mo)	Estas fisuras deben rellenarse previo al pintado.	1.5mm – 2.5mm
Mayor(Ma)	Algunas fisuras requieren abrirse y ser rezanadas por un albañil. Pequeños sectores de la mampostería pueden requerir ser reemplazados.	2.5mm – 4mm
Catastrófico(Ca)	Requiere construcción parcial o total de la mampostería.	> 4mm Se convierte en una grieta

Si existe severidad, tiene que haber probabilidad, para poder hallar el nivel de riesgo.

b.- La probabilidad: de que esta patología encontrada haga vulnerable a la edificación ante un sismo o un fenómeno climatológico de consideración. La probabilidad puede ser:

Rara vez.- Que las fisuras en los muros han hecho colapsar una edificación, acompañada de un sismo u algún factor climatológico extremo.

Poco probable.- Que las fisuras en los muros han hecho colapsar una edificación, acompañada de un sismo u algún factor climatológico extremo.

Probable.- Es probable Que las fisuras en los muros hagan colapsar una edificación, acompañada de un sismo u algún factor climatológico extremo.

Muy probable.- Que las fisuras en los muros hagan colapsar una edificación, acompañada de un sismo u algún factor climatológico extremo.

Siempre.-Las fisuras en los muros han hecho colapsar una edificación, acompañada de un sismo u algún factor climatológico extremo.

El nivel de riesgo: (Tabla N° 3.15) Lo hallamos con la severidad y la probabilidad determinadas, y se clasifica en :

-Bajo.

-Medio.

-Alto.

Tabla N° 3.15 Matriz del nivel de riesgo

SEVERIDAD	PROBALIDAD				
	Rara vez	Poco Probable	Probable	Muy Probable	Siempre
Catastrófico	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
Mayor	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
Moderado	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Menor	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
Insignificante	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio

Por ejemplo: si la severidad de la patología encontrada es moderada, y la probabilidad es que sea probable que por esa patología encontrada la vivienda sufra un colapso, entonces al realizar la intercepción en la matriz de riesgos, resulta que el nivel de riesgo es medio. Entonces estas patologías encontradas si hacen vulnerables a las edificaciones de ladrillo de dos niveles, en la medida que cuan más ancha sea la fisura, la severidad será mayor, por lo tanto ya sabemos que de ocurrir un sismo o la vivienda es afectada por un fenómeno climatológico o geodinámico extremo, se convierte en un peligro para sus ocupantes.

Todo esto es una sumatoria de factores desfavorables para el propietario y su vivienda, como por ejemplo: La ubicación de la zona en la cual se ha construido la vivienda, el tipo de suelo, el uso de materiales de mala calidad, la inexistencia

de la participación de un ingeniero civil, mano de obra de mala calidad, el empleo de ladrillos artesanales ,etc.

En la tabla N° 3.16 se aprecia la matriz del nivel de riesgo para las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, zona de Lucmacucho, parte baja – Cajamarca.

Análisis realizado en base a los asentamientos diferenciales y a las uniones constructivas mal resueltas.

Tabla N° 3.16

V.Nº	Patología más común			Orientación de la fisura	Longitud	Espesor de la fisura	Ángulo de inclinación	Lugar de presencia	Observación	Severidad del daño	Probabilidad	Nivel de Riesgo
	E	A.D.	U.CmR									
1	-	X	X	Vertical	1.80	1.50	80	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
2	-	X	X	Vertical	2.40	2.40	57	muro	Fisura no uniforme	Moderado	Probable	Medio
3	-	X	X	Vertical	1.10	2.50	58	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
4	-	X	X	Vertical	1.60	2.00	88	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
5	-	X	X	Vertical	1.50	2.00	56	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
6	-	X	X	Vertical	1.20	2.00	10	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
7	-	X	X	Vertical	1.60	2.00	55	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
8	-	X	X	Vertical	1.30	1.30	10	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
9	-	X	X	Vertical	1.40	2.00	80	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
10	-	X	X	Vertical	1.20	1.50	86	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
11	-	X	X	Vertical	2.10	2.50	85	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
12	X	X	X	Vertical	1.80	2.00	83	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
13	-	X	X	Vertical	1.60	2.00	78	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
14	-	X	X	Vertical	1.70	2.00	80	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
15	X	X	X	Vertical	1.50	2.00	75	muro	Fisura no uniforme	Moderado	Probable	Medio
16	-	X	X	Vertical	1.70	2.20	10	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
17	-	X	X	Vertical	1.40	2.30	56	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
18	-	X	X	Vertical	1.80	2.20	77	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
19	-	X	X	Vertical	1.40	2.00	85	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
20	-	X	X	Vertical	1.30	2.00	88	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
21	-	X	X	Vertical	2.00	2.00	86	muro	Fisura no uniforme	Moderado	Probable	Medio
22	-	X	X	Vertical	1.80	1.70	72	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
23	-	X	X	Vertical	1.60	1.50	12	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
24	-	X	X	Vertical	1.50	2.00	80	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
25	-	X	X	Vertical	1.80	2.50	78	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
26	-	X	X	Vertical	1.70	2.20	88	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
27	-	X	X	Vertical	1.50	2.00	10	muro	Fisura no uniforme	Moderado	Probable	Medio
28	-	X	X	Vertical	1.60	2.00	78	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
29	-	X	X	Vertical	1.50	2.00	80	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio
30	-	X	X	Vertical	1.90	2.00	77	muro	Fisura uniforme de inicio a fin	Moderado	Probable	Medio

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones:

Al culminar el presente trabajo de investigación se han llegado a las siguientes conclusiones:

4.2.1 Conclusiones del Objetivo General

- El tipo de patología de muro más común en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la zona de Lucmacucho parte baja es el que se da por: **Deficiencias constructivas y/o materiales de mala calidad**, es decir, por eflorescencias afectando a dos viviendas; la patología de muro referida a **acciones mecánicas exteriores**, presentando 30 viviendas asentamiento diferencial de los cimientos, y el que se refiere a **deficiencias del proyecto**, 30 viviendas presentan uniones constructivas mal resueltas.
- Las patologías de muro son debidas a una gran sumatoria de factores que tienen que ver con la procedencia de la materia prima para fabricar el ladrillo, la ubicación del ladrillo dentro del horno, el tamaño del molde, las condiciones climáticas ambientales en el proceso de fabricación, el transporte, la destreza del albañil para asentar el ladrillo, la altura de muro que ejecute diariamente, el cemento usado, la preparación del mortero, en que recipiente se hace esta preparación, los materiales usados para preparar el mortero, el espesor de las juntas, el tiempo de

humedecimiento del ladrillo antes de ser asentado, el tiempo de curado luego de asentado, entre otros.

- La hipótesis es parcialmente cierta, ya que la presencia de patologías de muro, en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, parte baja, no todas se deben al tipo de suelo de la zona, existen una sumatoria de factores que se han mencionado líneas arriba.

4.2.2 Conclusiones de los objetivos específicos:

- En la parte baja de la zona de Lucmacucho no solo existe la presencia de una patología de muro, pero en nuestro caso la muestra ha coincidido en cantidad con las patologías presentes en estas edificaciones, es decir, las 30 viviendas analizadas presentan dos tipos de patologías en la misma cantidad.
- Al someter a la matriz de riesgo las patologías de la zona de Lucmacucho, parte baja, el nivel de riesgo resultante es medio, reflejando que estas patologías si hacen vulnerables a las edificaciones de ésta zona, en la medida que pueden colapsar las paredes deficientes ante un sismo, debido a factores climáticos extremos y/o factores geodinámicos, convirtiéndose en un peligro para sus ocupantes y a las edificaciones vecinas.
- Las patologías de muro, se han presentado sin importar la antigüedad de construcción de las viviendas, las cuales están entre 7 a 15 años.

4.2. Recomendaciones:

En base a la experiencia adquirida durante el desarrollo del trabajo de investigación daremos las siguientes recomendaciones:

- Realizar ésta misma investigación en otras zonas de Cajamarca.
- Realizar mayor investigación en la patología de la construcción, por existir muchos factores que dan lugar a éstas patologías y ponen en peligro la estabilidad de la construcción.
- En la medida de lo posible contar con el diseño y la dirección técnica en la construcción de un ingeniero civil.
- Optar por realizar la construcción con mano de obra calificada.
- Considerar como primera opción construir con materiales de calidad.

CAPÍTULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.-Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2001. "Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería". AIS. Colombia.

2.- Blondet M.2005. "Construcción y mantenimiento de viviendas de Albañilería, para albañiles y maestros de obra". PUCP-Lima, Perú. 92 p.

3.- Decreto Supremo 055 Seguridad y Salud Ocupacional en Minería

4.- Eduardo Guardín S. - "Patologías habituales en Construcción

[http://www.arqa.com/index.php/esa/cursos-seminarios/patologias habituales de-la construccion.html](http://www.arqa.com/index.php/esa/cursos-seminarios/patologias-habituales-de-la-construccion.html)

Fecha: 05-01-2013 Hora: 3.00 pm

5.-Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú.

http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/Diagnostico%20nacional%20de%20ladrilleras.pdf

Fecha: 14-01-2013 Hora: 09:00 am

6.- Estudio en Rincón Guadalupano por casas dañadas

<http://ntrzacatecas.com/2012/04/04/haran-estudio-en-rincon-guadalupano-por-casas-danadas/>

Fecha: 12-02-2013 Hora: 10:00 am

7.- Francisco Serrano A. - "El lenguaje de las grietas"

http://www.concretonline.com/pdf/07construcciones/art_tec/patologia39.pdf

Fecha: 15-02-2013 Hora: 8.00 pm

- 8.- Juan B. Pérez Valcárcel - "Sistema de análisis de patologías por Muro"
http://pmb.apatgn.org/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=133
Fecha: 18-02-2013 Hora: 10.30 am
- 9.- Katherine Fernández León "Características técnicas del ladrillo artesanal que se produce, en el Centro Poblado Menor de Santa Bárbara"
- 10.- Mala calidad en las casas de villa sol de Maipu –Chile
http://www.reclamos.cl/reclamo/constructora_metropolitana_mala_calidad_de_las_casas_villa_sol_de_maipu
Fecha: 01-03-2013 Hora: 09:00 am
- 11.- Manual de Construcción del Maestro Constructor de Aceros Arequipa
- 12.- Manual de Construcción para Maestros de Obra de Aceros Arequipa
- 13.- Norma Técnica E.070 "Albañilería" – 2006
- 14.- Norma Técnica de Edificaciones E.060 "Concreto Armado" – 2009
- 15.- Norma Técnica de Edificación E.050 "Suelos y Cimentaciones"
- 16.- Norma Técnica E.030 Diseño "Sismo Resistente"
- 17.-Programa "Paso a Paso" (Desco)-Lima, Perú 2005.35 p.
- 18.-Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca-Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051
- 19.-San Bartolomé, A.1994. Construcciones de albañilería – comportamiento sísmico y diseño estructural-. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. 228 p.
- 20.- Sodimac, sepa cómo construir un muro de ladrillos
- 21.- Tarque N y Mosqueira M.2005 "Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana". Tesis de la PUCP-Lima, Perú. 142 p.

CAPITULO VI. ANEXO

En éste capítulo se adjunta:

- **Ficha de encuesta**
- **Check list**
- **Reparación de patologías**
- **Matriz de consistencia**



FICHA DE ENCUESTA



N° de vivienda encuestada

DIRECCIÓN TÉCNICA

Dirección técnica en el diseño:

- Ingeniero Civil
- Arquitecto
- Albañil
- Usted mismo

Dirección técnica en la construcción:

- El ingeniero guió al albañil
- El arquitecto guió al albañil
- Usted junto al albañil, tomaron las decisiones

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Para la construcción de su vivienda

La construyó sobre el mismo tipo de terreno

Si	
No	

Reemplazó el material

Si	
No	

Secuencia de construcción de los ambientes

- Paredes Límites
- Sala -Comedor
- Dormitorios
- Cocina
- Baño
- Primero un cuarto
- Todo a la vez

TIPO DE MATERIALES EMPLEADOS

Para el vaciado de la cimentación

Material de cerro	<input type="checkbox"/>
Material de rio	<input type="checkbox"/>
Agua potable	<input type="checkbox"/>
Agua no potable(sacada de canales)	<input type="checkbox"/>
Algún tipo de aditivo	<input type="checkbox"/>

Para el vaciado de columnas,vigas y losa

Material de cerro	<input type="checkbox"/>
Material de rio	<input type="checkbox"/>
Agua potable	<input type="checkbox"/>
Agua no potable(sacada de canales)	<input type="checkbox"/>
Algún tipo de aditivo	<input type="checkbox"/>

El ladrillo que empleó

Ladrillo artesanal	<input type="checkbox"/>
Ladrillo de Fabrica	<input type="checkbox"/>

DE LA CONSTRUCCIÓN

Pisos construidos	<input type="checkbox"/>
Pisos proyectados	<input type="checkbox"/>

Estado de conservación de la vivienda

Bueno	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>
Malo	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES

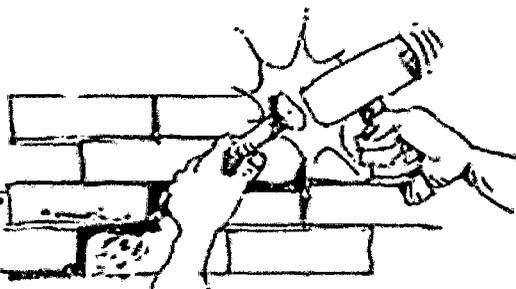
La vivienda presenta junta sismica con respecto a las viviendas de ambos costados	Si	<input type="checkbox"/>
	No	<input type="checkbox"/>

Fig.6.01 Reparación de grietas en muros

Si algún muro de tu casa tiene grietas diagonales de hasta 1,5 milímetros de grosor y las columnas y vigas de concreto no están muy dañadas, puedes reparar el muro de la siguiente forma:

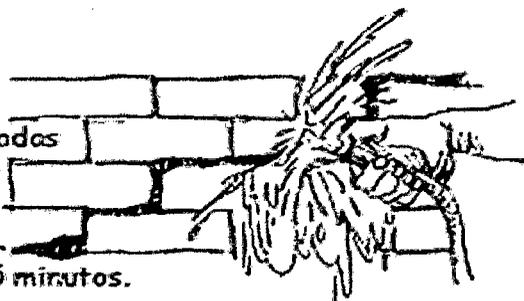
1

Quita el mortero de las juntas agrietadas y elimina todo el material suelto. Trata de no golpear los ladrillos cercanos.



2

Lava bien las juntas agrietadas con un chorro de agua a presión. Deja escurrir el agua por 15 minutos.



3

Rellena nuevamente la junta con mortero 1:4 (cemento:arena). Presiona bien el mortero para que llene completamente la junta.

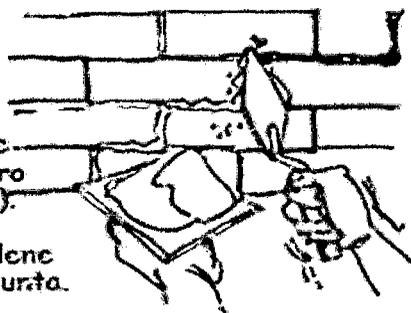


Fig.6.02 Reemplazo de ladrillos deteriorados

Si algún muro tiene ladrillos rotos o deteriorados puedes reemplazarlos de la siguiente manera:

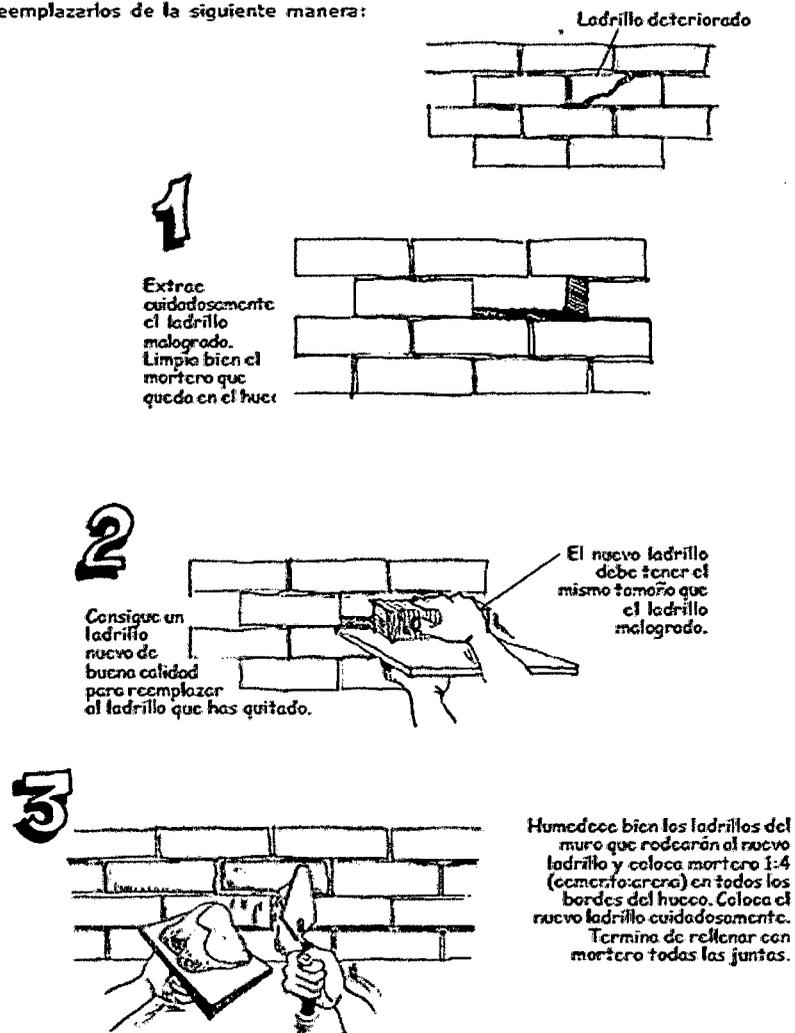


Fig.6.03 Corrección de Humedad

La humedad en los muros es causada casi siempre por fugas de agua en las tuberías.

Puedes hacer los siguientes trabajos para reparar las fugas de agua y así evitar la humedad en los muros.

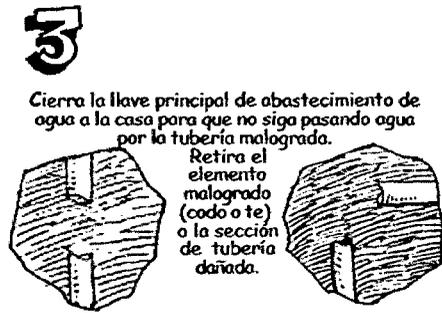
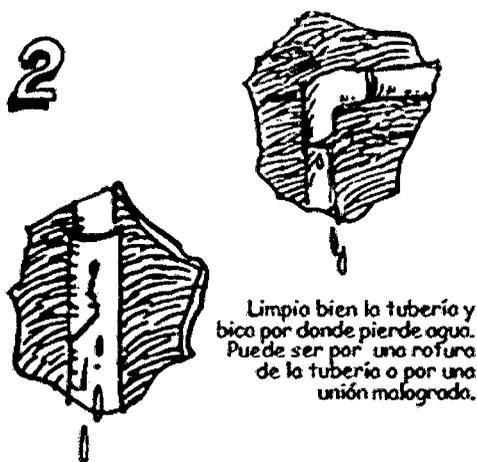
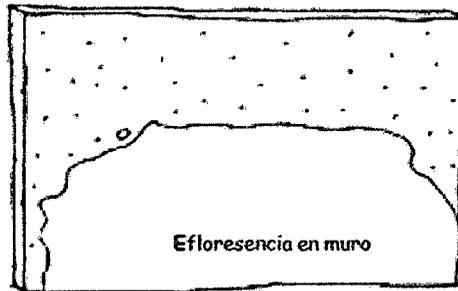


Fig.6.04 Corrección de Eflorescencia

La eflorescencia es un depósito de color blanco o amarillento que aparece en las paredes de ladrillo o de concreto. La eflorescencia aparece cuando los materiales de construcción o el suelo de cimentación contienen sales que se disuelven en el agua. El agua sube por el muro hasta llegar a la superficie de la pared, y luego se evapora, dejando las sales en forma de cristales como manchas en la pared.



La eflorescencia moderada no afecta a la resistencia de los muros.

Para limpiar las paredes con eflorescencia moderada puedes hacer lo siguiente:

1

Lava la zona afectada con abundante agua y un cepillo de cerdas duras.



2

Prepara una solución limpiadora con una parte de ácido muriático por 20 partes de agua. Aplica la solución a la pared con una brocha y déjala actuar por 15 minutos.



Nunca pongas más ácido muriático, pues el ácido es corrosivo.

3

Enjuaga bien la superficie de la pared con abundante agua.



Si tu terreno o tu muro están húmedos, es probable que la eflorescencia vuelva a aparecer.

Tabla N° 6.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

<i>Problemas</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Justificación</i>	<i>Hipótesis</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Método</i>
<p>Problema Central (principal)</p> <p>¿Cuáles son las causas de las patologías de muro más comunes en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, de la zona de Lucmacucho, Parte Baja?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar la cantidad y el tipo de patología de muro más común en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, parte Baja.</p> <p>Objetivo Específico 1</p> <p>Identificar el tipo de patología de muro más común, en las edificaciones de ladrillo, de Dos Niveles, en la zona de Lucmacucho, parte baja.</p> <p>Objetivo Específico 2</p> <p>Analizar en qué medida estas patologías de muro hacen</p>	<p>La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado en que se encuentran las edificaciones de ladrillo de dos niveles, en la zona de Lucmacucho, Parte Baja, según el tipo de patología de muro más común encontradas en dichas construcciones.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La presencia de patologías de muro, en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la Parte Baja, de la Zona de Lucmacucho, se dan debido al tipo de suelo de la zona.</p>	<p>Variabilidad en:</p> <p>1.-Dimensiones</p> <p>2.-Tipos de patologías en los elementos no Estructurales.</p> <p>3.- Ubicación de los agrietamientos en los muros.</p>	<p>Tipo de agrietamiento:</p> <p>V:Vertical,</p> <p>H:Horizontal,</p> <p>D:Diagonal</p> <p>Ubicación de la grieta/fisura:</p> <p>En vanos</p> <p>En losa</p> <p>En muros</p> <p>En columnas</p> <p>En Sobre cimientos</p> <p>Severidad del daño en la edificación:</p> <p>1.-Insignificante</p> <p>2.-Menor</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Descriptivo, no experimental</p> <p>Unidad de análisis</p> <p>Los muros de ladrillo, de las edificaciones de dos niveles</p> <p>Universo</p> <p>Las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, de la parte baja de la Zona de Lucmacucho</p> <p>Muestra</p> <p>Serán 30 viviendas de ladrillo de dos niveles, de la parte baja, en la zona de Lucmacucho.</p> <p>Recolección datos</p> <p>Serán en campo</p> <p>Análisis</p> <p>Será en gabinete</p> <p>Diseño específico</p> <p>a.-Recopilación de información</p> <p>b.-Observación en campo</p> <p>c.-Procesamiento de datos en Gabinete</p>

	vulnerables, las edificaciones de Ladrillo, de dos niveles, de la zona de Lucmacucho, parte baja.				<p>3.-Moderado</p> <p>4.-Mayor</p> <p>5.-Catastrófico</p>	<p>Estructura del diseño M – O – A – E</p> <p>Dónde:</p> <p>M : Muestra O : Observación A : Análisis E : Evaluación</p> <p>Plan a seguir</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Recolección de Bibliografía ✓ Toma de datos en campo ✓ Análisis en Gabinete <p>Estrategia Se efectuará siguiendo el método del muestreo aleatorio simple, en la que se determina la calidad y condición de la patología en la edificación.</p> <p>Instrumentos Check list, libreta de campo, cámara digital, winchas de 5m, planos de catastro</p>
--	---	--	--	--	---	---