

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN



**EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MUROS DE
ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LAS VIVIENDAS DEL
SECTOR FILA ALTA - JAÉN**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

BACHILLER: DARWIN LEE SHAQUIHUANGA AYALA

ASESOR: ING. MANUEL URTEAGA TORO

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

2014

COPYRIGHT © 2014 by
DARWIN LEE SHAQUIHUANGA AYALA
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Por contribuir en mi formación profesional

A MI ASESOR

Ing. Manuel Urteaga Toro, por el constante apoyo, dedicación y orientación para el desarrollo de la presente tesis.

Y a todas las personas que, de alguna manera, han colaborado en esta investigación y en mi formación profesional.

A DIOS

Por haberme regalado la vida y permitirme ser parte de una familia sólida y unida.

A MIS PADRES

Mis padres, Juan Shaquihuanga Llanos y Flor Marina Ayala Montenegro, por ser partícipes activos en mi formación profesional y en mis valores como persona, por brindarme su apoyo incondicional durante toda mi vida y en especial durante mis años de carrera universitaria.

CONTENIDO

Contenido	Página
Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Contenido.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Lista de Abreviaciones.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	4
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.....	4
2.1.1. Nivel Internacional.....	4
2.1.2. Nivel Nacional.....	5
2.1.3. Nivel Local.....	7
2.2. Bases Teóricas.....	8
2.2.1. Albañilería Confinada.....	8
A) Definición del Sistema.....	8
B) Importancia del Sistema.....	10
C) Unidades de Albañilería de arcilla.....	11
D) Procedimiento de construcción de albañilería confinada.....	12
2.2.2. Patología.....	16
A. Fisuras y Grietas.....	17
A.1 Tipos de Fallas.....	18
B. Eflorescencia.....	22
C. Humedad.....	23
2.3 Definición de términos Básicos.....	28

Contenido	Página
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1. Localización.....	31
3.2. Tiempo y Época.....	34
3.3. Identificación y selección población muestra.....	34
3.3.1. Población.....	34
3.3.2. Muestra.....	35
3.4. Materiales y Herramientas.....	36
3.5. Diseño Metodológico.....	36
3.5.1 Fase Inicial.....	37
3.5.2 Fase de Campo.....	37
CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45
ANEXOS A.....	49
ANEXOS B.....	50
ANEXOS C.....	59
ANEXOS D.....	62
ANEXOS E.....	70

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1.Niveles de severidad en muros de albañilería.....	22
Tabla 2.Determinacion de la Población de estudio.....	34
Tabla 3.Parametros estadísticos considerados en la determinación de..... la muestra.	35
Tabla 4.- Materiales y Herramientas Utilizados en la Investigación.....	44
Tabla 5. Tipos de defectos técnicos presentes en los muros de albañilería.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Albañilería Confinada	9
Figura 2. Proceso constructivo albañilería confinada.....	10
Figura 3. Tipos de ladrillos de arcilla.....	12
Figura 4. Escaniplo.....	13
Figura 5. Asentado de ladrillos maestros.....	13
Figura 6. Tipo de aparejo de unidades.....	14
Figura 7. Dientes adecuados, dientes muy largos y desperdicios..... sobre el diente.	16
Figura 8. Conexión muro – columna.....	16
Figura 9. Grieta por Corte.....	18
Figura 10. Grieta por Flexión.....	19
Figura 11. Muros agrietados.....	20
Figura 12. Eflorescencia en muro.....	23
Figura 13. Causas principales de humedad.....	26
Figura 14. Mapa del Peru y sus 24 Departamentos.....	32
Figura 15. Mapa del Departamento de Cajamarca y sus Provincias.....	32
Figura 16. Mapa del Provincia de Jaén y sus Distritos.....	33
Figura 17. Mapa de Localización del Sector de Fila Alta.....	33
Figura 18. Patología en muros de albañilería.....	41

LISTA DE ABREVIACIONES

AEAXR:	Asociación de Escuelas de Arquitectura por la Reconstrucción.
AIS:	Asociación de Ingeniería Sísmica.
CAPECO:	Cámara Peruana de la Construcción.
ICG:	Instituto de Construcción y Gerencia.
INEI:	Instituto Nacional de Estadística.
PUCP:	Pontificia Universidad Católica del Perú.
R.N.E:	Reglamento nacional de edificaciones.
SENCICO:	Servicio Nacional de capacitación e investigación para la industria de la construcción.
UDCH:	Universidad de Chile.
R.N.E:	Reglamento nacional de edificaciones.
UNC:	Universidad Nacional de Cajamarca.

RESUMEN

La mayoría de muros de albañilería de las viviendas tienen deficiencias técnicas y patologías debido a que cuentan con una mano de obra deficiente los cuales trabajan de manera empírica. El objetivo de la investigación fue evaluar el estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector de Fila Alta a través de las deficiencias técnicas y patologías presentes en dichas unidades de estudio. Es una investigación descriptiva y transversal. La recolección de datos se realizó durante los meses de Julio a Octubre del 2014, mediante inspecciones una preliminar y una detallada. Se usaron formatos de evaluación en el cual se registró las deficiencias técnicas como son: selección del tipo de unidades de albañilería, espesor de junta de albañilería, trabado de unidades, unión muro-techo, unión muro-columna y patologías como: grietas en muros, eflorescencia, humedad. Se registró que el 100% de unidades de albañilería utilizadas eran del tipo artesanal, el 88% de muros tenían problemas de espesores de junta mayor a 1,5 cm, el 19% de muros estudiados están desplomados. En el caso de patologías se determinó que el 15,28% de muros estudiados tiene problemas con grietas, el 37,5 % presenta fallas por eflorescencia y humedad. Tanto las deficiencias técnicas y patologías se deben a la falta de asesoramiento de un profesional calificado (Ingeniero, arquitecto, etc.), para que realice al seguimiento de la construcción de su vivienda.

Palabras Claves: deficiencias técnicas en muros, patologías en muros

ABSTRACT

The majority of masonry of dwellings have technical deficiencies and illnesses due to the fact that they have a poor labor which work in an empirical manner. The objective of the research was to evaluate the current state of the walls of masonry confined in the housing area of Row High through the technical shortcomings and pathologies present in these units of study. It is a descriptive cross-sectional research. Data collection was performed during the months of July to October 2014, through a preliminary inspections and a detailed. Formats were used for evaluation in which is registered as the technical shortcomings are: select the type of masonry units, thickness of board of masonry, locked units, union wall-ceiling, wall union-column and pathologies such as cracks in walls, efflorescence, humidity. It was noted that the 100% of masonry units used were of the artisan, the 88% of walls were faced with problems of board thickness of greater than 1,5 cm, 19% of studied walls are crumbling. In the case of pathologies was determined that the 15,28 % of walls studied has problems with cracks, the 37,5 % is flawed by efflorescence and moisture. Both the technical shortcomings and pathologies are due to the lack of advice from a qualified professional (engineer, architect, etc.), to perform the follow-up to the construction of your home.

Key Words: technical deficiencies in walls, pathologies in walls

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Las edificaciones de albañilería o mampostería confinada, son las construcciones más populares en las zonas urbanas del Perú, para viviendas, oficinas, hoteles, etc. Estas viviendas de albañilería confinada se vienen construyendo de una manera masiva en el Sector de Fila Alta-Jaén, las cuales en su gran mayoría cuentan con muros de albañilería que presentan deficiencias técnicas y patologías, debido a que la mano de obra no es calificada (maestros de obra, operarios), los cuales trabajan de manera empírica y sin tener el asesoramiento de una persona capacitada como lo es el Ingeniero Civil. La mano de obra deficiente origina que, en el asentado de ladrillo se observen espesores de junta mayores a lo recomendado en la norma E.070 (mayor a 1,00 cm y menor a 1,5cm), muros que no se encuentran aplomados, ladrillos no trabados, presencia de humedad en los muros producto del colapso de las instalaciones sanitarias. Otro problema que se encuentra es la baja calidad de materiales (ladrillos), los cuales generan eflorescencia por la presencia de sales solubles, degradaciones de los ladrillos a temprana edad, también se encuentra la presencia de fisuras y grietas producto de asentamientos diferenciales, expansión de suelos, corte, etc.

El problema de la investigación está referido a, ¿Cuál es el estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del Sector Fila Alta - Jaén?

En tal sentido, se puede mencionar como hipótesis que los muros de albañilería confinada de las viviendas en el Sector Fila Alta- Jaén, se encuentran en mal estado debido a las deficiencias técnicas (selección de

unidades de albañilería, espesores de juntas, verticalidad de muro, trabado de unidades, unión muro techo, unión muro-columna) y patologías (grietas, eflorescencia, humedad).

La investigación se justifica debido a la gran demanda de edificaciones de albañilería confinada que se vienen construyendo en el sector de Fila Alta – Jaén – Cajamarca, siendo los muros de albañilería confinada los que se encuentran en mal estado teniendo problemas, lo cual nos conlleva a tener muros de albañilería deficientes.

En ese sentido a través de esta investigación, se determina cuál es el estado actual de los muros de albañilería de las edificaciones en el sector de Fila alta, de modo que se puedan establecer las recomendaciones pertinentes y evitar los riesgos que estas conllevan.

La información que genera el estudio es muy útil tanto para los profesionales, técnicos y maestros de obra que están inmersos en el rubro de la construcción y que consideran fundamental que al construir una vivienda segura estamos asegurando la vida, salud y economía de las persona que habitan ese lugar y por ende el progreso de país.

El estudio se realiza en el ámbito de expansión urbana en el Sector Fila Alta, ciudad de Jaén, Departamento de Cajamarca, durante los meses de Julio a Octubre del 2014. El universo de la investigación comprendió los muros de albañilería Confinada.

Como objetivo se plantea evaluar el estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector de Fila Alta - Jaén. Para ello los objetivos específicos son: determinar las deficiencias técnicas en la construcción de muros de albañilería confinada de las viviendas del sector de Fila Alta, determinar las patologías presentes en los muros de albañilería confinada de las viviendas del sector de Fila Alta.

En esta investigación, se analiza las deficiencias técnicas y patologías en las viviendas de albañilería confinada las cuales se desarrollaron mediante la observación y visualización debido a que nuestra investigación es descriptiva.

En el Capítulo I, se plantea el problema de la evaluación del estado actual de los muros de albañilería en el sector de Fila Alta, se explica la justificación de esta investigación. Además los alcances de la investigación y los objetivos que se esperan cumplir.

En el Capítulo II, Marco Teórico, se presenta la relación que existe entre el problema particular de estudio y las teorías e investigaciones similares realizadas anteriormente con una antigüedad no mayor de 10 años. También, se presenta los fundamentos teóricos que sirven de base para la investigación, y se explican los conceptos relacionados en el desarrollo de la investigación.

En el Capítulo III, Materiales y Métodos, se describe la ubicación geográfica, también los procedimientos, métodos y técnicas utilizados en la presente investigación.

En el Capítulo IV, Análisis y Discusión de Resultados, se describe, explica y discute los resultados encontrados con los datos que están en el marco teórico. Siguiendo la secuencia de los objetivos planteados.

En el Capítulo V, Conclusiones y Recomendaciones, se describen las conclusiones del trabajo y se resumen los resultados de la investigación. Además, se muestran las recomendaciones para futuras líneas de investigación sobre evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos.

2.1.1 Internacional

Piñeiro 2010, concluye que los problemas de las humedades, muy generalizados en edificación, y que afectan no sólo a la funcionalidad y habitabilidad de los edificios, sino que en muchos casos también a la seguridad de los mismos, al generar nuevos procesos patológicos que deterioran el esqueleto estructural resistente. La fisuración, defectos y lesiones que aparecen en los cerramientos de fachada de fábrica de ladrillo cerámico de ½ pie de espesor por un inadecuado diseño inicial de proyecto, con escaso estudio y detalles constructivos, una deficiente ejecución y una falta de previsión de juntas de dilatación.

Crispieri 2011, en su investigación sobre la caracterización y diagnóstico de las viviendas de albañilería, habla sobre la vulnerabilidad estructural de estas edificaciones dando como resultados que las estructuras tienen una baja densidad de muros en la dirección de las fachadas produciendo agrietamientos, ahí es donde se encuentra la mayor cantidad de aberturas puertas y ventanas; mientras que en la otra dirección la densidad de muros es muy alta.

Fernández 2008, en su investigación sobre la Humedad proveniente del suelo en edificaciones tuvo como resultados que los

problemas provocados por la humedad proveniente del suelo en las viviendas, existen y afectan a cuatro de cada diez viviendas en la provincia de Santiago. Frente a esto la principal explicación es que durante el proceso constructivo de las viviendas afectadas muy probablemente no se tomaron las medidas preventivas necesarias y que las soluciones correctivas no logran erradicar dichos problemas.

2.1.2 Nacional

Aguirre 2004, en su investigación, evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín señala en cuanto a la tipología de las edificaciones, el sistema estructural con mayor porcentaje es de adobe, pero dentro de las construcciones recientes, ubicadas en zonas urbanas, en un 95% son de albañilería confinada. Para las construcciones de albañilería confinada, en un 95% aproximadamente se utiliza unidades sólidas artesanales. El mortero empleado en las construcciones de albañilería, tienen una proporción de 1:5 a 1:6 (1 de cemento y 6 de arena gruesa). La arena gruesa es de procedencia de las canteras del río Mantaro, la cual es preparada mediante zarandeo hasta conseguir la granulometría adecuada. La gran mayoría de las edificaciones construidas para viviendas son del tipo autos construidos, carentes de dirección técnica, a diferencia de los edificios comerciales, que si tienen dirección técnica aunque con algunas limitaciones. En estas edificaciones se puede observar que no se cumple con el espesor de la junta recomendado, porque la granulometría de la arena gruesa es mayor a 1,5 cm y porque se desconoce las desventajas de tener espesores de juntas mayores. De las cuatro edificaciones analizadas, se verificó que el 75% de éstas tendrían probablemente una deficiencia de densidad de muros en la dirección paralela a su fachada.

Alvarado 2011, en su investigación, determinación y evaluación de las patologías en muros de albañilería de instituciones educativas sector oeste de Piura, distrito, provincia y departamento de Piura: febrero. -2011, señala que para este sector del Distrito de Piura el mayor nivel de incidencia es la presencia de salitre en el nivel de moderado; en las instituciones educativas: I.E La Alborada, Jorge Basadre, la 15011 Francisco Cruz Sandoval y la 14009 Selmira de Varona, producto del tipo de suelo donde se encuentran las edificaciones. Concluye que el costo de dichas intervenciones antes de la ocurrencia de desastres, sismos u otro fenómeno que afecte la edificación, son por lo general mucho menores que los costos de reparación y reforzamiento de las estructuras.

Bernal 2013, en su investigación sobre el Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo King Kong del C.P. El Cerillo Baños del Inca y Lark de Lambayeque obtuvo como resultado que los ladrillos fabricados artesanalmente en el C.P. El Cerillo Baños del Inca sufrieron una falla violenta y frágil mientras que los elaborados industrialmente en la fábrica Lark de Lambayeque sufrieron una falla frágil.

Pinedo 2012, en su investigación diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada, señala que el dimensionamiento estructural se basa en recomendaciones fundadas en información recopilada en experiencias de construcción. Al emplearlas en esta tesis, se ha podido comprobar que son herramientas de gran aporte para todo tipo de estructuras, incluidas viviendas económicas actuales. Las verificaciones de las características iniciales de los elementos nos dan una buena base para el cálculo de los metrados posteriores. La cultura de construcción informal que nos rodea actualmente, tiende a levantar alféizares y tabiques de albañilería sin elementos de arriostre (columnetas y vigas soleras). Al realizar el cálculo de diseño por carga sísmica

perpendicular al plano en esta tesis, se comprueba la importancia del arriostramiento como fuente vital de la resistencia de estos elementos.

Laucata 2013, en su investigación, análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo, concluye que Los materiales utilizados en la construcción de las viviendas encuestadas son de regular a deficiente calidad. Existe un inadecuado control de calidad sobre los materiales. Las unidades de albañilería artesanales utilizadas en todas la viviendas, poseen una baja resistencia, una alta variabilidad dimensional y una gran absorción de agua. Esto es debido a la falta de uniformidad de la cocción de las unidades de albañilería de origen artesanal. La calidad de la mano de obra es regular a mala. Esto es generado por la poca capacitación y reducida inversión de los propietarios en mano de obra capacitada. Se observa la poca supervisión durante el proceso constructivo, inclusive en los proyectos asesorados por el Banmat, donde la supervisión es escasa.

2.1.3 Local

Mego 2013, en su investigación sobre Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King - Kong producidos en el sector de Fila alta-Jaén, concluye que Las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King-Kong del sector Fila Alta no cumplen con lo que establece la norma E-070 del RNE. Los resultados de resistencia a compresión de los ladrillos f'_{cb} , dan un valor promedio de 39,81 kg/cm²; resultado que no se aproxima al mínimo de 50 kg/cm² recomendado en la propuesta de norma E-070. El contenido de humedad para las unidades de la ladrillera Edilbrando Aguilar es el más alto, correlacionándose con el valor de succión más bajo. De la misma forma, de la ladrillera de Uber Lozano,

tienen uno de los más bajos contenidos de humedad, correlacionándose con una succión muy elevada.

Quiliche 2013, en su investigación sobre la Evaluación de la vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería de la I.E N° 17524 de la Localidad de San Agustín del distrito de Bellavista – Jaén obtuvo como resultados que los muros con agrietamientos mayores a 10 mm deberán construirse nuevamente a fin de evitar pérdidas de vidas humanas ante un fenómeno de la naturaleza, y para los agrietamientos menores deberán repararse y reforzarse para resistir cualquier fenómeno en el futuro.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Albañilería Confinada

A) Definición del Sistema

Es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por un mortero, formando un conjunto monolítico llamado muro. La albañilería confinada se origina cuando el muro está enmarcado en todo su perímetro por concreto armado vaciado con posterioridad a la construcción del muro.

La albañilería confinada es aquel tipo de sistema constructivo en el que se utilizan piezas de ladrillo rojo de arcilla horneada o bloques de concreto, de modo que los muros quedan bordeados en sus cuatro lados, por elementos de concreto armado. Por ejemplo, si se trata de un muro en el primer piso, los elementos confinantes horizontales son la cimentación (1) y la viga de amarre (2), y los elementos confinantes verticales son las dos columnas de sus extremos (3). Fig. 1. Nótese que la separación máxima entre columnas debe ser menor que dos veces la altura del entrepiso.

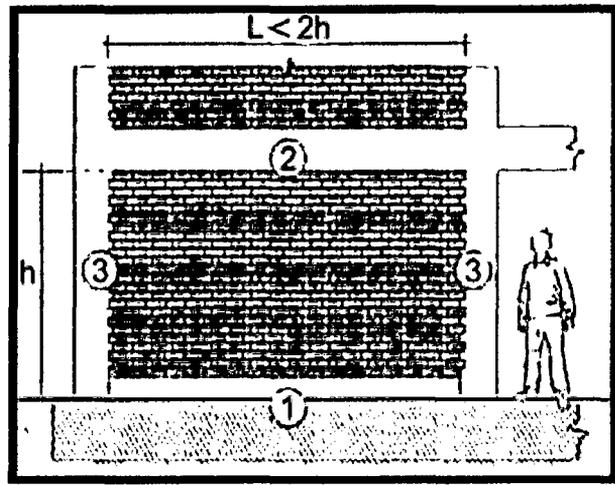


Figura 1. Albañilería Confinada (San Bartolomé 1994)

Para lograr una buena integración entre los muros de albañilería y los refuerzos de concreto armado, se recomienda el siguiente proceso: (i) se prepara y construye la cimentación; (ii) luego, se levantan los muros; (iii) se coloca la armadura de refuerzo de las columnas; y (iv) se encofra y se llena con concreto. En Fig. 2, se puede observar que todos los muros del primer y segundo piso ya tienen vaciadas sus columnas de refuerzo y que las vigas de amarre están incorporadas dentro del espesor de los techos del primer y segundo nivel, respectivamente. Nótese que, en el tercer piso, los muros de ladrillo están construidos, se han colocado varillas de acero de refuerzo y se están instalando los encofrados de las columnas para, luego, ser llenados de concreto (San Bartolome-1994).

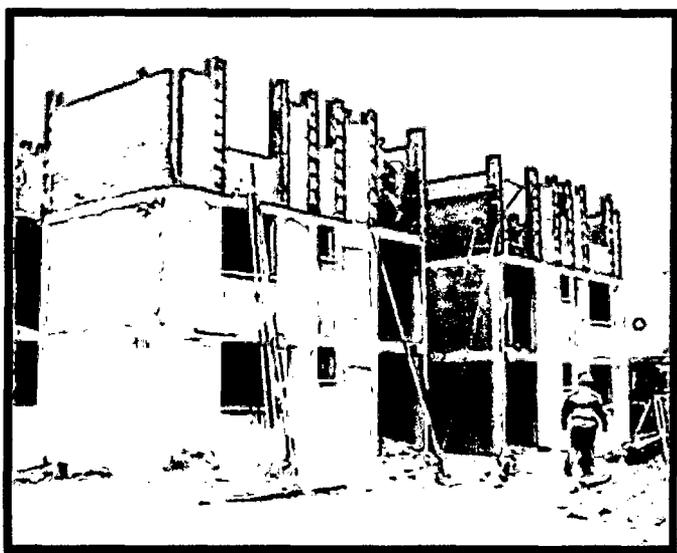


Figura 2. Proceso constructivo albañilería confinada (San Bartolomé 1994)

B) Importancia del Sistema

En el Perú este sistema es el que más se emplea en la construcción de viviendas y edificios multifamiliares de hasta cinco pisos. La razón de su popularidad es que en estas construcciones, generalmente, se tienen ambientes con dimensiones pequeñas que varían entre 3.00 a 4.50 m; entonces resulta muy conveniente que los elementos verticales que sirven para limitar los espacios tengan también funciones estructurales y justamente, los muros de ladrillo cumplen con estos dos requisitos. Además, de encontrarse en nuestra medio una gran cantidad de materiales con los que se elabora sus unidades básicas.

Así lo demuestra el Estudio de Edificaciones Urbanas en Lima y Callao, el cual indica que: del total de las edificaciones censadas, el 69,9% de las viviendas son de albañilería (ladrillo y concreto) y un 15,6 se utiliza el concreto armado; el cual tiene un comportamiento ante eventos naturales que todavía viene siendo estudiado para lograr un óptimo comportamiento de los elemento. (Capeco 2003)

C) Unidad de albañilería de arcilla

La unidad de albañilería (ladrillo) es el componente básico para la construcción de la Albañilería (Gallegos 1986).

Los ladrillos son hechos de manera artesanal o industrial y se caracterizan físicamente por tener buenas propiedades acústicas y térmicas. La principal propiedad mecánica del ladrillo es su resistencia a la compresión.

Las unidades de albañilería pueden ser hechas de arcilla, concreto o cal. En este proyecto solo se han estudiado los muros de albañilería de arcilla.

Los ladrillos se caracterizan por tener dimensiones y pesos que los hacen manejables con una sola mano en el proceso de asentado (Arango 2002).

El ladrillo tradicional de arcilla tiene un ancho entre 12 a 14 cm, un largo entre 23 a 24 cm, y un alto entre 9 a 10 cm.

Los ladrillos de arcilla más usados en las construcciones de viviendas son los mostrados en la fig. 3. El ladrillo sólido o macizo puede tener alveolos perpendiculares a la cara de asiento. La suma de las áreas de los alveolos no debe ser mayor al 25% del área de la sección bruta del ladrillo. Los ladrillos perforados necesariamente tienen alveolos cuyas áreas suman más del 25% del área de la sección bruta del ladrillo. Los ladrillos tubulares o pandereta tienen perforaciones paralelas a la cara de asiento.

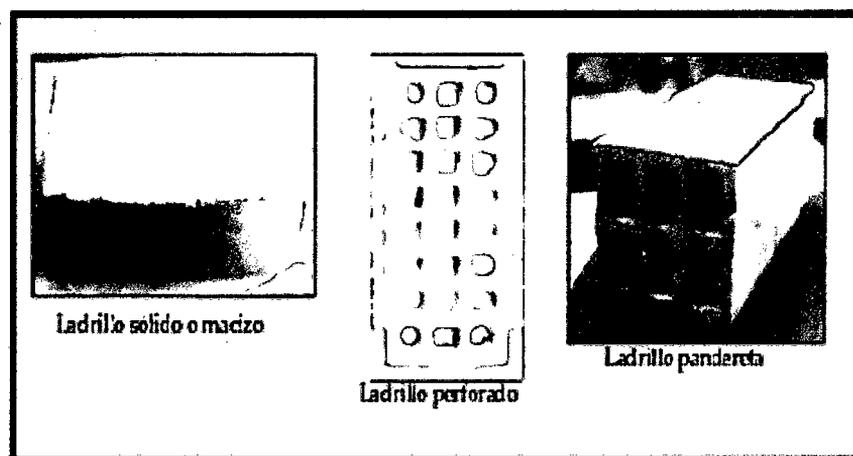


Figura 3. Tipos de ladrillos de arcilla (San Bartolomé 1994).

D) Procedimiento de construcción de albañilería confinada
Según comentario a la Norma E-070 (San Bartolomé 2008)

d.1. Especificaciones generales

La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

El comportamiento sísmico de las edificaciones de albañilería depende mucho de la manera como hayan sido construidas. Errores constructivos serios pueden causar incluso el colapso de la edificación, es por ello que debe emplearse una mano de obra calificada.

Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.

En el Perú existe un instrumento denominado “Escaniplo” que facilita el proceso constructivo, reemplazando al escantillón, al nivel

y a la plomada Fig.4. Este instrumento también hace las veces de los “ladrillos maestros” o guías que se asientan en los extremos del muro usando la plomada y el escantillón Fig.5, para luego correr un cordel que sirve para alinear horizontalmente el asentado de las unidades internas. El asentado debe realizarse presionando verticalmente a la unidad, para que el material cementante del mortero penetre en los poros y orificios de la unidad de albañilería.

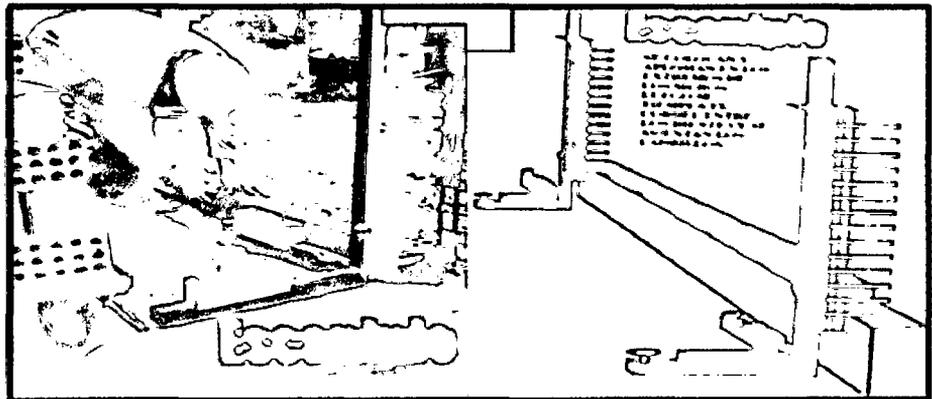


Figura 4. Escantillo (San Bartolomé 2005).

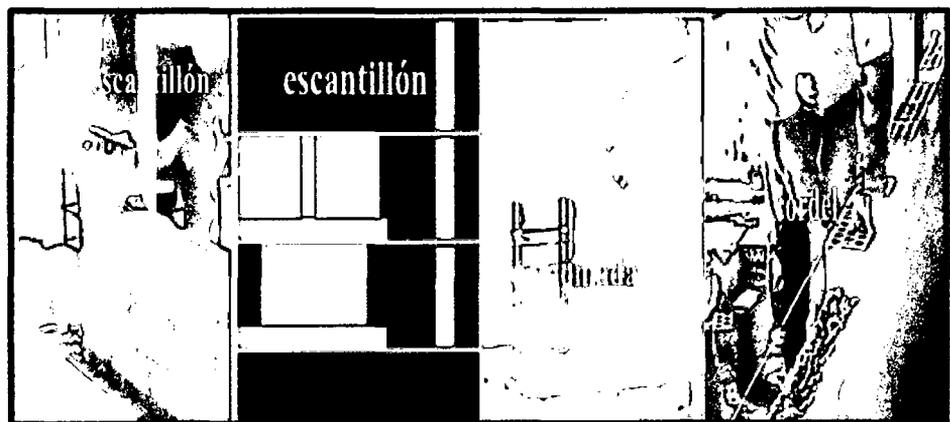


Figura 5. Asentado de ladrillo (San Bartolomé 2005).

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 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor.

El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.

De los experimentos realizados variando el tipo aparejo (Fig. 6), ha podido apreciarse que la resistencia unitaria al esfuerzo cortante es única e independiente de este parámetro.

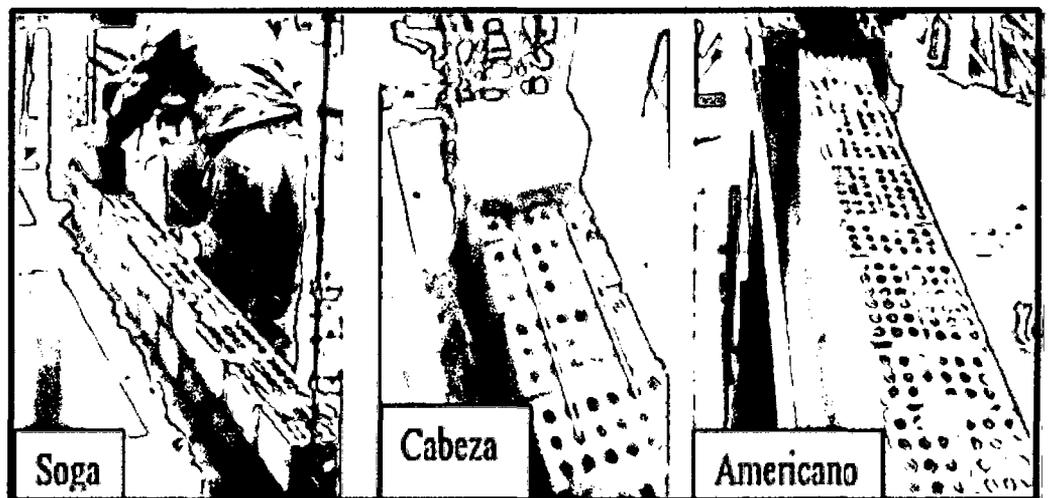


Figura.6 Tipo de aparejo de unidades (San Bartolomé 2005)

La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:

- a) En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.

b) En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse «chicotes» o «mechas» de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo) compuestos por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12,5 cm al interior de la columna más un doblez vertical a 90 de 10 cm; la cuantía a utilizar será 0,001.

Cuando la longitud de los dientes es excesiva, puede originarse 2 problemas (Fig.7): 1) que los dientes se fracturen durante la etapa vaciado o compactación del concreto de la columna; y, 2) que se formen cangrejeras bajo los dientes. Por ello se especifica que la longitud del diente no debe exceder de 5 cm, pero, aun así, será necesario limpiarlo de los desperdicios de mortero producto del asentado, antes de vaciar el concreto de la columna, para así evitar la formación de juntas frías que desintegrarían la conexión columna-albañilería.

Para evitar los problemas descritos, es recomendable emplear una conexión a ras columna albañilería, pero agregando mechas de anclaje (Fig.8). Estas mechas doblan verticalmente en la columna, porque de hacerlo horizontalmente podrían perder anclaje por las fisuras horizontales que suelen formarse en las columnas cuando están sujetas a tracción por flexión. En el caso que exista albañilería en ambos lados de la columna, las mechas atraviesan horizontalmente a la columna y se embuten 40cm en cada parte de la albañilería.



Figura 7. Dientes adecuados, dientes muy largos y desperdicios sobre el diente (San Bartolomé 2005)

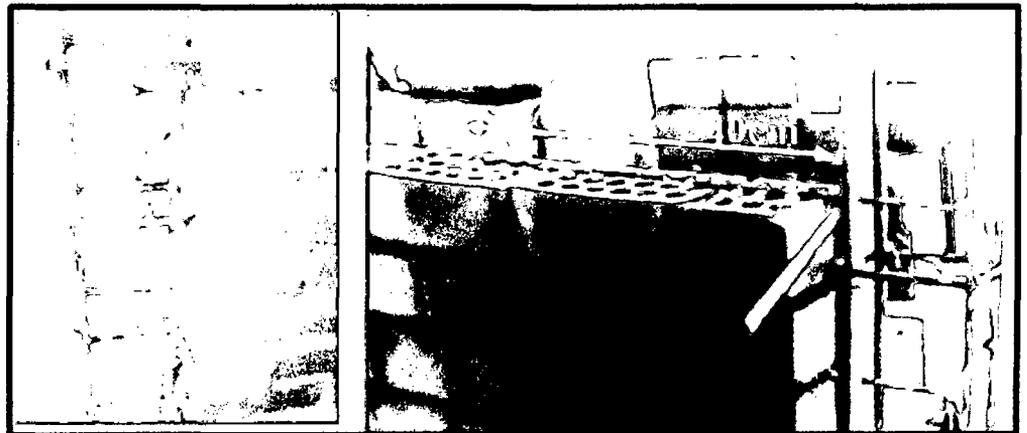


Figura 8. Conexión muro - columna (San Bartolomé 2005)

2.2.2 PATOLOGÍA

Estudia el comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamientos defectuosos (enfermedad), investigando sus causas (diagnóstico) y planteando medidas correctivas (terapéutica) para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura (Alvarado 2011).

A. FISURAS Y GRIETAS

El peso propio de toda la estructura (techumbre, muros) producen una fuerza de compresión que es necesaria para anular las tracciones presentes en los esfuerzos de flexión y corte, ya que la albañilería no resiste tracciones. Sin embargo la aparición de fisuras - como los "bigotes" de ventana- en los encuentros entre machones es normal, mientras no se transformen en grietas profundas.

Las fisuras son superficiales, de pequeñas magnitudes y, muchas veces su existencia es normal por el trabajo de los elementos constructivos, retracciones de fragüe, etc.

En la albañilería o en el hormigón, las fisuras sólo afectan al estuco o a la superficie del mortero de pega. Una grieta, además de tener mayor espesor, puede romper los ladrillos, o atravesar el elemento (muro, losa) de lado a lado, y puede ser la manifestación de un daño grave.

Es necesario considerar que en un muro estructural, una fisura de hasta 0,3 milímetros puede continuar transmitiendo hasta un 80% de los esfuerzos de corte de un lado al otro. En dimensiones mayores, este porcentaje disminuye, siendo nula la transmisión cuando es mayor a 1 mm.

En las estructuras, las fallas o defectos se ponen de manifiesto, con la aparición de una serie de señales o de cambios de aspecto, que se engloban dentro de la sintomatología estructural. Ante estos síntomas y previa investigación de sus causas el especialista o patólogo estructural, debe establecer un diagnóstico de la enfermedad que sufre la estructura (Alvarado 2011).

Las grietas se manifiestan en la zona central del muro, puede deberse a que los refuerzos horizontales en los que se apoya el muro (sobrecimiento y cadena; losa y losa), están a una distancia tal que supera la capacidad de flexión horizontal del muro.

También podría deberse a un hundimiento diferencial que agregó un esfuerzo extra intentando separar el muro de sus apoyos.

Las causas que pueden provocar lesiones en una estructura en general pueden ser muchas y muy variadas y pueden estar relacionadas con el propio proyecto, con los materiales, con la ejecución y con el uso o explotación de la estructura.

A.1. Tipos de Fallas

- **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, estas grietas presentan ángulos en 45 grados o grietas en cruz.

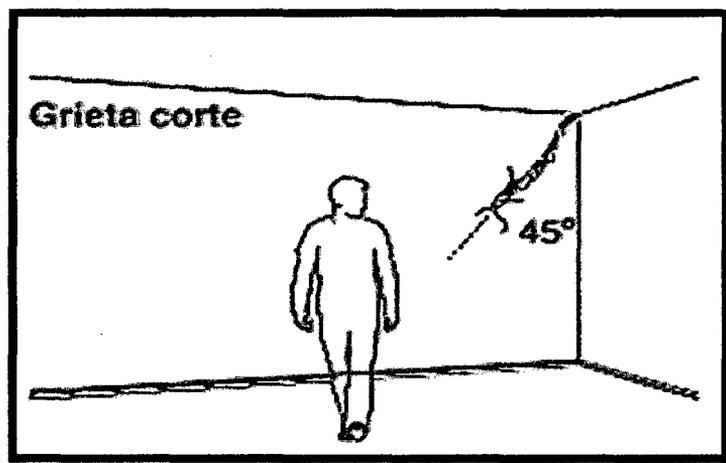


Figura 9. Grieta por Corte (Vigouroux 2010)

- **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.

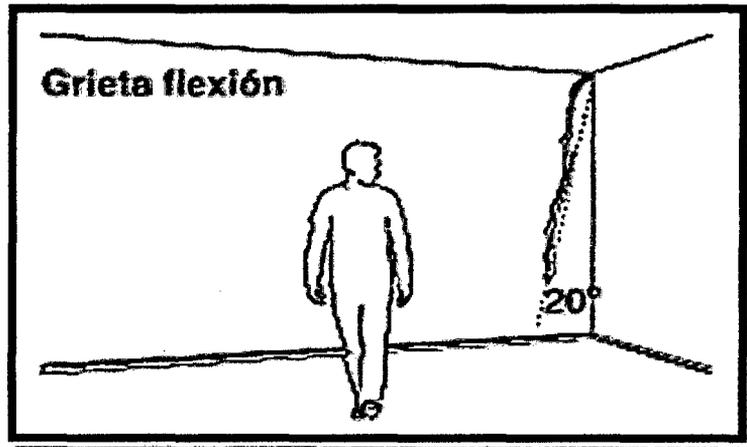


Figura 10. Grieta por Flexión (Vigouroux 2010)

- **Falla por asentamiento diferencial.** Los cimientos sobre terreno arcilloso se expanden ante la presencia de agua siguiendo esta secuencia. La presencia de agua expande el volumen del suelo hasta una fuerza de aprox. 4 kg/cm^2 , el muro ejerce una presión hacia abajo aprox. 2 kg/cm^2 , de manera que ante la presencia de agua podemos tener esfuerzos del terreno que empujen a la mampostería hacia arriba. El problema más complejo lo presentan los asentamientos diferenciales que son los que más comúnmente provocan grietas. Estos asentamientos diferenciales en suelos arcillosos ante la presencia de agua, y puntualmente con rotura de caños, falta de canaletas, producen grietas en forma de V invertida o verticales. Si hablamos de grandes paños pueden verse incluso despegue de hiladas de ladrillos en forma horizontal o de arco.

La forma típica de esta falla es una grieta vertical a todo lo alto del muro. Por eso es vital realizar el estudio de mecánica de suelos,

para conocer realmente la resistencia del terreno y decidir qué tipo de cimentación le corresponde (Abanto 2009).

Las arcillas llamadas expansivas extrañan un peligro para la cimentación: asientos en periodos de sequía, levantamientos cuando el agua vuelve. Esta alternancia de asientos y levantamientos provoca daños en los muros. Los movimientos de cimentaciones sobre arcillas expansivas pueden acarrear grietas en los muros (Aguilar 2012).



Figura 11. Muros agrietados (Mosqueira y Tarque 2005)

Las tres condiciones del movimiento

Una arcilla comprensible. La primera de estas condiciones se refiere a la comprensibilidad de esta arcilla, característica que está ligada a su grado de consolidación: los suelos finos peligrosos son las arcillas jóvenes, que no han tenido tiempo (geológico) suficiente de compactación por parte de estratos de sedimentos de suficiente potencia. Presentan por tanto una comprensibilidad más o menos

acusada, que los hace especialmente sensibles a la nueva puesta en carga que representa la nueva edificación (Alva 2009).

Cargas irregulares repartidas. Dado que la primera circunstancia no es suficiente por sí misma y no suelen acarrear ella sola los daños contemplados. Podría en cambio provocar el asentamiento del conjunto de la vivienda, de varios centímetros, si, por ejemplo, esta estuviera cimentada mediante una losa que reparta bien las cargas. Se necesita, pues, una segunda condición: que las cargas transmitidas por la construcción no estén distribuidas uniformemente entre distintos puntos de apoyo. Este desequilibrio de esfuerzos en el suelo provoca lo que se llama un asentamiento diferencial, en el que se han representado puntos de apoyo cargados de forma desigual, cimentados con zapatas de ancho diferente, y cuya incidencia en el terreno se puede asimilar a curvas envolventes denominadas bulbos de presión y que ayudan a comprender el mecanismo de compresión diferencial experimentado por esta capa (Alva 2009).

Una estructura frágil. Pero todavía es necesaria una tercera condición: en efecto, este asentamiento diferencial tendera a deformar los muros de la edificación. Cada deformación de un muro de fábrica va acompañada de la aparición de tensiones en los revestimientos, sobre todo, a nivel de juntas entre ladrillos.

Los muros de fachadas son normalmente los más solicitados, ya que las esquinas de la edificación se encuentran más cargadas que las zonas intermedias (Alva 2009)

Tabla 1. Niveles de severidad en muros de albañilería.

INDICADORES	NIVELES DE SEVERIDAD		
	Moderado	Fuerte	Severo
Agrietamiento de corte	A<3mm	3–10 mm	>10mm
Agrietamiento por flexión	A<3mm	3–10 mm	>10mm
Agrietamiento por asentamiento	A<3mm	3–10 mm	>10mm
Diferencial			
Agrietamiento por esponjamiento	A<3mm	3–10 mm	>10mm

Fuente. ICG 2009

B. Eflorescencia

Las eflorescencias son manchas producidas por la cristalización de sales solubles como nitratos, sulfatos alcalinos o de magnesio, que están disueltas en el agua y al evaporarse ésta, aparecen en la superficie del ladrillo. Normalmente se trata de un problema leve de tipo estético, que no afecta a la durabilidad del ladrillo, a excepción de los casos en que se produzca un aporte continuo de sales procedentes del terreno, y que se auto elimina a corto plazo con los ciclos naturales de humectación-secado. Si la cristalización se produce con aumento de volumen y se da internamente puede disgregar la pieza. La causa directa de las eflorescencias es la migración de una solución salina a través del sistema capilar del conjunto mortero-ladrillo y la acumulación de dichas sales solubles en la superficie expuesta, donde se produce una evaporación relativamente rápida. En las zonas de máxima evaporación, se precipitan las sales cuando la solución sobrepasa su concentración de saturación. Aunque en algunos casos pueden tener un aspecto muy parecido, es

importante no confundir las eflorescencias con las manchas de mortero, debidas a una deficiente eliminación del sobrante de este material durante la ejecución de la fábrica.

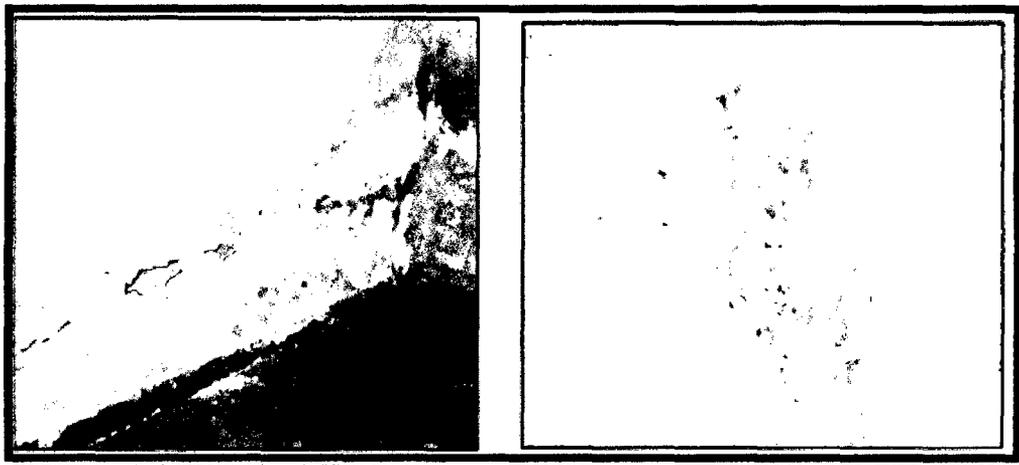


Figura 12. Eflorescencia en muro (Mosqueira y Tarque 2005)

C. Humedad

Según Manual Soluciones para la humedad de muros y la humedad ascendente.

Las causas principales de la humedad en los muros

✓ Condensación excesiva

Las causas de la condensación excesiva del agua sobre la superficie de los muros dependen a menudo de un aislamiento térmico incorrecto (puentes térmicos) o de una humedad excesiva en los ambientes internos provocada por la ausencia de ventilación o por un sistema de calefacción de dimensiones incorrectas.

✓ **Penetración de las aguas meteóricas**

Los daños provocados por la penetración de las aguas meteóricas, identificada también como humedad descendiente, dependen del contacto directo de los muros con el agua de lluvia, la cual, por errores de proyecto o infiltraciones, penetra y se estanca. El agua puede empapar las paredes también infiltrándose desde el tejado y en las membranas de las terrazas mediante pérdidas de las bajadas de aguas pluviales.

Las aguas meteóricas pueden disolver las sales presentes en los materiales de construcción y crear depósitos y eflorescencias.

✓ **Humedad ascendente por capilaridad**

La absorción capilar de la humedad, llamada también humedad ascendente, se debe al contacto directo de la parte inferior de los muros con el agua o terrenos húmedos. La gravedad del fenómeno de ascenso por capilaridad depende también del tamaño de los poros del material utilizado. El fenómeno es más grave en los materiales que presentan poros de 1 a 5 μm , por ejemplo, los ladrillos y los morteros.

En los materiales con poros de dimensiones inferiores, el agua, aun pudiendo alcanzar alturas elevadas, presenta una velocidad ascendente menos acentuada.

Por último, frente a materiales que presentan poros con dimensiones que superan los 100 μm , la altura ascendente es insignificante, ya que la depresión que se manifiesta en el interior del poro es insignificante. (La depresión es la fuerza producida por la acción de capilaridad por la cual los poros atraen el agua en su interior).

La fuerza de capilaridad podría empujar el agua en el interior de los muros hasta alturas que superan los 10 metros.

Por lo general, esto no se verifica y el nivel de humedad visible alcanza 1 y 2 m porque el empuje del agua hacia arriba está contrastado por la fuerza de evaporación del agua. Cuando las condiciones ambientales son constantes, el ascenso capilar alcanza un valor de equilibrio vinculado por la capacidad del material de absorber el agua y por la velocidad con que se elimina mediante evaporación.

El fenómeno de la humedad ascendente es responsable de la aparición de eflorescencias en los enlucidos. Esto determina el efecto del “arrastre” por parte del agua de sales solubles que, desde el terreno o desde las zonas más internas de los muros, migran hacia el exterior.

En presencia de ambientes poco ventilados las sales se depositan bajo forma de eflorescencias. Al contrario, sobre superficies bien ventiladas y con bajos valores de humedad relativa, habrá una elevada velocidad de evaporación del agua, todavía antes de alcanzar las capas externas; las sales se cristalizarán en el enlucido.

La duración del fenómeno de cristalización en el tiempo genera el aumento del volumen de los cristales de sal que, expandiéndose, originan tensiones. Estas tensiones pueden provocar el desprendimiento de porciones de acabado o de capas de enlucido.

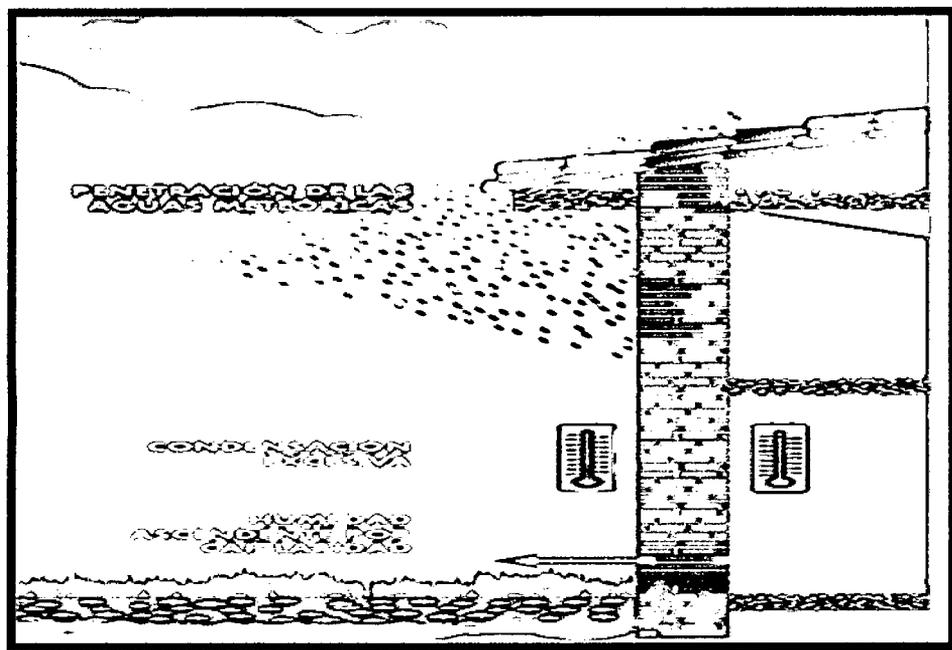


Figura 13. Causas principales de humedad (disponible en www.san-marco.it)

EL DETERIORO

El agua que permanece en la mampostería se puede manifestar con distintos tipos de deterioro:

Deterioro de tipo fisico

En un mortero fresco, la formación de cristales de hielo crea una porosidad excesiva. Con el aumento de la temperatura y el derretido del hielo, el mortero se volverá poroso y frágil.

En un mortero maduro, cuando el agua que queda en su interior sufre una fuerte disminución de temperatura, aumenta su volumen convirtiéndose en hielo. Los shocks térmicos provocados por la

reiteración de los ciclos de hielo-deshielo provocan rajaduras y cuarteados formados por la fuerza de expansión del agua durante la helada.

Deterioro por infestación biológica

Un soporte constantemente húmedo se convierte en un hábitat favorable para la proliferación de organismos como musgos, líquenes, algas y mohos. Estos microorganismos en el exterior pueden determinar la destrucción del material de construcción y en el interior la reducción del confort de la vivienda.

Deterioro de las prestaciones térmicas

El agua es un conductor térmico más eficaz respecto al aire, cuando se estanca excesivamente en los muros, aumenta la dispersión térmica reduciendo el poder aislante de la estructura. Un muro húmedo, comparado con un muro seco, pierde del 30 al 50% de su poder aislante.

Deterioro de tipo químico

Un exceso de agua en el muro incorpora, no sólo las sales solubles presentes en los morteros, sino que recoge también los agentes químicos agresivos presentes en la atmósfera como anhídrido sulfuroso o carbónico. La interacción de la sustancia disuelta con los ligantes calcáreos, la cal y el carbonato de calcio presentes en el enlucido, los hace más solubles y determina un rápido deterioro de la consistencia de la mampostería.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

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 (Norma-E070).

Espesor efectivo.

Es igual al espesor del muro sin el tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro. (Norma E.070)

Muro Arriestrado.

Muro provisto de elementos de arriestre (Norma-E070).

Muro de Arriestre.

Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral (Norma-E070).

Muro No Portante.

Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos (Norma-E070).

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 (Norma-E070).

Confinamiento.

Conjunto de elementos de refuerzo, horizontales y verticales cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante (Gallegos 1991).

Patología

La palabra proviene del griego “pathos”: enfermedad, y “logos”: estudio; y en la construcción, enfoca el conjunto de enfermedades, de origen químico, físico, mecánico o electroquímico, y sus soluciones; mientras que la “tecnología de los materiales” trata de las técnicas para la ejecución y aplicación de esas soluciones. La relación efectiva de los conocimientos en ambas áreas, conjuntamente con los conceptos de prevención, y mantenimiento, nos brindará una mayor garantía de calidad en nuestras obras. Es importante saber, que las patologías constructivas aparecen en un 75% por causas de mal diseño y mala calidad de mano de obra, o sea de falla humana, lo que se puede revertir con mano de obra calificada, capacitación al personal, controles de calidad y el estudio, en gabinete, del diseño adecuado para cada proyecto. Además, el 50% de estas patologías están relacionadas a la humedad, lo que refuerza la importancia de la correcta impermeabilización de la obra (Florentín y Granada 2009).

Fallo/a

Es la finalización de la capacidad de un elemento o de la estructuras para desempeñar la función requerida (Calavera 2005).

Fisura

Son aberturas que solo afectan a la superficie o acabado superficial superpuesto de un elemento constructivo (Broto 2009).

Grieta

Son aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento (Broto 2009).

Eflorescencia

Son manchas o escarchas que aparecen en la superficie de los revoques y que pueden provenir de sales presente en los áridos, aglomerantes, del agua de amasado, de la mampostería, del suelo por humedad ascendente. El ingreso de la humedad en los paramentos hace que se disuelvan las sales presente en las mamposterías, morteros u hormigones, esta humedad al llegar a la superficie se evapora y quedan las sales, momento en que aparecen las manchas o escarchas (Florentín y Granada 2009).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÈTODOS

3.1 Localización

La región de Cajamarca está ubicada en la sierra norte del Peru entre los paralelos 4° 30' y 7° 45' de latitud sur y los meridianos 77°30' y 79°. Políticamente está dividido en 13 provincias y 127 distritos, con una extensión superficial de 33 317,54 km² que representan el 2,8 % de la superficie total del país.

Limita por el norte con la república del Ecuador, por el sur con el departamento de la Libertad, por el este con el departamento de Amazonas y por el Oeste con los departamentos de Lambayeque y Piura.

La ciudad de Jaén se encuentra localizada al norte del Peru a 5° 42' 15" de Latitud Sur y a 78° 48' 29" de Longitud Oeste y a una altura de 729 m.s.n.m con temperatura promedio 22°C que oscilan entre 8,5°C y 36°C.

El Sector de Fila Alta, ubicada en la Ciudad de Jaén y esta a su vez en la zona Nor Oriental de la Región Cajamarca a 295 Km de la Ciudad de Chiclayo, el sector crítico se encuentra ubicada a 5° 44' 13.9" de Latitud Sur y a 78° 47' 21,4" de Longitud Oeste, a un altura de 822 m.s.n.m. y el centro de gravedad del área delimitada como zona critica en las coordenadas UTM 744835E y 9365373N (Datum: WGS 84 – 17M).

Asimismo, está ubicada a 4Km al Sur de la Ciudad de Jaén (Ref. Plaza de Armas).

Las altitudes oscilantes alrededor del Sector de Fila Alta varían de 600 msnm a 700 msnm y 1,200 msnm en la Central Hidroeléctrica La Pelota.

El sector crítico AA. HH. Fila Alta presenta una extensión de 65.17 has. Cuenta con una densidad poblacional de 5,255 hab.

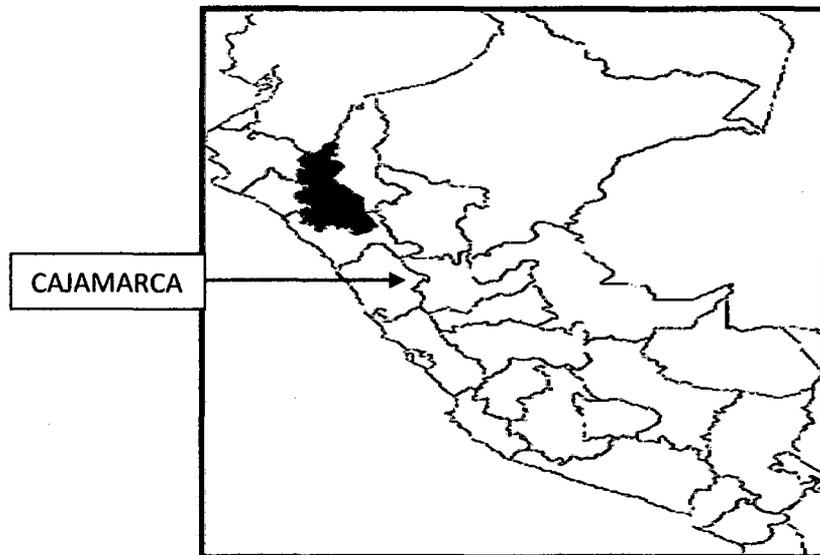


Figura 14. Mapa del Perú y sus 24 Departamentos (INDECI 2005)

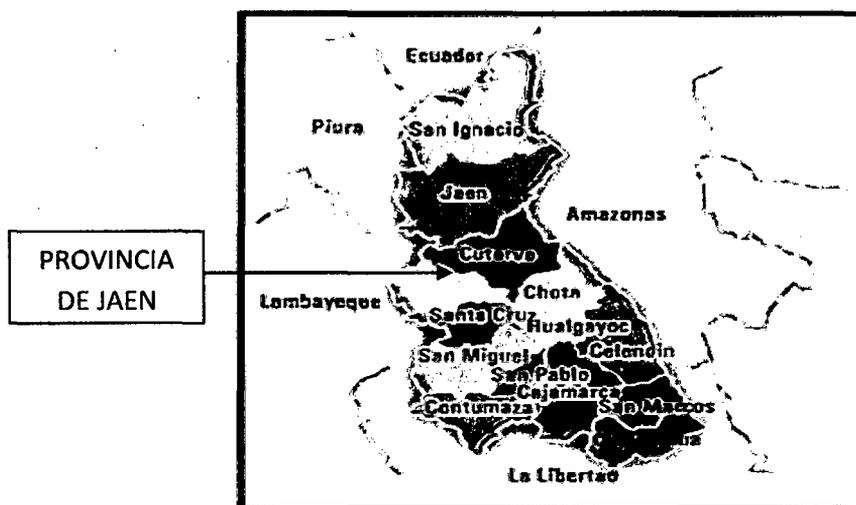


Figura 15. Mapa del Departamento de Cajamarca y sus Provincias (INDECI 2005)

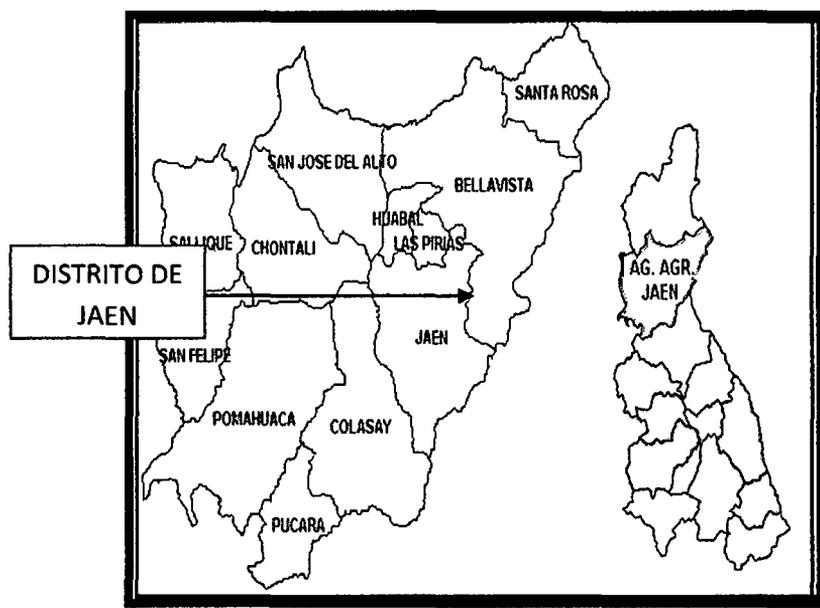


Figura 16. Mapa del Provincia de Jaén y sus Distritos (INDECI 2005)

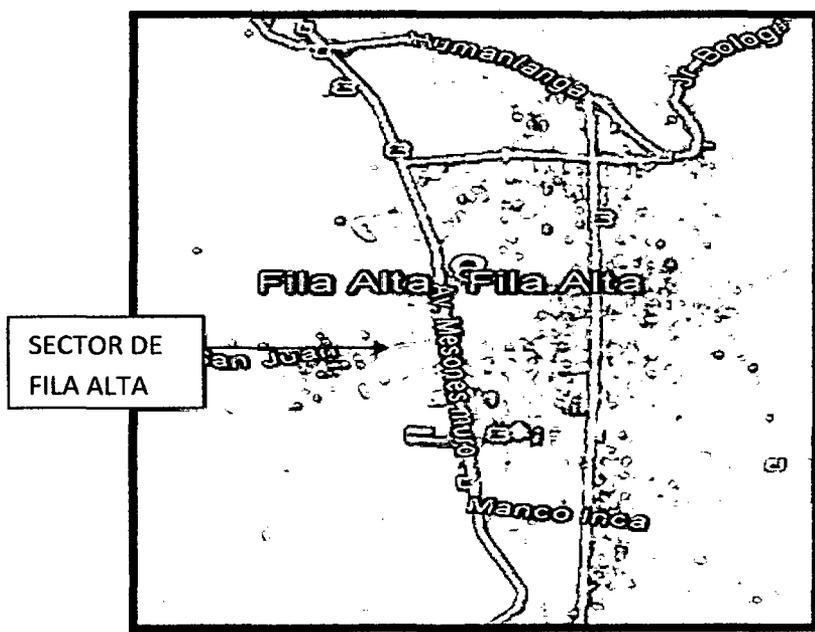


Figura 17. Mapa de Localización del Sector de Fila Alta (Google Earth 2014)

3.2 Tiempo y época

La Investigación se realizó en el mes de septiembre a octubre del 2014 en una época de variación climática (lluvia y sol), en el sector de Fila Alta-Jaén-Cajamarca.

3.3 Identificación y selección, de población y muestra.

3.3.1 Población

La muestra se obtuvo de los datos de campo obtenidos en el estudio de evaluación de riesgo de desastres del sector crítico urbano Fila Alta, en materia de vivienda, construcción y saneamiento 2012, en el cual se contó con un total de 400 viviendas de albañilería de (1º, 2º, y 3º pisos) según tabla 2. Las unidades de análisis de la tesis de investigación fueron los muros de albañilería confinada de las viviendas del Sector Fila Alta – Jaén.

TABLA 2. Determinación de la Población de estudio.

MATERIAL PREDOMINANTE		
Descripción	Viviendas	%
Adobe(1º y 2º nivel)	651	61
Ladrillo (1º, 2º y 3º Nivel)	400	39
TOTAL	1051	100

NÚMERO DE PISOS			
Descripción	Viviendas	%	
Adobe	1º Piso	628	59,75
	2º Piso	23	2,19
Ladrillo	1º Piso	321	30,54
	2º Piso	78	7,42
	3º Piso	1	0,10
TOTAL	1051	100	

Fuente: Estudio de evaluación de riesgo del sector "Fila Alta 2012

3.3.2 Muestra

Para la determinación de la muestra se utilizaron las siguientes formulas:

$$n' = s^2 / V^2$$

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

$$V^2 = Se^2$$

$$n = (n') / (1 + \frac{n'}{N})$$

Fuente: Vieytes (2004), Estrada (1994); Ruiz – Roscado (2006)

Dónde:

n' : Muestra sin ajustar.

S^2 : Varianza de la Muestra.

V^2 : Varianza de la Población

n : Tamaño de la muestra

N : Tamaño de la población

P : Probabilidad de ocurrencia.

Se : Nivel de desconfianza.

Nc : Nivel de confianza.

TABLA 3. Parametros Estadísticos considerados en la determinación de la muestra.

POBLACIÓN	VALORES
S^2	0.06
V^2	0.00
n'	22.56
n	21.36
p	0.9
N	400.0
Se	0.05
Nc	0.95

De los datos obtenidos se obtuvo como resultado una muestra de **21** viviendas

3.4 Materiales y Herramientas

TABLA 4.- Materiales y Herramientas Utilizados en la Investigación.

Materiales y Herramientas	Especificaciones Técnicas	Método de Preparación	Unidad	Marca o Modelo
Cámara Fotográfica	Zoom óptico de 4x7 mega pixeles flash automático	Manual	1	Sony cyber shot
Vernier	rango de 600 mm escala inferior 1/1000 mm escala superior 1/20 mm acero inoxidable ajuste fino para medidas precisas	Manual	1	CID-24
Plomada		Manual	1	
Nivel de Mano		Manual	1	Stanley
Wincha	50 metros de longitud cinta métrica de plástico	Manual	1	Stanley

3.5 Diseño Metodológico

En general el estudio que se ha realizado es una investigación aplicada, Cuantitativo, descriptiva comparativa y no experimental.

3.5.1 Fase Inicial

La muestra fue seleccionada por juicio propio o conveniencia al elegir el Sector de Fila Alta y la selección de la muestra fue al azar, con la finalidad de no direccionar los resultados.

3.5.2 Fase de Campo

- a) **Inspección Preliminar.** El propósito de la inspección preliminar que se hizo a las viviendas del Sector de Fila Alta consistió en evaluar de manera inicial o preliminar las condiciones en las que se encontraban los muros de las viviendas de albañilería de este Sector. En esta inspección se trató de hacer una evaluación preliminar mediante una fundamentada observación para tener una idea clara y precisa del estado actual.

En esta inspección preliminar se pudo notar que los muros de albañilería de las viviendas se encontraban con presencia de fisuras, grietas, eflorescencia, espesores de junta por encima de los rangos especificados en la norma; unidades de albañilería en pésimas condiciones y que no se encontraban trabadas, por lo que en vista de la presencia de estas deficiencias se vio en la necesidad de realizar una inspección detallada y rigurosa.

- b) **Inspección Detallada.** Sé llevó a cabo con los formatos de evaluación, formularios y equipos para medir los espesores de junta, verticalidad de muros, trabado de unidades, confinamientos de muro, además se midió los agrietamientos de los muros de acuerdo a la abertura se clasifico en leves, severos y fuertes de acuerdo a la abertura de la grieta y tipo de falla, se observó en el que fuera el caso la presencia de humedad y eflorescencia la cual se clasifico de manera visual en leve y severa.

Primero se procedió al llenado del Anexo A en el cual se detallan datos personales de los propietarios de las viviendas, las características de la

construcción de la vivienda como son: si la vivienda contó con el asesoramiento de un Ingeniero, antigüedad de la vivienda y si la vivienda era propia o alquilada.

Luego se procedió con la evaluación de cada uno de los muros en los cuales se analizó:

Los espesores de junta con la ayuda de una wincha de mano, la verticalidad de los muros con la ayuda de una plomada y nivel de mano.

Para medir el agrietamiento de los muros de anchos muy pequeños se utilizó un instrumento llamado vernier que permitió medir agrietamientos con anchos mayores a 2mm.

Este procedimiento se hizo en conjunto con el llenado de los formatos marcando en la mayoría de casos con una "X" en el recuadro respectivo.

En el caso de grietas los daños también se evaluaron a nivel de cimentación observando minuciosamente si existían asentamientos producto de la construcción sobre rellenos y desplazamientos verticales por acción de la expansión del terreno.

CAPÍTULO IV .ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la tabla 5, se muestra que las deficiencias técnicas que se dieron con mayor frecuencia en los 216 muros de las 21 viviendas estudiadas, tienen que ver con la utilización de ladrillos del tipo artesanal, con un porcentaje de incidencia del 100%, en cuanto a espesores de junta de albañilería un 88% están por encima a lo estipulado en la Norma E070, la cual indica que deben ser mayores a 1,00 cm y menores a 1,5 cm.

Tabla 5. Tipos de defectos técnicos presentes en los muros de albañilería.

Muestra: 21 Viviendas de Albañilería confinada						Cantidad de muros Evaluados : 216					
TIPO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA		ESPESOR DE JUNTA DE ALBAÑILERIA		VERTICALIDAD DE MURO		TRABADO DE UNIDADES		UNIÓN MURO - TECHO		UNIÓN MURO - COLUMNA	
Artesanal	Industrial	Bueno (1,0 - 1,5 cm)	Malo (>1,5 cm)	A Plomo (BUENO)	Inclinado (MALO)	SI	NO	SI	NO	SI	NO
216	0	27	189	174	42	216	0	204	12	216	0
100%	0%	12%	88%	81%	19%	100%	0%	94%	6%	100%	0%

En la tabla 5, se muestra que el 100 % de muros estudiados han sido construidos con unidades de albañilería del tipo artesanal, lo cual origina un defecto técnico de selección del tipo de unidades, ya que estas unidades no cumplen lo establecido en la norma E-070, esto se corrobora en la investigación

en la investigación realizada por Barboza 2003, en la cual concluye que las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King-Kong del sector Fila Alta no cumplen con lo que establece la norma E-070 del RNE. Debido a que la resistencia a compresión de los ladrillos, dan un valor promedio de 39,81 kg/cm²; resultado que no se aproxima al mínimo de 50 kg/cm² recomendado en la propuesta de norma E-070. El contenido de humedad para las unidades de la ladrillera Edilbrando Aguilar es el más alto, correlacionándose con el valor de succión más bajo. De la misma forma, de la ladrillera de Uber Lozano, tienen uno de los más bajos contenidos de humedad, correlacionándose con una succión muy elevada. Dichas unidades han sido elaborados con materiales de pésima calidad, sin seguir ningún control de calidad ya que son elaborados de manera empírica. También los resultados obtenidos tienen similitud con los resultados de (Aguirre 2004), sostiene que en las construcciones de albañilería confinada, un 95% aproximadamente utiliza unidades sólidas artesanales, tanto por un desconocimiento de las causas que originarían la utilización de este tipo de unidades de albañilería en muros y por un asunto económico debido a que el ladrillo artesanal su costo es mucho más barato que el industrial.

En el caso del espesor de junta de albañilería se observó que sólo un 12% del total de muros estudiados cumple con los requisitos establecidos en el R.N.E E070), donde establece que el espesor de junta de albañilería tienen que ser menor a 1,5 cm, mientras que un 88% vulnera lo establecido en esta norma antes mencionada. Estos resultados tienen similitud con los resultados de (Aguirre 2004), donde concluye que en estas edificaciones se puede observar que no se cumple con el espesor de la junta recomendado, porque la granulometría de la arena gruesa es mayor a 1,5 cm y porque se desconoce las desventajas de tener espesores de juntas mayores. En cuanto a espesores de junta, (San Bartolomé 2005) en su investigación menciona, que es importante especificar el grosor de las juntas, ya que grosores por encima del límite máximo especificado en esta Norma (15 mm), reducen sustancialmente la resistencia a compresión y a fuerza cortante de la albañilería.

En cuanto al aplomado del muro, el 81% de muros estudiados se encuentran aplomados, mientras que el 19% se encuentran desplomados.

El 100% de muros estudiados presentan unidades trabadas y una buena conexión muro - columna.

Así mismo, el 94% de muros estudiados presentan la unión muro-techo y solo un 6% carecen de esta unión.

En la (fig.18), se aprecia que dentro de las patologías estudiadas en los 216 muros de albañilería de las 21 viviendas del sector de Fila Alta, la que se dio con mayor frecuencia tiene que ver con la presencia de humedad en los muros el cual se dio con una incidencia del 37,5%. En cuanto a grietas el 11,11% tienen grietas del tipo fuerte (3mm – 10 mm).

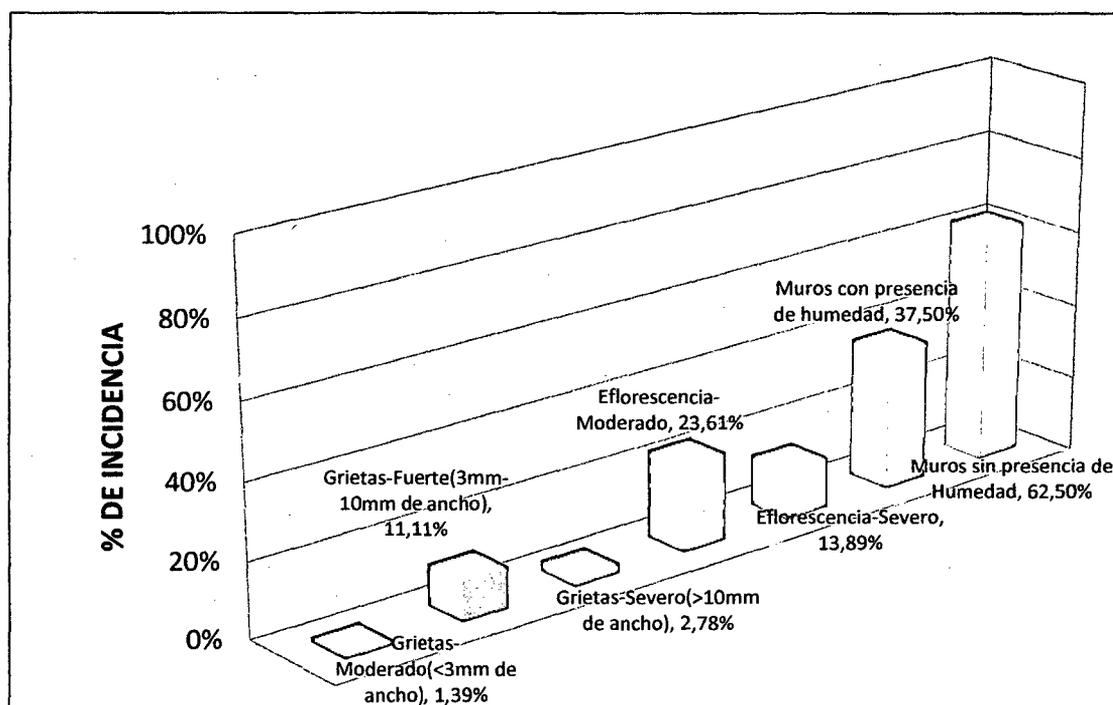


Figura 18. Patología en muros de albañilería

Los muros estudiados presentan un 11,11% de grietas de un nivel fuerte (3mm-10mm).

En el caso de eflorescencia presente en los muros estudiados, el 23,61% presenta eflorescencia del tipo moderado, mientras que un 13,89% presenta eflorescencia severa, la investigación realizada, tienen diferencias de % de eflorescencia en cuanto a los resultados de la investigación de (Alvarado 2011), mientras que en esta investigación se obtuvo que el 23,61% presenta eflorescencia del tipo moderado, un 13,89% presenta eflorescencia severa. Alvarado obtuvo como resultados que 89,18 % de eflorescencia están presentes en ambientes y un 87,85 % se encuentran en muros perimétricos, esto se debe a que: Alvarado realizó su estudio en el departamento de Piura el cual se encuentra ubicado en la costa Peruana y asienta sobre una superficie suavemente ondulada, parte que corresponde al valle del Río Piura, y su suelo, en general, está conformado por arenas limosas, húmedo, poroso y permeable con material arcilloso, esto hace que la presencia de sales provenientes del mar incrementen el grado de eflorescencia en los muros de albañilería como se puede ver en los resultados a los que se ha llegado.

De los resultados obtenidos, la hipótesis planteada en la investigación, la cual nos indica que los muros de albañilería confinada de las viviendas en el sector de Fila Alta- Jaén, se encuentran en mal estado debido a las deficiencias técnicas y patologías.

CAPÍTULO V .CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las deficiencias técnicas obtenidas en el estudio es que el 100% de muros estudiados están conformados por unidades de albañilería del tipo king - kong artesanal. El 88% de muros de albañilería confinada del sector Fila Alta tienen espesores de juntas (vertical y horizontal) mayores a 1,5 cm. El 81 % de muros se encuentran aplomados, mientras que el 19% se encuentran desplomados.

Las patologías presentes en los muros de albañilería del sector de Fila Alta fueron por grietas de nivel moderado en un 1,39%, grietas del nivel fuerte en un 11,11 %, mientras que un 2,78% presentan grietas del tipo severo. El 23,61% de muros de albañilería del sector Fila Alta tienen presencia de eflorescencia del tipo moderado y a su vez el 13,89% presentan eflorescencia de nivel severo. El 37,5% de muros de albañilería presentan problemas de humedad.

5.2 Recomendaciones

Cada vivienda tiene sus propias características y por ello en la gran mayoría de ellas se presentan deficiencias técnicas, por lo cual es mejor que el propietario solicite el asesoramiento de un ingeniero para que supervise la construcción de los muros de albañilería.

Cada vez que se prevea la construcción de muros en viviendas, es necesario la realización de un estudio de mecánica de suelos, y de esta manera se diseñará la cimentación de acuerdo al tipo de suelo para evitar el agrietamiento de los muros de albañilería.

Los muros con agrietamientos mayores a 10mm deberían reconstruirse nuevamente para evitar pérdidas de vidas humanas ante un fenómeno natural y para los agrietamientos menores deberán repararse y reforzarse para resistir cualquier fenómeno en el futuro.

Cuando la eflorescencia es moderada es recomendable limpiar en seco a la pared con una escobilla para luego impermeabilizarla mediante aditivos en el mortero de tarrajeo. En cambio, cuando la eflorescencia es severa se recomienda rechazar a la unidad, en vista que puede destruirse su adherencia con el mortero.

En el caso de humedad en los muros, primero se deberá identificar la fuente de donde proviene dicha humedad para poder adoptar medidas de prevención y de esta manera reducir el grado de deterioro de las unidades de albañilería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afanador, G.N., (2011) Colombia. Proyecto de investigación “Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos producidos en el municipio de Ocaña”. Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

Aguirre, G. D., (2004) Perú. Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis Ing. Civil. PUCP, PE.

Alvarado, R.N., (2011). Determinación y evaluación de las patologías en muros de albañilería de instituciones educativas sector oeste de Piura, distrito, provincia y departamento de Piura: febrero -2011. Tesis Ing. Civil. PUCP, PE.

Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS). (2004). Guía de Patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Bogotá- Colombia. Disponible en <http://bdigital.eafit.edu.co/PROYECTO/P624.183CDA681/fulltext.pdf>.

Bernal Cabrera, K. 2013. Estudio de las propiedades físico y mecánicas del ladrillo King Kong del C.P el Cerillo – Baños del Inca y Lark de Lambayeque. Tesis Ing. Civil. UNC, PE.

Black & Becker. 2000. “The complete guide to home masonry”. Primera edición . Editorial Creative Publishing Internacional. U.S.A.

Blondet M, Tarque N y Mosqueira M. 2003 "Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas informales de la costa del Perú. Servicio Nacional de Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO).Lima, Peru.

Blondet M.2005.Construcción y Mantenimiento de Viviendas de albañilería para albañiles y maestros de obra. Pontificia Universidad Católica del Peru (PUCP), Servicio Nacional de Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO). Lima, Perú.

Castro A. 2002. "Reparación de un muro de albañilería". Tesis de la PUC P. Lima, Perú.

Crispieri Raggio, AA. 2011.Caracterización y diagnóstico sísmico de las viviendas sociales de albañilería de la ciudad de Arica: Resultados. Tesis Ing. Civil. Santiago de Chile, CL.UDCH.216 p.

Fernández C.J.2008. Proyecto de Tesis "Humedad proveniente del suelo en Edificaciones. Tesis Ing. Civil. Universidad de Chile.

Florentín S.M.M. y Granada R. R. D. 2009.Patologías Constructivas en los Edificios. Prevenciones y Soluciones.

Laucata Luna, J. E. 2013. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Tesis de la PUCP. Lima, Perú.

Mego Barboza, A.2013. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos king-kong producidos en el sector de fila alta-Jaén. Tesis. Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Lima, Perú.

Mendoza 2010, Casi un tercio de la producción de ladrillos es informal, Perú, (en línea) consultado 23 ene 2013. Disponible en <http://elcomercio.pe/economia/619321/noticia-casi-tercio-produccion-ladrillos-informal>.

Pinedo Hernández, L.M 2012. Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada. Tesis Ing. Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú

Piñero Martínez de Lecea. 2010, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IETcc-CSIC). Madrid. España.

Quiliche Aguirre, P. (2013).Evaluación de la vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería de la I.E N° 17524 de la localidad de San Agustín del distrito de Bellavista- Jaén. Tesis Ing. Civil. UNC, PE.

RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) 2012. "ALBAÑILERIA". Norma E070

San Bartolomé.2010 "Investigaciones Experimentales hechas en construcciones de albañilería, para actualizar los Conocimientos de ingenieros civiles y estudiantes de Ingeniería Civil". Disponible en: <http://www.blog.pucp.edu.pe/albanileria/>

San Bartolomé. 2008. Comentarios a la Norma E.070 ALBAÑILERIA Servicio Nacional de Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO).Lima, Perú.

Vigouroux Orlando J. 2010. Manual de Evaluación de Viviendas. AEAXR (Asociación de Escuelas de Arquitectura por la Reconstrucción). Primera Edición. Peru.

ANEXO A

FICHA DE VERIFICACIÓN DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MUROS DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA EN EL SECTOR DE FILA ALTA

A.-UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA

I.-UBICACIÓN GEOGRAFICA

1.-DEPARTAMENTO

CAJAMARCA

2.- PROVINCIA

JAÉN

3.-DISTRITO

JAÉN

II.-DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA

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

SECTOR DE FILA ALTA

NOMBRE DE LA CALLE

JIRÓN VICTOR ANDRES BELAUNDE

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

MARIO QUISPE LOZANO

B.-CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVENDA

1. LA VIVIENDA CONTÒ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O
CONSTRUCCIÓN

SI	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------

NO	<input checked="" type="checkbox"/>
----	-------------------------------------

2.ANTIGUEDAD DE LA VIVIENDA

La vivienda cuenta con una antigüedad de 15 años.

3.- TIPO DE USUARIO

PROPIO	<input checked="" type="checkbox"/>
--------	-------------------------------------

INQUILINO	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------

ANEXO B

Tabla 1.B

La tabla 1.B muestra la toma de datos de los niveles de severidad de falla por grietas, el cual se midió según el ancho de la grieta que presenta dicho muro y se lo clasifico según los parámetros establecidos por el ACI y el ICG si era moderado fuerte y severo. La eflorescencia se midió de una manera visual según el daño que se observó en las unidades de albañilería y se clasifico según lo establecido en el comentario hecho a la norma E070 por San Bartolomé. En el caso de humedad se hizo de una manera visual.

II.- PATOLOGIAS EN LOS MUROS DE ALBAÑILERIA

Descripción			Niveles de severidad de Falla - Grietas			Eflorescencia		Humedad	
			Moderado (<3mm de ancho)	Fuerte (3mm - 10 mm de ancho)	Severo (> 10 mm de ancho)	Moderado (*)	Severo (**)	SI	NO
Eje	1	1							X
Entre	A	B							
Muro N°	2								
Eje	1	1							X
Entre	B	C							
Muro N°	3								
Eje	4	4							X
Entre	A	B							
Muro N°	4								
Eje	4	4							X
Entre	B	C							
Muro N°	5								
Eje	A	A		X			X	X	
Entre	1	2							
Muro N°	6								
Eje	A	A		X			X	X	
Entre	2	3							
Muro N°	7								
Eje	A	A		X					X
Entre	3	4							
Muro N°	8								
Eje	C	C		X					X

Entre	3	4							
Muro N°	9								
Eje	C	C		X			X	X	
Entre	2	3							
Muro N°	10								
Eje	C	C		X			X	X	
Entre	1	2							
SUBTOTAL				6			4	4	6
TOTAL				6			4	4	6

Presencia de eflorescencia sin dañar las unidades de albañilería

(*)

Presencia de eflorescencia , unidades de albañilería desintegradas

(**)

OBSERVACIONES : La vivienda presenta eflorescencia en la parte superior del muro debido a la humedad Proveniente del techo.

La vivienda presenta grietas longitudinales desde la parte superior del muro hasta la parte La humedad presente en los muros se debe al escurrimiento del agua de lluvia proveniente del techo.

Entre	1	2												
Muro N°	6													
Eje	A	A	X		X		X		X		X		X	
Entre	2	3												
Muro N°	7													
Eje	A	A	X		X		X		X		X		X	
Entre	3	4												
Muro N°	8													
Eje	C	C	X		X		X		X		X		X	
Entre	3	4												
Muro N°	9													
Eje	C	C	X		X		X		X		X		X	
Entre	2	3												
Muro N°	10													
Eje	C	C	X		X		X		X		X		X	
Entre	1	2												
SUBTOTAL			10	0	6	4	7	3	10	0	8	2	10	0
TOTAL			10	0	6	4	7	3	10	0	8	2	10	0

FICHA DE VERIFICACIÓN
DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MUROS DE LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA EN EL SECTOR DE FILA ALTA

A.-UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA

I.-UBICACIÓN GEOGRAFICA

1.-DEPARTAMENTO

CAJAMARCA

2.- PROVINCIA

JAÉN

3.-DISTRITO

JAÉN

II.-DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA

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

SECTOR DE FILA ALTA

NOMBRE DE LA CALLE

JIRÓN AMALIA PUGA

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

JORGE DE LA CRUZ SALAZAR

B.-CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVENDA

1. LA VIVIENDA CONTÒ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN

SI	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------

NO	<input checked="" type="checkbox"/>
----	-------------------------------------

2.ANTIGUEDAD DE LA VIVIENDA

La vivienda cuenta con una antigüedad de 8 años.

3.- TIPO DE USUARIO

PROPIO	<input checked="" type="checkbox"/>
--------	-------------------------------------

INQUILINO	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------

Tabla 1.B

La tabla 1.B muestra la toma de datos de los niveles de severidad de falla por grietas, el cual se midió según el ancho de la grieta que presenta dicho muro y se lo clasifico según los parámetros establecidos por el ACI y el ICG si era moderado fuerte y severo. La eflorescencia se midió de una manera visual según el daño que se observó en las unidades de albañilería y se clasificó según lo establecido en el comentario hecho a la norma E070 por San Bartolomé. En el caso de humedad se hizo de una manera visual.

II.- PATOLOGIAS EN LOS MUROS DE ALBAÑILERIA

Descripción			Niveles de severidad de Falla - Grietas			Eflorescencia		Humedad	
			Moderado (<3mm de ancho)	Fuerte (3mm - 10 mm de ancho)	Severo (> 10 mm de ancho)	Moderado (*)	Severo (**)	SI	NO
Muro N°	1								
Eje	1	1							X
Entre	A	B							
Muro N°	2								
Eje	1	1							X
Entre	B	C							
Muro N°	3								
Eje	3	3							X
Entre	B	C							
Muro N°	4								
Eje	4	4							X
Entre	B	C							
Muro N°	5								
Eje	5	5					X	X	
Entre	A	B							
Muro N°	6								
Eje	5	5					X	X	
Entre	B	C							
Muro N°	7								
Eje	A	A							X
Entre	1	2							
Muro N°	8								
Eje	A	A				X		X	

Entre	2	3						
Muro N°	9							
Eje	A	A			X		X	
Entre	3	4						
Muro N°	10							
Eje	A	A						X
Entre	4	5						
Muro N°	11							
Eje	C	C						X
Entre	4	5						
Muro N°	12							
Eje	C	C			X		X	
Entre	3	4						
Muro N°	13							
Eje	C	C			X		X	
Entre	2	3						
Muro N°	14							
Eje	C	C						X
Entre	1	2						
SUBTOTAL					4	2	6	8
TOTAL					4	2	6	8

Presencia de eflorescencia sin dañar las unidades de albañilería

(*)

Presencia de eflorescencia , unidades de albañilería desintegradas

(**)

OBSERVACIONES La vivienda presenta eflorescencia en la parte superior del muro debido a la humedad Proveniente del techo.

La humedad presente en los muros se debe al escurrimiento del agua de lluvia proveniente del techo.

Eje	5	5	X			X	X		X		X		X	
Entre	B	C												
Muro N°	7													
Eje	A	A	X			X		X	X		X		X	
Entre	1	2												
Muro N°	8													
Eje	A	A	X			X	X		X		X		X	
Entre	2	3												
Muro N°	9													
Eje	A	A	X			X	X		X		X		X	
Entre	3	4												
Muro N°	10													
Eje	A	A	X			X	X		X		X		X	
Entre	4	5												
Muro N°	11													
Eje	C	C	X			X	X		X		X		X	
Entre	4	5												
Muro N°	12													
Eje	C	C	X			X	X		X		X		X	
Entre	3	4												
Muro N°	13													
Eje	C	C	X			X	X		X		X		X	
Entre	2	3												
Muro N°	14													
Eje	C	C	X			X		X	X		X		X	
Entre	1	2												
SUBTOTAL			14	0	0	14	10	4	14	0	14	0	14	0
TOTAL			14	0	0	14	10	4	14	0	14	0	14	0

ANEXO C

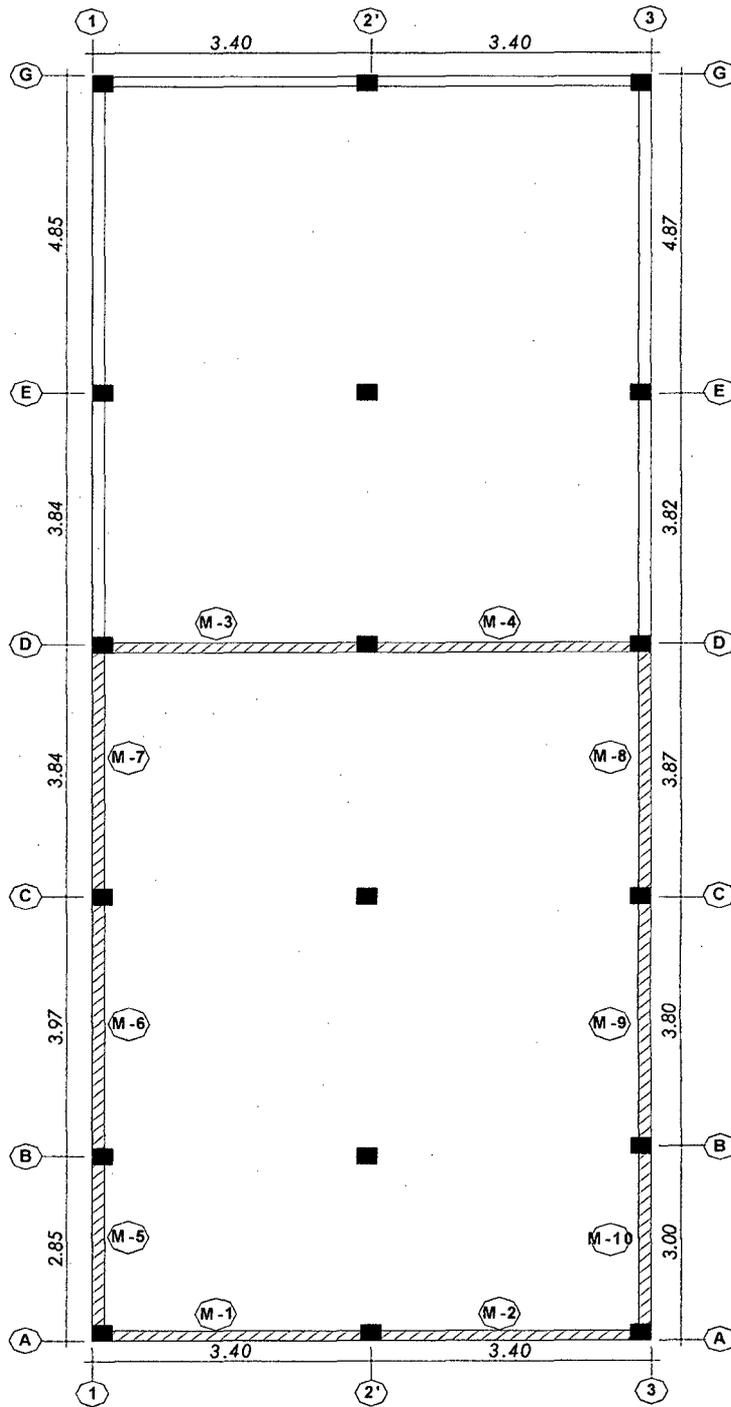


FIGURA 24

Descripción: Plano de distribución de muros estudiados en la vivienda del señor Mario Quispe Lozano.

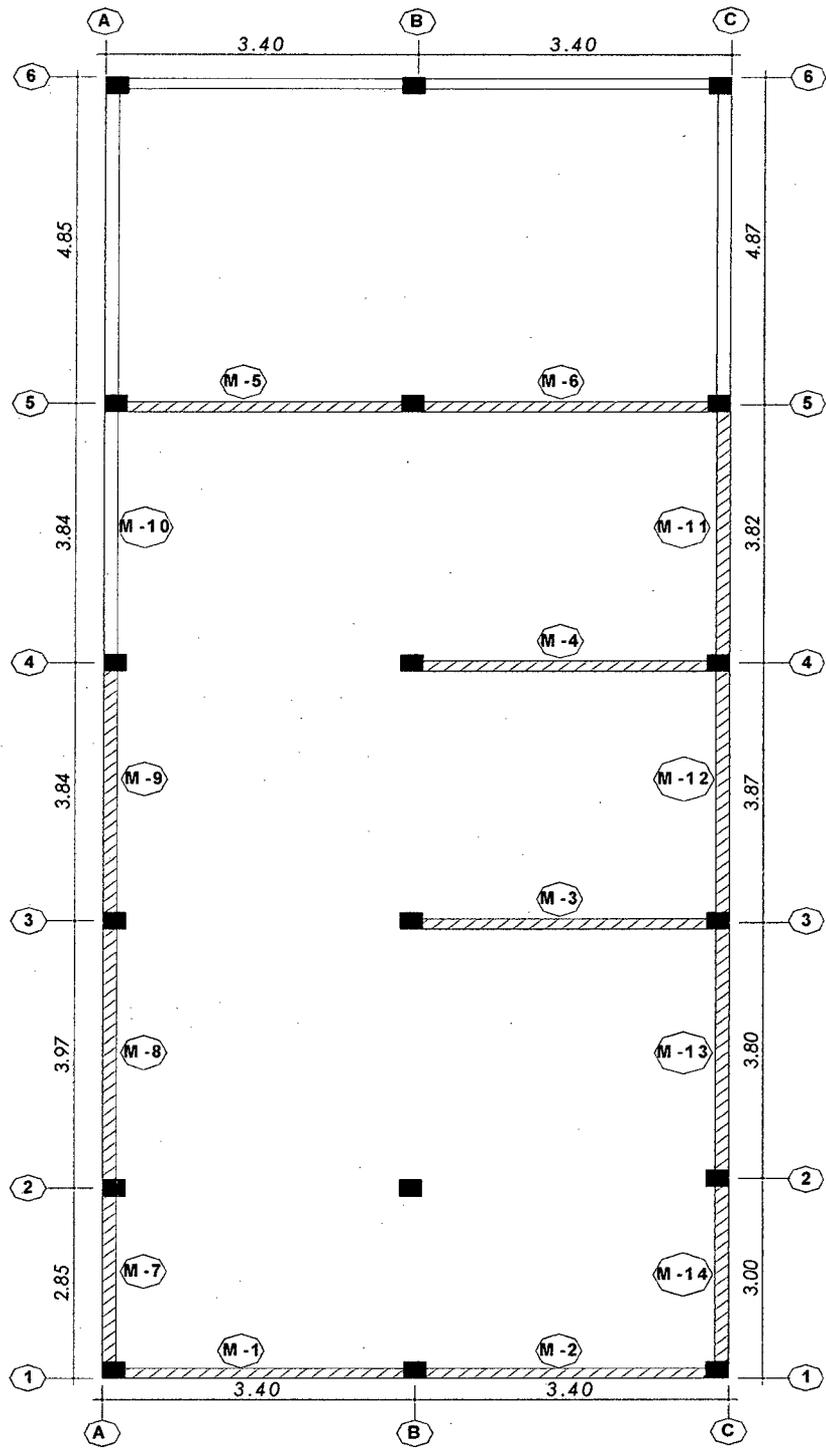


FIGURA 25

Descripción: Plano de distribución de muros estudiados en la vivienda del señor Jorge de la Cruz Salazar.

ANEXO D

PANEL FOTOGRAFICO DE DÉFICIENCIAS TÉCNICAS

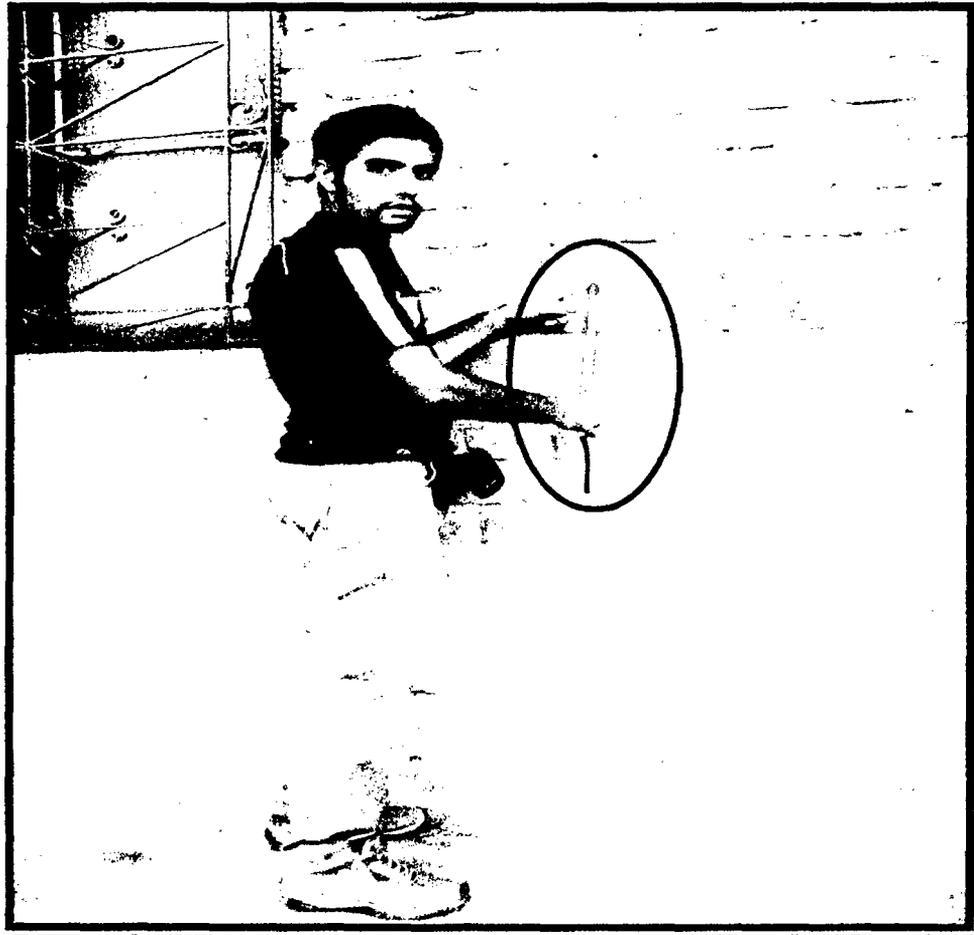


FIGURA 26

Descripción: En la figura 26, se aprecia espesores de junta de 3 cm, la cual se encuentra por encima de lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones que especifica que los espesores de junta deben de ser mayores a 1,00 cm y menores a 1,5 cm.

PANEL FOTOGRAFICO DE DÉFICIENCIAS TÉCNICAS

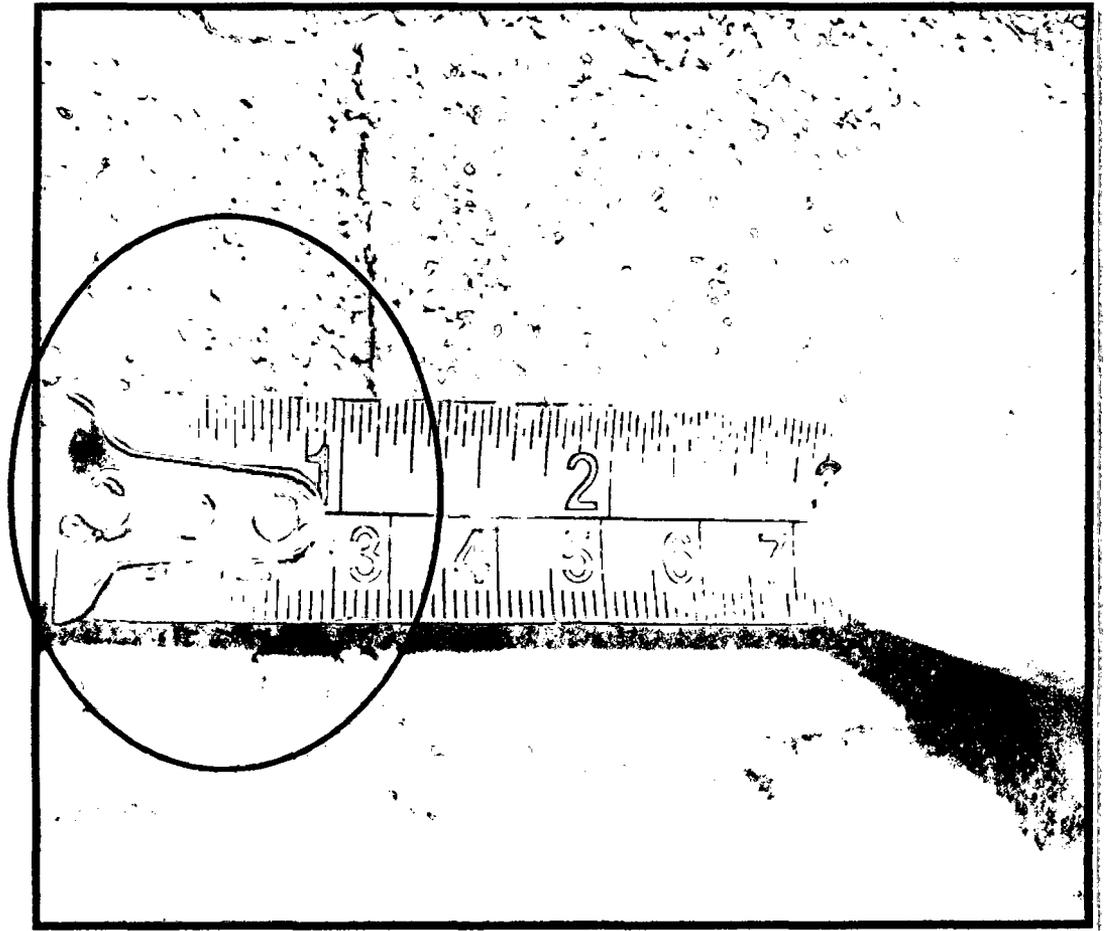


FIGURA 27

Descripción: En la figura 27, se aprecia espesores de junta de 3 cm, la cual se encuentra por encima de lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones que especifica que los espesores de junta deben de ser mayores a 1,00 cm y menores a 1,5.

PANEL FOTOGRAFICO DE DEFICIENCIAS TÉCNICAS

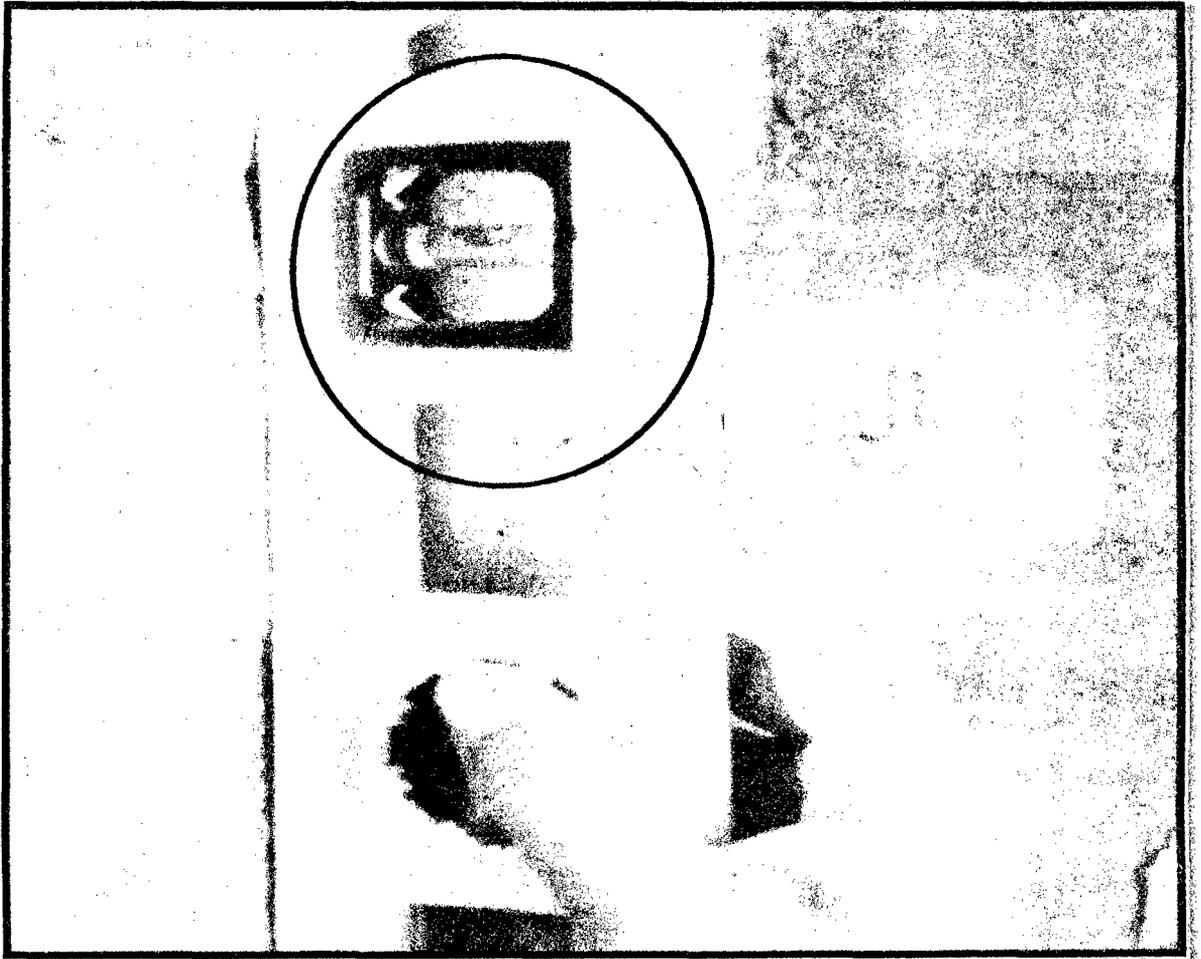


FIGURA 28

Descripción: En la figura 28 se aprecia la verticalidad de los muros de albañilería.

PANEL FOTOGRAFICO DE PATOLOGIAS

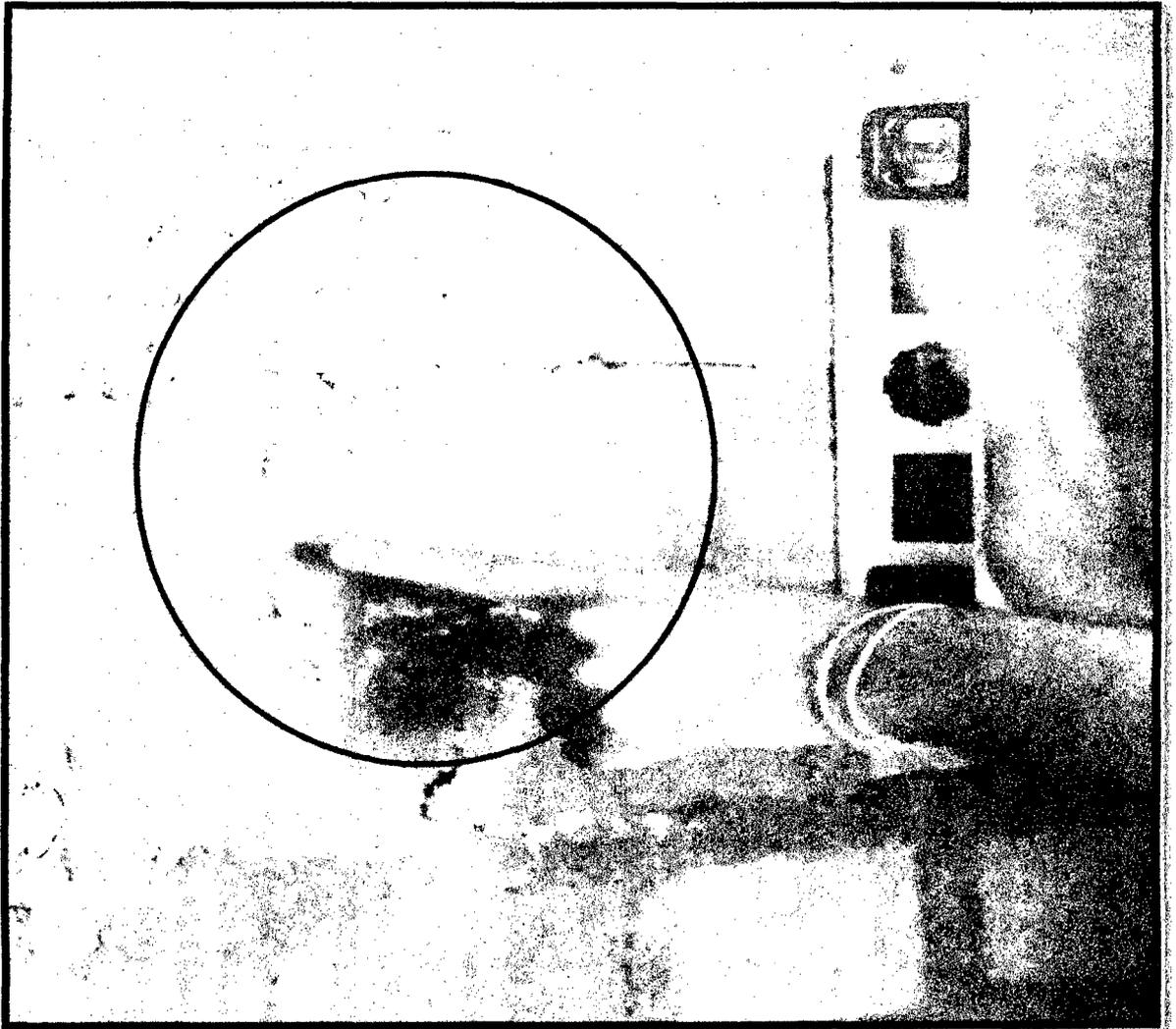


FIGURA 29

Descripción: En la figura 29, se aprecia la presencia de eflorescencia moderada.

PANEL FOTOGRAFICO DE PATOLOGIAS

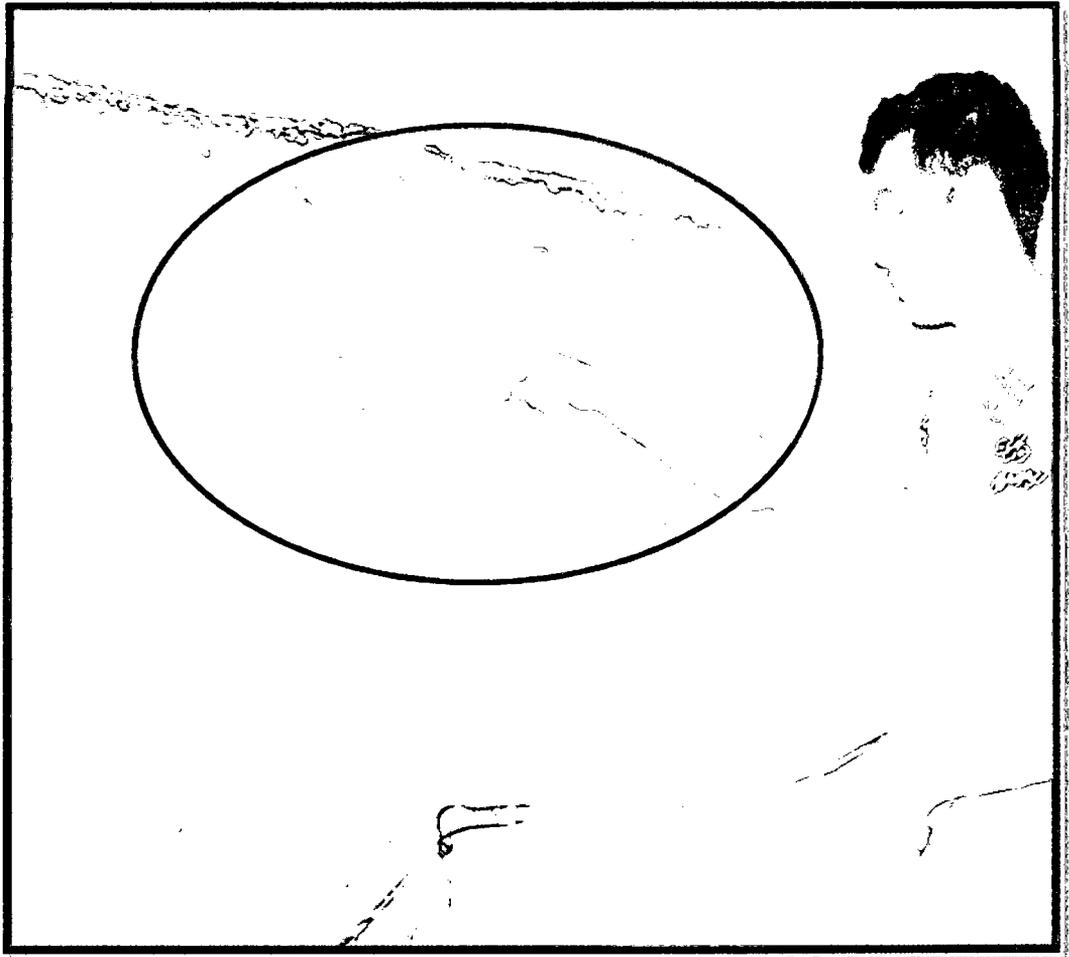


FIGURA 30

Descripción: En la figura 30 se aprecia la presencia de eflorescencia severa en la que las unidades de albañilería se han deteriorado.

PANEL FOTOGRAFICO DE PATOLOGIAS

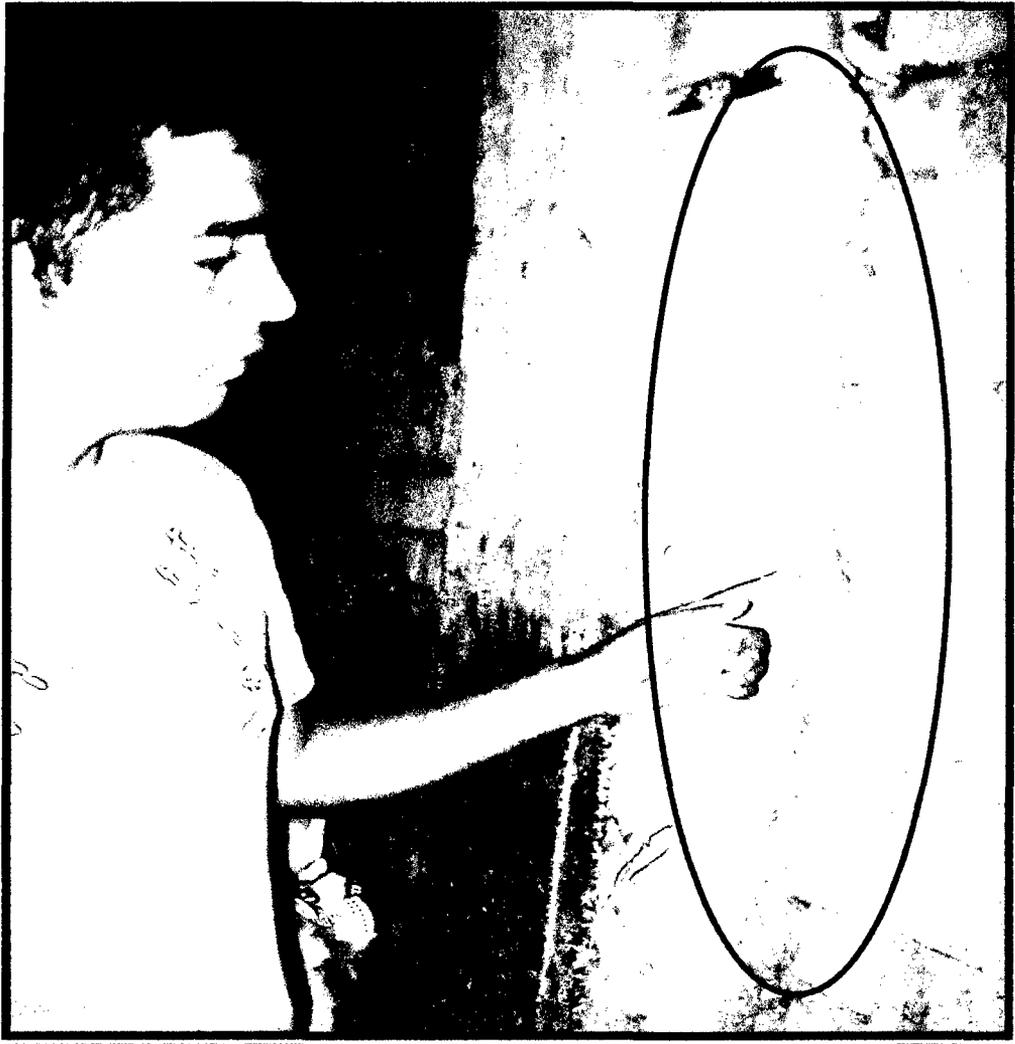


FIGURA 31

Descripción: En la figura 31, se aprecia una grieta longitudinal a lo largo de todo el muro del grado severo que se encuentra ubicada entre la unión muro – columna, debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE PATOLOGIAS

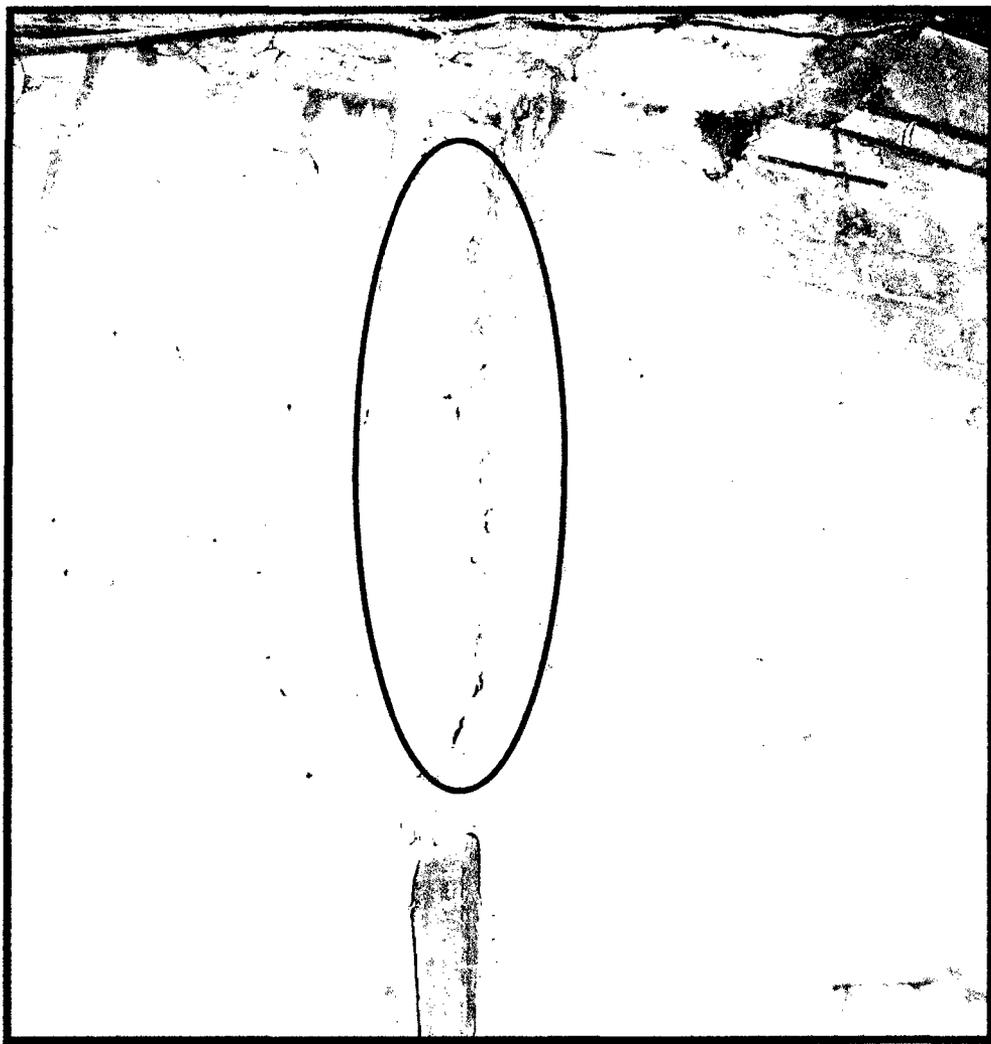


FIGURA 32

Descripción: En la figura 32, se aprecia una grieta longitudinal a lo largo de todo el muro del grado severo que se encuentra ubicada entre la unión muro – columna, debido al asentamiento diferencial

ANEXO E