

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ANTE LA
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN
LOS PUEBLOS JÓVENES FLORIDA BAJA Y FLORIDA ALTA -
CHIMBOTE - 2016”**

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

TESISTA:

Bach. Ing. JIMI MANUEL VASQUEZ LARA

ASESOR:

ING. FELIPE VILLAVICENCIO GONZÁLEZ

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

-2017-



DEDICATORIA

A Jesucristo mi Señor y Salvador por darme la vida y por guiarme en el sendero de la luz, la sabiduría, rectitud y servicio. A Kareem mi bella esposa por ser mi ayuda idónea y el mejor regalo que Dios me ha dado en la vida, a los bellos padres, hermanos y toda la familia que Dios me concedió que con su preocupación y aliento constante me inspiraron. Por estar pendientes de mí durante todo este tiempo, aconsejándome y ayudándome oportunamente cuando lo requería. Gracias por toda la ayuda brindada, sin ello no hubiera podido llegar hasta esta instancia.

A todos mis compañeros y profesores de la universidad y del trabajo por la facilidad brindada y el apoyo laboral.

Vasquez Lara Jimi Manuel



AGRADECIMIENTO

En primer lugar a mi Señor Jesucristo por darme la vida la oportunidad de vivir para servir cada día, y de preservar mi vida en su eternidad ¡Gracias mi Señor! Además de ello, son numerosas las personas a las que debo agradecer por ayudarme en el logro de mi carrera, pero en el fondo de mi ser enteramente les estaré agradecido. Sin embargo, resaltare solo algunas de estas personas sin las cuales no hubiera hecho realidad tan anhelado sueño como la culminación de mi carrera universitaria.

A todos mis profesores, de la escuela académica profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional del Santa, por su valiosa contribución en mi formación profesional, por haberme inculcado y brindado conocimientos, valores morales y experiencias.

A mi asesor Ing. Felipe Villavicencio González, por su reiterada ayuda profesional, en la elaboración del presente informe y por su desinteresada amistad que me ha brindado durante todo en proceso.



RESUMEN

El presente trabajo consiste en la evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de los pueblos jóvenes como Florida Baja y Florida Alta, ubicados en la bahía de la ciudad de Chimbote ubicados en una zona altamente sísmica, con grandes probabilidades de que ocurra un sismo severo.

Con él se propone correctivos para minimizar la vulnerabilidad a través de una evaluación metódica para determinar la vulnerabilidad y riesgo sísmico en la zona estudiada y la elaboración de una cartilla didáctica para la reparación de viviendas, permitiendo en muchos casos que el mismo propietario (muchas veces con pocos recursos económicos) pueda aplicar estas técnicas para mejorar el estado de su vivienda.



SUMMARY

The present work consists of the evaluation and proposal of a solution to the seismic vulnerability of young people such as Florida Baja and Florida Alta, located in the bay of the city of Chimbote located in a highly seismic zone, with great probability of an earthquake severe.

It proposes correctives to minimize vulnerability through a methodical assessment to determine the vulnerability and seismic risk in the area studied and the development of a didactic primer for home repair, allowing in many cases the same owner (often With few financial resources) can apply these techniques to improve the condition of their home.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.	01
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	
1.1. ASPECTOS INFORMATIVOS	03
1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN	04
1.2.1 ANTECEDENTES	04
1.2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	06
1.2.3 IMPORTANCIA	07
1.2.4 OBJETIVOS	08
1.2.5 HIPÓTESIS	08
1.2.6 VARIABLES	09
1.2.7 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	09
1.2.8 ESTRATEGIAS DE TRABAJO	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN LOS PUEBLOS JÓVENES	14
2.2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	27
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	32
3.2 ZONAS DE ESTUDIO	32
3.3 FICHA DE ENCUESTA O DE CAMPO	33
3.4 ENCUESTA DE VIVIENDAS	34
3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS	34
CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	
4.1 ZONAS DE ESTUDIO	36
4.2 DESCRIPCIÓN DE ZONAS DE ESTUDIO	36
4.3 ORGANIZACIÓN Y SELECCIÓN DE VIVIENDAS	38
4.4 DIFICULTADES ENCONTRADAS	39



4.5	CARACTERÍSTICAS DE LOS LADRILLOS ARTESANALES UTILIZADOS EN CHIMBOTE	39
4.6	PROBLEMAS DE UBICACIÓN DE LA VIVIENDA	41
4.7	ESTRUCTURACIÓN DE VIVIENDAS	46
4.8	PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	49
4.9	MATERIALES EN MAL ESTADO Y MANO DE OBRA DEFICIENTE	52

CAPÍTULO V: ANÁLISIS SÍSMICO

5.1.	VERIFICACIÓN DE LA DENSIDAD DE MUROS DEL PRIMER PISO ANTE LOS SISMOS SEVERO PARA ALBAÑILERÍA CONFINADA	55
5.2.	CÁLCULO DETALLADO DE LA RESISTENCIA A CORTE VR DE LOS MUROS	59
5.3.	ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO	62
5.4.	RIESGO SÍSMICO DE LA VIVIENDA	66
5.5.	DIAGNÓSTICO	66

CAPÍTULO VI: RESULTADOS

6.1.	VIVIENDAS ENCUESTADAS	74
6.2.	ANTECEDENTES DE LAS VIVIENDAS	76
6.3.	DENSIDAD DE MUROS (A_e/A_r)	83

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	CONCLUSIONES	88
7.2	RECOMENDACIONES	89
7.3	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

CAPÍTULO VIII: ANEXOS 92

- ✓ ANEXO 01: FICHA DE ENCUESTA
- ✓ ANEXO 02: CARTILLA DIDÁCTICA DE REPARACIÓN DE VIVIENDAS



INTRODUCCIÓN

La posición del Perú en el cinturón de juego del Pacífico es algo irreversible, por consiguiente la costa peruana está en una zona de alta actividad tectónica y sísmica. Los terremotos de gran intensidad azotaron en repetidas ocasiones las ciudades ubicadas en esta región. Los sismos más recientes ocurridos en la costa central-norte fueron Chimbote el 31 de mayo de 1970 y en Lima el 03 de octubre de 1974. En definitiva los terremotos de gran intensidad volverán a afectar las ciudades costeras según informe de especialistas.

Es necesario conocer el estado en que se encuentran las viviendas de la región de la costa, especialmente las de mayor riesgo como son las viviendas autoconstruidas. Con los resultados se busca plantear mejoras en su estructuración y proceso constructivo, con el propósito de procurar disminuir la vulnerabilidad sísmica de este tipo de viviendas en el futuro.

La población Chimboteana se incrementó con el transcurrir de los años, lo cual generó un crecimiento poco controlado y planificado del área urbana. La población con menores recursos frente a su necesidad de vivienda, construye sus viviendas con sus reducidos medios económicos. Esto implica, sin la asesoría técnica profesional adecuada en el proyecto como en la construcción, ni con los materiales de calidad idóneos para sus viviendas. Lo que constituye en su mayoría viviendas de alta vulnerabilidad sísmica, generando un riesgo a los residentes de estas viviendas.

La albañilería confinada constituye un material noble, de uso muy común en nuestra ciudad. Pero de bajo nivel técnico en la construcción, al ejecutarse con una mano de obra poco calificada y materiales de baja calidad.

Hoy más que en otros tiempos la tierra tiembla continuamente y la probabilidad de que ocurran otros sismos es muy cercana por ello es sumamente importante abordar esta clase de temas.



CAPÍTULO I:

ASPECTOS GENERALES



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 ASPECTOS INFORMATIVOS

1.1.1 TÍTULO:

“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ANTE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN LOS PUEBLOS JÓVENES FLORIDA BAJA Y FLORIDA ALTA – CHIMBOTE- 2016”

1.1.2 TESISTA:

- Bach. en Ing. Civil Vasquez Lara Jimi Manuel

1.1.3 ASESOR:

Ing. Felipe Villavicencio Gonzalez

1.1.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Descriptivo- Explicativo

1.1.5 LOCALIDAD DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACIÓN:

Región : Ancash
Departamento : Ancash
Provincia : Santa
Distrito : Chimbote



1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 ANTECEDENTES

A escala mundial se han desarrollado estudios conducentes a la determinación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de centros urbanos, tal es el caso de investigaciones y proyectos realizados en España, Italia, EEUU, Japón, Ecuador, México, Chile, Colombia, Argentina, etc.

Los europeos por ejemplo han desarrollado diversas metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones y la determinación del riesgo sísmico, mediante procedimientos como el “Método del índice de Vulnerabilidad” que ha sido ampliamente usado en Italia, durante los últimos años por el GNDT (Gruppo Nacional per la Difesa del Terremoto) y adoptado como herramienta para los planes de mitigación de desastres de ámbito gubernamental.

De los trabajos realizados en América se puede mencionar el estudio de amenaza sísmica en el Austro, “Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en la Ciudad de Cuenca de Ecuador - 2001” en el que se utilizó la metodología del “Índice de Vulnerabilidad” para evaluar las edificaciones en MNR (mampostería no reforzada) y HA (hormigón armado o concreto reforzado).

En 1992 el Observatorio Sismológico del Sur Occidente y la Universidad del Valle publican dentro del programa de mitigación de Desastres en Colombia el informe final de la fase de la Mitigación del Riesgo Sísmico, usando el método de análisis de la vulnerabilidad sísmica.

En el Perú se puede mencionar los siguientes trabajos realizados sobre vulnerabilidad sísmica, en la ciudad de Moquegua se realizó el estudio “Análisis del riesgo sísmico de la ciudad de Moquegua usando sistemas de información geográfica” por parte del laboratorio geotécnico del CISMID – FIC – UNI, que evalúa la vulnerabilidad y el riesgo sísmico utilizando la tecnología de sistema de Información geográfica (SIG), comprobándose



que estas herramientas también son útiles para la microzonificación sísmica propiamente dicha.

El método adoptado para el análisis de vulnerabilidad esta basado principalmente en la tecnología planteada por el ATC – 36 (1994), el cual está enmarcado dentro de los métodos de evaluación del riesgo sísmico para daños inducidos por terremotos.

En la ciudad de Cajamarca se realizó un estudio de “Análisis de la Vulnerabilidad física: Acondicionamiento territorial, tipo y uso de infraestructura” a cargo de los Ingeniero Marcos Mendoza Linares y Carlos Esparza Díaz, profesores de la Universidad Nacional de Cajamarca, así como los egresados de dicha universidad.

En el cual se concluyó que un porcentaje significativo de viviendas tienen una densidad de muros inadecuada. Esto debido a que los elementos estructurales no están técnicamente distribuidos de manera correcta, en la mayoría de las viviendas de albañilería de ladrillo la estructura es más rígido en un sentido que en el otro, a la densidad de muros es insuficiente para ofrecer una adecuada protección sísmica. Esto debido a que en su dirección se colocan pocos muros resistentes que sirven como divisiones de ambientes, por lo tanto es muy probable que un sismo fuerte produzca importantes daños en los muros, tabiques orientados en el sentido débil o menos rígido de vivienda. En las viviendas de tierra se presenta el mismo problema

El Perú forma parte del cinturón de fuego del Pacífico, por consiguiente la costa peruana está en una zona de alta actividad tectónica y sísmica. Los terremotos de gran intensidad azotaron en repetidas ocasiones las ciudades ubicadas en esta región. Los sismos más recientes ocurridos en la costa central-norte fueron Chimbote el 31 de mayo de 1970 y en Lima el 03 de octubre de 1974. En definitiva los terremotos de gran intensidad volverán a afectar las ciudades costeras (Kuroiwa 2002).



Es necesario conocer el estado en que se encuentran las viviendas de la región de la costa, especialmente las de mayor riesgo como son las viviendas

autoconstruidas. Con los resultados se busca plantear mejoras en su estructuración y proceso constructivo, con el propósito de procurar disminuir la vulnerabilidad sísmica de este tipo de viviendas en el futuro.

La población Chimbotana se incrementó con el transcurrir de los años, lo cual generó un crecimiento poco controlado y planificado del área urbana. La población con menores recursos frente a su necesidad de vivienda, construye sus viviendas con sus reducidos medios económicos. Esto implica, sin la asesoría técnica profesional adecuada en el proyecto como en la construcción, ni con los materiales de calidad idóneos para sus viviendas. Lo que constituye en su mayoría viviendas de alta vulnerabilidad sísmica, generando un riesgo a los residentes de estas viviendas.

La albañilería confinada constituye un material noble, de uso muy común en nuestra ciudad. Pero de bajo nivel técnico en la construcción, al ejecutarse con una mano de obra poco calificada y materiales de baja calidad.

1.2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú existe gran déficit de viviendas en especial en el sector rural ocasionado por la situación socio-económica de gran sector de la población que le imposibilita contar con una vivienda digna y hace que las personas menos favorecidas opten por la autoconstrucción de su vivienda muchas veces con poco o ningún asesoramiento técnico o profesional lo que conlleva a generar riesgos latentes en dichas construcciones que se han convertido en una situación muy común para muchas familias en especial en las zonas rurales del país, esto conlleva a tener más familias con baja calidad de vida y a la vez conlleva a más pobreza y exclusión social, generando migración del campo a las ciudades y una cadena de problemas sociales.



Se ha encontrado en Chimbote que en su mayoría las viviendas construidas han sido de manera informal sin ningún asesoramiento técnico y con un proceso constructivo descontinuado lo cual incrementa la vulnerabilidad frente a un eventual sismo.

En tal sentido nos planteamos el siguiente problema: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de las viviendas de albañilería confinada en los pueblos jóvenes florida baja y florida alta del distrito de Chimbote?

1.2.3 IMPORTANCIA

Desde hace muchos años atrás, las viviendas de albañilería confinada son las construcciones más populares en las zonas urbanas de nuestro país y en la actualidad esta tendencia continúa. Por lo cual es importante considerar factores fundamentales como: El diseño estructural, el control de los procesos constructivos y el control de la calidad de los materiales.

Es importante que se considere estos tres factores, ya que para que una vivienda pueda soportar exitosamente los efectos devastadores de un terremoto, debe tener una estructura sólida, fuerte y resistente.

Un sismo causará daños a una vivienda, si ésta carece de diseño estructural o si fue mal construida. La vivienda puede incluso derrumbarse, causando pérdidas materiales importantes, heridas graves a sus ocupantes y hasta la muerte de alguno de ellos.

Por lo cual es sumamente importante el uso de criterios de ingeniería en el análisis de su vulnerabilidad que puedan ser tomados en cuenta para dicho sistema construcción de manera que pueda servir como referencia para todo aquel que quiera ejecutar o reforzar una edificación de interés social similar ya sea persona natural o instituciones públicas o privadas interesadas en el tema.



1.2.4 **OBJETIVOS**

1.2.4.1 **Objetivos Generales**

- ✓ Contribuir en la disminución de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas informales de albañilería confinada en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta del distrito de Chimbote y dar una propuesta de solución.

1.2.4.2 **Objetivos específicos**

- ✓ Identificar los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de viviendas informales en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta del distrito de Chimbote.
- ✓ Evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta.
- ✓ Estimar el riesgo sísmico de viviendas informales en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta.
- ✓ Proponer recomendaciones para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas autoconstruidas en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta del distrito de Chimbote y otros con similares características constructivas.

1.2.5 **HIPÓTESIS**

Si se realiza un análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería en los pueblos jóvenes Florida baja y Florida Alta teniendo en cuenta la norma técnica E-030 de Diseño Sismoresistente, se determinara el grado de vulnerabilidad de las viviendas para aplicar un adecuado reforzamiento estructural, prevenir a las personas ante un eventual sismo y ser un referente importante para viviendas de similar construcción.



1.2.6 VARIABLES

✓ **DEPENDIENTES:**

Módulo de vivienda de albañilería confinada.

✓ **INDEPENDIENTE:**

Los sistemas constructivos y factores que influyen en la construcción de una vivienda (técnicas constructivas, precios de insumos, análisis de suelos, topográficos, entorno).

1.2.7 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

Con la finalidad de obtener los datos de campo con mayor precisión, se elaboró una ficha de encuesta, la cual contiene puntos a evaluar, que fueron de mucha utilidad para el diagnóstico situacional de cada vivienda evaluada.

Cabe indicar que la encuesta fue dirigida a las edificaciones cuyo uso son de viviendas, aquellas edificaciones destinadas a otros no fueron encuestadas, tales como: Iglesias, Centros Comerciales, Fábricas, Mercados, que por ser lugares que congregan mucha gente, llegan a ser un potencial de numerosas pérdidas, que requieren un estudio individual y detallado.

Para el estudio de la vulnerabilidad de viviendas, se analizan si son resistentes o débiles, por su forma o geometría, la condición estructural en que se encuentran y por la cercanía al mar. Las que se clasifican en 04 tipos de edificaciones como son: Edificaciones de Vulnerabilidad Alta, Vulnerabilidad Media a Alta, Vulnerabilidad Media a Baja y Vulnerabilidad Baja.

Así con esta clasificación nos permite identificar la edificación encuestada y ubicarla en estos tipos, permitiendo obtener un resultado global del tipo de Edificación encontrada en esta zona de estudio.



Muestreo Estratificado Proporcional:

Para mejor análisis se eligió este tipo de muestreo, ya que usualmente no es posible trabajar con toda la población por el tiempo, esfuerzo y recursos que esto implicaría. La técnica de muestreo estratificado permite estimar los mismos parámetros en el caso de un censo, es decir obtenerlos a través de este tipo de muestreo.

Determinación del tamaño de la muestra:

El tamaño de la muestra se calculó en base a la fórmula para estimar la proporción poblacional para Poblaciones Finitas. (“Técnicas de Muestreo” Cochran -1985):

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N - 1) e^2 + Z^2 P Q} \quad n = n_0$$

$$n = \frac{n_0}{N} > 0.10 \quad \Rightarrow \quad n_f = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$



Donde:

N	Tamaño de la Muestra	
N	Población	801 viviendas
Z	Multiplicador de confianza del 95%	1.96
E	Error máximo permitido 5%	0.05
P	Predominio (prevalecía) esperado del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse aplicar, la opción más desfavorable.	P=0.5 que hace Mayor el tamaño Muestral.
Q	1-P, (Si: P=50%=0.5, Q=50%=0.5)	

Nota: Para la determinación de la muestra se puede disponer de la varianza poblacional (*). Los datos de las viviendas han sido provistos por la Municipalidad Provincial del Santa.

$\sigma^2_x = PQ$ o en su defecto estimar esta varianza a través de una muestra piloto suficientemente grande $n_r \geq 50$ o usar la varianza en su estudio análogo también el criterio de la varianza máxima haciendo.

$$\sigma^2_x = PQ \quad (P=0.50, Q=0.50)$$

La misma que nos asegura un tamaño suficiente.



(*) La varianza poblacional viene a ser el promedio del cuadrado de las desviaciones respecto a la media aritmética aplicada a toda población.

Obteniendo los siguientes resultados en la zona a analizar.

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.05 \times 801}{(801 - 1)0.5^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} \quad 235.77 = 236$$

$n = 236 \text{ viviendas}$

$$n = n_0$$

$$n = \frac{n_0}{N} = \frac{236}{801} = 0.29 > 0.10 \quad \dots ok \Rightarrow$$

$$n_f = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{236}{1 + \frac{236}{801}} = 182.29 \geq 50 \dots ok$$

1.2.8 ESTRATEGIAS DE TRABAJO

- Investigación bibliográfica
- Toma de datos mediante observación directa en campo.
- Recopilación y análisis de información sobre estudios relacionados.
- Selección de zonas de estudio
- Ficha de trabajo
- Encuesta de viviendas
- Procesamiento de datos



CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO:

2.1 VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN LOS PUEBLOS JÓVENES

La autoconstrucción se convirtió habitual en los diversos sectores sociales y especialmente en la población con recursos económicos limitados como los pueblos jóvenes. Este hecho no sólo acontece en el Perú, sino que es propio de muchos países en vías de desarrollo. Los propietarios recurren a la informalidad, edificando con: materiales inadecuados, sin dirección técnica y sin emplear los reglamentos de edificación nacionales.

Las viviendas autoconstruidas tienen serias deficiencias: estructurales, arquitectónicas y constructivas, que las hacen vulnerables a los fenómenos naturales locales. La informalidad es producto de las carencias económicas, la idiosincrasia de los propietarios y la necesidad de vivienda. Son los dueños de las viviendas quienes optan por la ilegalidad esto sucede en todo el país y Chimbote no es la excepción. Se encuentra con frecuencia viviendas autoconstruidas con materiales en mal estado y sin una debida dirección técnica. Además se utiliza materiales inadecuados como: adobe artesanal, ladrillo crudo o cocido irregularmente.

Los gobiernos de turno en su afán de solucionar el problema de déficit de vivienda fomentan la autoconstrucción “asistida”. Esta medida es reproducida de otros países, sin embargo por la alta demanda resulta incontrolable y con déficit de asistencia técnica. Esta situación sigue aconteciendo en la actualidad con los financiamientos otorgados por el Ministerio de Vivienda

Los beneficiarios tratan de cumplir las exigencias técnicas que les plantea la entidad financiadora, como disponer de planos y especificaciones. Sin embargo el profesional encargado de la supervisión técnica está sobrecargado. Esto genera que muchas veces no llegue a realizar una sola visita técnica al lugar de la obra. Si bien es cierto se forzó al propietario a cumplir con las exigencias técnicas “impuestas”, pero no se ejecutan en su verdadera dimensión en la obra.

El sistema de autoconstrucción, al faltar asesoría técnica, adquiere su dinámica propia que supera todas las barreras formales. Y si a esto se agrega la falta de promoción y financiamiento, se genera que el proceso de construcción de vivienda sea totalmente informal. Se debe notar que las viviendas con financiamiento tienen matiz de formal pero en el fondo están enraizados en la informalidad.

Este trabajo de investigación propiciará el mejoramiento de las condiciones de vida de los moradores de los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta.

2.1.1 PROCESO DE AUTOCONSTRUCCIÓN

El poblador con requerimiento de vivienda, generalmente de escasos recursos económicos, se ingenia para conseguir un terreno en los pueblos jóvenes o asentamientos humanos. Luego para lograr su vivienda, emplea sus tiempos libres, consiguiendo su objetivo en numerosas etapas y en periodos de plazo muy variables. Dependiendo de su economía, utiliza la mano de obra a su alcance generalmente de escasa destreza. Usualmente el desenvolvimiento de la autoconstrucción es como sigue:

2.2.1.1 Toma de posición del terreno con viviendas provisionales

a. Ocupación, lotización y habitación en viviendas provisionales

Ocurrida la ocupación del lote, por lo general la familia en su conjunto procede a realizar los trabajos de nivelación. Ver la Fig. 2.1.



Fig. 2.1 Ocupación del terreno y habitación viviendas provisionales

Luego para su demarcación normalmente buscan la asistencia de un entendido en el tema. Esta delimitación lo realizan con estacas y el trazado

con: yeso, greda de color y piedras. Seguidamente construyen minúsculas viviendas rústicas “chozas ” haciendo uso de esteras, piedras, polímeros (mantas de plástico), madera u otro material. Generalmente optan por cercar con piedras sobrepuestas.

Inmediatamente después se habita el lote enmarcado y este se mantiene generalmente ocupado durante todo el proceso de construcción.

b. Construcción de la cimentación y armado de columnas

Teniendo como referencia el trazado previo proceden a la excavación de zanjas para la cimentación. Ver la imagen de la Fig. 2.2 de una cimentación de una columna.



Fig. 2.2 Zapata y columna armada

Su mayor dificultad es el nivelado, porque en lo concerniente a la profundidad de la excavación esto está a libre potestad del propietario. Quizás se busque la opinión de un maestro de obra si hubiera u otro obrero. En el armado de columnas se hace necesaria la participación de un especialista, porque el llenado de las zanjas les es más sencillo. Por lo

general lo realizan con concreto ciclópeo, aunque algunos dueños utilizan concreto armado.

c. Construcción de muros y llenado de columnas

En esta actividad se prioriza los muros de la fachada. Durante esta etapa interviene:

Un obrero multifacético “maestro de obra”, quien se desempeña como albañil, carpintero encofrador, enfierrador. En otro caso se contratan un albañil y un encofrador. Ambos realizan los trabajos de asentado de los ladrillos y prosiguen con el vaciado de las columnas aun cuando en muchos casos son etapas discontinuas.

Se puede ver en la figura 2.3 este muro de fachada con sus columnas.



Fig. 2.3 Armado de muros de fachada con columnas

Estos trabajos precisan de mayor conocimiento técnico que las actividades anteriores. Se tiene que nivelar el asentado de los ladrillos en los muros, preparar mortero, armar y desarmar los encofrados, preparar el concreto. También esta etapa algunas veces involucra la construcción de dinteles y vigas soleras. Se culmina con la colocación de un techo liviano, cuyo material puede ser: esteras, caña chancada con torta de barro y/o poliuretano, calaminas o policarbonato.

d. Construcción del techo y vaciado

Esta etapa normalmente es distante en tiempo de las anteriores, pudiendo fácilmente superar el lustro o la década o simplemente quedarse con el techo liviano. Esto principalmente por la carencia económica del propietario y la mayor inversión económica que significa esta fase. La siguiente imagen Fig. 2.4 es preparado de una losa para el vaciado.



Fig. 2.4 Preparado de la losa aligerada para su vaciado

El propietario necesita dotarse de los agregados, el cemento, agua para el concreto, el acero de refuerzo, y madera para el encofrado. Algunas veces mezcladora de concreto y recursos para la contratación de personal para encofrado y armado así como el propio vaciado del concreto. Finalmente el tradicional festejo entre otros.

e. Construcción de muros en el segundo piso

Generalmente antes de levantar los muros del segundo nivel proceden a tarrajear los muros exteriores y algunos muros interiores. En especial los muros correspondientes a las áreas sociales (sala, comedor). La construcción del segundo nivel se repite las etapas del primer nivel, lógicamente desde el levantamiento de muros. Los muros se levantan por etapas, es usual observar muros sin ningún tipo de confinamiento o arriostre por lapsos de tiempo prolongados.

En la Figura 2.5 a continuación se puede observar la construcción de muros en un segundo piso, con el primer piso ya habitado y de igual forma se observa las viviendas vecinas con etapas similares.



Fig. 2.5 Retomando la construcción de un segundo piso

El tiempo que demanda la autoconstrucción de sus viviendas es variable. Puede fluctuar fácilmente en lapsos inferiores a un año como pueden durar



20 años, dependiendo de la capacidad de ahorro de la familia. Los nuevos sistemas de endeudamiento por medio de agentes hipotecarios permiten acceder al crédito, si se tiene formalizado la titularidad del terreno. Anteriormente se ocupaba el ex- Banco de materiales de proporcionar estos créditos. En otros casos resulta difícil acreditar el ingreso familiar porque se dedican a actividades como el comercio informal de artesanías, confección de calzado, etc.

El tiempo total transcurrido para la autoconstrucción de las viviendas depende directamente de los ahorros familiares. Algunas familias llegan al techado después de 15 años de ocupar el lote de terreno. Mientras otras más afortunadas techan sus viviendas antes del año de establecerse en el terreno.

2.1.2 DEFINICIONES SOBRE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA

Según el artículo 3 de la Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería (NTEE.070), las definiciones son:

a. Albañilería o mampostería: Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

b. Albañilería armada: Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.

c. 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.

d. Albañilería no reforzada: Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.



e. Albañilería reforzada o albañilería estructural: Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.

f. Altura efectiva: Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.

g. Arriostre: Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.

h. Borde libre: Extremo horizontal o vertical no arriestrado de un muro.

i. Concreto Líquido o grout: Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.

j. Columna: Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.

k. Confinamiento: Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

l. Construcciones de albañilería: Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.

m. 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)



- n. Muro arriostrado:** Muro provisto de elementos de arriostre.
- o. Muro de arriostre:** Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.
- p. 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.
- q. 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.
- r. Mortero:** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- s. Placa:** Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.
- t. Plancha:** Elemento perforado de acero colocado en las hiladas de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.
- u. Tabique:** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.
- v. Unidad de albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Pueden ser sólida, hueca, alveolar o tubular.
- w. Unidad de albañilería alveolar:** 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.
- x. Unidad de albañilería apilable:** Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.



y. Unidad de albañilería hueca: Unidad de Albañilería 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.

z. Unidad de albañilería sólida (o maciza): Unidad de Albañilería 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.

aa. Unidad de albañilería tubular (o pandereta): Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

bb. Viga solera: Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

2.1.3 MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS

La albañilería confinada es el sistema más utilizado en la ciudad de Trujillo, por lo tanto se hará el estudio de los materiales que lo conforman. La diversidad de materiales (concreto, acero, ladrillo y mortero) que componen los muros confinados, genera un comportamiento muy complejo de analizar. Por lo tanto, el comportamiento ideal queda sujeto a observaciones experimentales. Tomando como base los experimentos realizados en la PUCP, la norma de Albañilería E.070 y el ININVI se obtienen algunos valores para las unidades de albañilería. Según la Tabla 2.1 a continuación:

Tabla 2.1 Resistencia de la albañilería (numeral 13.9 NTE E.070)



Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f'_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f'_c = 13,72 \text{ MPa}$ (140 kg/cm²). El valor f'_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

El módulo de elasticidad (Em) y el módulo de corte (Gm) para la albañilería se considerarán como sigue:

- Unidades de arcilla: $E_m = 500 \text{ f'm}$
- Unidades Sílico-calcáreas: $E_m = 600 \text{ f'm}$
- Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 \text{ f'm}$
- Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0.4 E_m$

Opcionalmente, los valores de Em y Gm podrán calcularse experimentalmente según se especifica el artículo 13 de NTE E.070.

2.1.4 REQUISITOS ESTRUCTURALES MÍNIMOS

Según el capítulo 7 de NTE E.070. (MVCS 2006)

2.1.4.1 Requisitos generales

Esta Sección será aplicada tanto a los edificios compuestos por muros de albañilería armada como confinada.

2.1.4.2 Muro portante

a. Espesor Efectivo “t”

El espesor efectivo (ver 2.3.13) mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para las Zonas Sísmicas 2 y 3 (19.1a)}$$
$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para la Zona Sísmica 1}$$

Donde “h” es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo (ver 2.3.6).

b. Esfuerzo Axial Máximo

El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t} \leq 0,2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m \quad (19.1b)$$

Donde “L” es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería (f'_m), aumentar el espesor del muro, transformarlo en concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial “ P_m ” (*).

(*) La carga axial actuante en un muro puede reducirse, por ejemplo, utilizando losas de techo macizas o aligeradas armadas en dos direcciones.

c. Aplastamiento

Cuando existan cargas de gravedad concentradas que actúen en el plano de la albañilería, el esfuerzo axial de servicio producido por dicha carga no deberá sobrepasar a $0,375 f'_m$. En estos casos, para determinar el área de compresión se considerará un ancho efectivo igual al ancho sobre el cual



actúa la carga concentrada más dos veces el espesor efectivo del muro medido a cada lado de la carga concentrada.

2.1.4.3 Estructuración en planta

a. Muros a Reforzar

En las Zonas Sísmicas 2 y 3 (ver la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente (NTE E.030)) se reforzará cualquier muro portante (ver art. 17 NTE E.070) que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre.

b. Densidad Mínima de Muros Reforzados

La densidad mínima de muros portantes (ver art. 17 NTE E.070) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Area de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Area de la Planta Típica}} \geq \frac{\sum L_t}{A_p} \frac{Z.U.S.N}{56} \quad (19.2b)$$

Donde: “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030.

“N” es el número de pisos del edificio,

“L” es la longitud total del muro (incluyendo columnas, sí existiesen y “t” es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la ecuación (2.3), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación E_c/E_m , donde E_c y E_m son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.



2.2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

2.2.1 Albañilería simple

Usada de manera tradicional y desarrollada mediante experimentación. Es en la cual la albañilería no posee más elementos que el ladrillo y el mortero o argamasa, siendo éstos los elementos estructurales encargados de resistir todas las potenciales cargas que afecten la construcción. Esto se logra mediante la disposición de los elementos de la estructura de modo que las fuerzas actuantes sean preferentemente de compresión.

2.2.2. Albañilería confinada

Adicionalmente a los requisitos especificados en 2.5.2 y 2.5.3, deberá cumplirse lo siguiente:

- a. Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:
 - Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.
 - Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado en la ecuación (2.1), la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical (ver el Capítulo 10 NTE E.070).
 - Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en artículo 5 (5.3) de NTE E.070.
 - Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. (Ver Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado (NTE E.060) y artículo 11 (11.5) NTE E.070).



- Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería. Ver artículo 11 (11.2 y 11.7) NTE E.070.
- Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con:

$$f_c \geq 17,15MPa (175 kg/cm^2).$$

b. Se asumirá que el paño de albañilería simple (sin armadura interior) no soporta acciones de punzonamiento causadas por cargas concentradas. Ver 9.1.2. NTE E.070

c. El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.

d. El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.

e. El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver artículo 11.10 NTE E.070).

f. Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,50 cm. Y terminarán en gancho a 90°, vertical de 10cm de longitud (MVCS 2006).

2.2.2.1 Muros estructurales

Los muros son elementos resistentes empleados en la construcción para soportar cualquier tipo de cargas. Son una obra de fábrica, que pueden construirse de tapial, piedra, ladrillo, concreto o concreto armado. Estos se utilizan para contener tierras, agua, servir de elemento de apoyo o cerramiento de cualquier construcción. Su forma depende en gran parte



de los esfuerzos que deben resistir, forma de ejecución y materiales empleados en su construcción.

El muro de piedra natural o artificial, llamado de mampostería, recibe denominaciones diferentes. Según la forma de la piedra, el labrado de sus caras y las diferentes posiciones en la colocación. Por ejemplo: mampostería de lajas, mampostería de cantos rodados y mampostería regular. Se empleó en un principio a los muros de piedra, como elementos portantes. Esto debido a su gran resistencia mecánica y buenas propiedades para contrarrestar la acción de los agentes atmosféricos. El hombre empleó este sistema para satisfacer sus necesidades de vivienda en la antigüedad.

2.2.2.2. Mortero

El mortero que se utilizará deberá ser trabajable, para lo cual deberá usarse la máxima cantidad de agua posible (se recomienda un slump de 6 pulgadas medido en el cono de Abrams). Se debe evitar la segregación de tal manera que no se aplaste con el peso de las hiladas superiores (San Bartolomé 1998).

2.2.3. Procedimiento constructivo

Según el libro Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería del Ing. Arango, el procedimiento constructivo debe considerarse lo siguiente: el espesor recomendable de las hiladas por adhesión, para condiciones normales de asentado está entre 9 y 12 mm. Este debe ocurrir en la junta sobre la unidad más grande. El espesor exacto de la junta se precisará en función de calibrar la altura de las hiladas, para que sean submúltiplos de la altura del muro. Son inaceptables, juntas de mortero excesivas porque reducen la resistencia a la compresión y al corte de la albañilería. Tampoco lo son aquellas insignificantes, porque reducen la resistencia a la tracción.

Toda unidad de albañilería es absorbente. Esta característica, para fines del asentado de unidades, se mide con la propiedad llamada succión, que es la velocidad inicial de absorción en la cara de asiento de la unidad. La succión



es necesaria para lograr el íntimo contacto del mortero con la unidad de albañilería.

Sin embargo, cuando es excesiva se controlará mediante el humedecimiento previo al asentado de la unidad de albañilería, de lo contrario, causará efectos negativos.

El arte de asentar unidades consiste en estrechar al máximo el contacto tanto horizontal como vertical de la unidad con el mortero y uniformizar dicho contacto en todas las interfaces mortero-unidad.

Los muros deben construirse a plomo y en línea, asentando como máximo hasta la mitad de la altura del entrespacio o 1.2 m en una jornada de trabajo.

Los muros tienen una estabilidad precaria y una resistencia a la tracción muy reducida. En consecuencia, no deben someterlos a golpes o vibraciones y tampoco servir a otros procesos constructivos como los puntales de encofrado.

No es permisible romper o picar los muros, salvo que exista indicación expresa autorizando esta operación en el proyecto. Pues lo que se está haciendo es romper un elemento estructural y crear planos debilitados que limitan la resistencia del muro. Esta rotura se hace principalmente con el propósito de alojar tubos para instalaciones eléctricas o sanitarias (Arango 2002).

Para lograr un buen arriostamiento con las columnas, los dientes en los muros deben tener una longitud máxima de 5 cm. Las pequeñas dimensiones de las columnas, los ganchos de los estribos y su conexión dentada de albañilería, hacen que el concreto deba tener un alto revenimiento (se recomienda un slump de 5”).

Además se debe utilizar piedras con tamaños menores de $\frac{1}{2}$ ”, con una buena técnica de vibración o de chuceo. La finalidad de estas recomendaciones es que el concreto pueda discurrir llenando todos los intersticios. Así evitar la formación de cangrejas, las que pueden disminuir al corte del muro hasta en 50% (San Bartolomé 1998).



CAPÍTULO III:

MATERIALES

Y MÉTODOS



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se describe la investigación que se realizó en los PP. JJ. Florida Baja y Florida Alta. En estas viviendas se recopiló las características respecto a su ubicación, configuración estructural y proceso constructivo. Además otros aspectos relevantes con esto se pretende evaluar su vulnerabilidad y los daños que se podrían suscitar frente a un sismo de gran magnitud.

La metodología usada es como sigue:

3.1. Búsqueda Bibliográfica:

Se recolectó e investigo libros, tesis y documentos que tratan sobre este tema de vulnerabilidad. Se optó por recopilar la información bibliográfica para ampliar conocimientos generales sobre la autoconstrucción, vulnerabilidad sísmica, peligro, riesgo sísmico y temas afines. En donde se obtuvo la información referente a la litología del suelo. Además se revisó información del Instituto Nacional de Estadística del Perú, páginas web y otras.

Los libros y documentos consultados, se encuentran detallados en la bibliografía y referencias presentadas al final de esta investigación. Con dicha información, se hizo planteamiento para el inicio de la recolección de datos en las viviendas a encuestar

3.2. Zonas de estudio:

Como la zona de estudio seleccionada ya está dada se recurrió al plano metropolitano de Chimbote, para una mayor orientación dentro los PP. JJ. Florida baja y florida Alta, se intentó ubicar zonas de diferente naturaleza, tipologías del suelo y topografía. Se trató de tomar equitativas encuestas de los dos Pueblos Jóvenes mencionados, en algunos casos hubieron pendientes y por su ubicación cercana al mar, se pudo observar áreas con suelos blandos con problemas de licuefacción.



En ambos Pueblos Jóvenes se tienen como característica común la autoconstrucción.

3.3 Ficha de encuesta o de campo

Para conocer y analizar las principales características del sistema estructural de las viviendas encuestadas, que básicamente permitió recopilar la información sobre el estado de las viviendas.

La ficha de encuesta registra de cada una de las viviendas seleccionadas: su ubicación, pendiente, datos estructurales, procesos constructivos y sus vicios perceptibles. Se diseñó para conocer las principales características del sistema estructural de las viviendas encuestadas. Además de datos estructurales se registraron diversos datos constructivos y arquitectónicos que podrían tener efectos perjudiciales ante un futuro sismo.

3.3.1. Alcances de ficha de encuesta

La ficha de encuesta se desarrolló para recopilar información necesaria en la evaluación de las viviendas seleccionadas de albañilería, ya sea de uno o más pisos. Se considera el uso de otros materiales complementarios como: madera, concreto, acero, etc. Además incluye el plano de la vivienda en planta de cada piso, así como la vista frontal y donde corresponda una vista lateral.

3.3.2. Descripción detallada de la ficha de encuesta

La ficha de encuesta comprende: datos generales, datos técnicos, esquemas de la vivienda, información complementaria y fotos que ayudarán a observar el estado de la vivienda (Ver en anexo 1).



3.4. Encuesta de viviendas

Estando en los Pueblos Jóvenes citados para realizar las encuestas, se procedió a la visita de las mismas. En cada vivienda visitada se explicó el propósito del estudio esperando la aceptación del poblador. En los lugares donde se tuvo la aceptación de los pobladores se procedió a realizar la encuesta. Mientras que en otros lugares existió poca acogida por gran parte de la población y se procedió a usar diferentes estrategias

3.5. Procesamiento de datos

Una vez terminados los análisis por vivienda en los reportes, se procedió a resumir los resultados de análisis y observaciones hechas en la encuesta. Se elaboró tablas donde se registran las densidades de muros de las viviendas. Además se elaboraron otras tablas que registran las posibles fallas por volteo en las viviendas o sus muros.

También se registró los problemas originados por las características propias de la ubicación de la vivienda. A estas se les denominó “problemas del entorno de la vivienda” o antrópicos. Las características de la estructuración de las viviendas observadas se registraron en cuadros y analizándose sobre el total de viviendas observadas.

A partir del total de viviendas encuestadas, se elaboraron las tablas donde se registró los problemas estructurales encontrados. Según esta información se determinó que algunos problemas son comunes en todas las viviendas encuestadas.

Se tabuló información y observaciones de las viviendas encuestadas. Esta Tabla incluyó: los puntos débiles de la vivienda, la calidad de la construcción y los factores que afectan negativamente la resistencia de los elementos estructurales.

Finalmente se resumió en tablas de resumen y gráficos de barras para verificar y analizar los resultados de los cálculos de vulnerabilidad sísmica.



CAPÍTULO IV:

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO



CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1. Zonas de estudio

Florida Baja y Florida Alta

4.1.1. Viviendas seleccionadas

Se buscó donde se practique mayoritariamente la construcción en albañilería ya que hubieron viviendas construidas con esteras por ejemplo.

4.1.2. Tipología y Topografía del suelo

El tipo de suelo en Esta área de Chimbote es Arcilloso- arenoso. Además, existen zonas con pendientes leves. Esto determina el tipo de cimentación utilizada en la edificación. El fenómeno del Niño de 1998 inundó varias zonas, las pendientes encauzaron las inundaciones.

4.1.3. Problemas constructivos

Los problemas constructivos son por la baja calidad de los materiales utilizados o por una inexperta mano de obra empleada, durante la construcción.

4.2. Descripción de zonas de estudio

Para esta investigación se tomaron 236 viviendas los PP.JJ. Florida baja y Florida Alta.

4.2.1. Florida baja y Florida Alta

Está ubicado al oeste de la ciudad de Chimbote frente a su bahía (fig. 4.1 y fig. 4.2), el distrito se caracteriza por tener una irregular topografía, presentando pendientes levemente pronunciada en algunas zonas. Ambos Pueblos Jóvenes colindan La mayoría de las viviendas son de albañilería aunque algunas pocas de adobe. El distrito presenta un nivel socio-económico promedio medio-bajo.



Fig. 4.1 Imagen satelital Florida Baja



Fig. 4.2 Imagen satelital Florida Alta



4.3. Organización y selección de viviendas

Para proceder a encuestar las diferentes viviendas se realizó visitas preliminares por los diferentes distritos de toda la ciudad. Se identificó la tipología del suelo y se reconocieron los sistemas estructurales más usados.

4.3.1. Tipología del Suelo

Según el documento “Mapa de Peligros de Chimbote”, el suelo está cubierto por material fino de relleno o material orgánico como en Miramar Bajo. En general el estrato superior es arenoso de granos finos a medios hasta los 10 mts. Subsiguientemente se observa arenas limosas o con lentes de arcillas y grava fina, como en el caso de Miramar Bajo y Gran Trapecio respectivamente.

La resistencia portante del terreno en la zona de estudio tienen un promedio de 1.5 Kg/cm². (INADUR 2000)

4.3.2. Organización del trabajo en campo

Antes de encuestar, se preparó un solicitud de autorización dirigida a cada teniente gobernador para realizar la encuesta Pese a ello, durante la ejecución de la encuesta, varios pobladores denegaron el acceso a sus viviendas. En otros casos si hubo una cierta incertidumbre, durante la encuesta. Pero hubo también personas que muy amablemente aceptaron y proporcionaron apoyo para acceder con algunos de sus vecinos.

Se inició el proceso de encuestas el día 19 de Octubre de 2016 y se terminó el día 16 de Noviembre de 2016. Las encuestas se efectuaron a los propietarios de las viviendas desde las 9:00 a.m. hasta las 6:30 p.m. Las fotografías no eran muy nítidas sin la luz natural. En algunos casos puntuales, se tuvo que regresar en el último día de encuesta, cuando faltaba alguna información o alguna incompatibilidad de la información recabada.

La ejecución de las encuestas se realizó por el tesista con ayuda de algunas personas. Se empleó una wincha de medir. Se usó una cámara digital de un smarphone de regular resolución para tomar las fotografías. Además se utilizó un plano de la ciudad para registrar la ubicación de la vivienda.



Las encuestas se realizaban tocando puerta por puerta de forma seguida. Se trasladó a pie hasta la próxima zona donde debe de encuestarse la subsiguiente Vivienda. Se buscó que la ubicación de las viviendas encuestadas sea lo más diversa. Se consideró en la contabilidad de las encuestas la ausencia de moradores o negativa de los propietarios de las viviendas.

4.4. Dificultades encontradas

Entre las dificultades que se encontraron en el trabajo en campo tenemos:

- a. No se encontró moradores, no pudiendo realizarse la encuesta.
- b. Falta de seguridad de algunos barrios, que obligó a reubicar la encuesta. Para prevenir perder parte de nuestros equipos para la ejecución de la encuesta.
- c. La negativa de dar acceso a la vivienda de parte de algunos propietarios de las viviendas, quienes reaccionaron por temor o desconocimiento.
- d. La negativa de los propietarios de dar acceso a ciertos ambientes de su vivienda, no permitía la inspección detallada de la vivienda.
- e. Desconocimiento al brindar algunas medidas o datos estructurales en los muros colindantes o elementos ubicados en zonas inaccesibles.

4.5. Características de los ladrillos artesanales utilizados en Chimbote

La mayor parte de los ladrillos utilizados en la construcción informal son ladrillos de arcilla sólidos, y de cemento sólido de producción artesanal. La demanda de estos ladrillos es debido a su bajo costo, frente a los industriales. Los suelos agrícolas de la ciudad son la principal materia prima para la fabricación.



En las ladrilleras artesanales, el amasado se realiza sobre el suelo, utilizando la fuerza manual de los obreros por los pies o ayudados con lampas. La mezcla debe reposar al menos un día antes de la etapa de moldeo.

Las medidas de estos ladrillos son generalmente de 23x13x9cm.

El secado se realiza al aire libre, al clima de la zona. Durante el proceso se voltean con regularidad para garantizar un secado uniforme. Este proceso varía de 10 a 20 días dependiendo de la época del año y la intensidad del calor.

El horneado se lleva a cabo en hornos artesanalmente contruidos con los mismos ladrillos. Interiormente son de forma rectangular, recubiertos por fuera por una gruesa capa de barro de gran altura, dando un aspecto piramidal exterior. Las medidas de estos hornos son varias; poseen una puerta central de la misma altura.

Se forma con un arreglo particular para evitar el desmoronamiento.

El tiempo de cocción es variable siendo de tres a siete días. En estos hornos es imposible llevar un control estricto de la temperatura interna. Esto genera ladrillos con distintos grados de cocción.

Finalmente está el proceso de enfriamiento donde el horno es abierto luego de cierto tiempo para evitar que haya un cambio brusco de temperatura, evitando formación de fisuras. Los ladrillos son luego mezclados entre los crudos y los recocidos antes de venderse. Se obtiene un producto de gran variabilidad dimensional, cocción y resistencia.

A continuación se presenta la clasificación de la albañilería para fines estructurales según la NTE E.070. (Ver tabla 5.2).

Tabla 5.2 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales (NTE E.070)

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 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

4.6. Problemas de ubicación de la vivienda

Muchas de las viviendas encuestadas presentan problemas relacionados con la ubicación en su zona. A continuación se verá algunos de estos problemas que afectan a la estructura de la vivienda.

4.6.1. Viviendas sobre suelo no consolidado

El 95% de viviendas encuestadas en las zonas de PP.JJ: Florida Baja y Florida Alta presenta un suelo arenoso cubierto por tierra agrícola. Gravas a 10 m, nivel freático a poca profundidad y 5% restante está sobre suelo arenolimoso. Todas utilizan cimentación corrida de concreto ciclópeo. En algunos casos los suelos blandos generan asentamientos, produciendo fisuras y rajaduras.

A continuación una fotografía en la Fig. 4.6 de una fisura en una vivienda en Jr. Huánuco



Fig. 4.6 Fisura por asentamiento sobre suelo arenoso (Jr. Huánuco H-24)

En la fotografía podemos observar la presencia de fisuras. La forma y ubicación de la fisura coincide con el problema de asentamiento en dicha área.

4.6.2. Viviendas en zonas de pendiente

En la zona este de Chimbote existen algunas pendientes que causan dificultades en la zona urbana. La zona de Florida Baja presenta viviendas en zona de pendientes. Los pobladores deben realizar cortes y rellenos para poder empezar con la cimentación de la vivienda.



Fig. 4.7 Problema de pendiente en zona de vivienda (Jr. Lima A-50)

Se puede ver el esquema de cimientos en una vivienda en un terreno en pendiente en la Fig. 4.8.

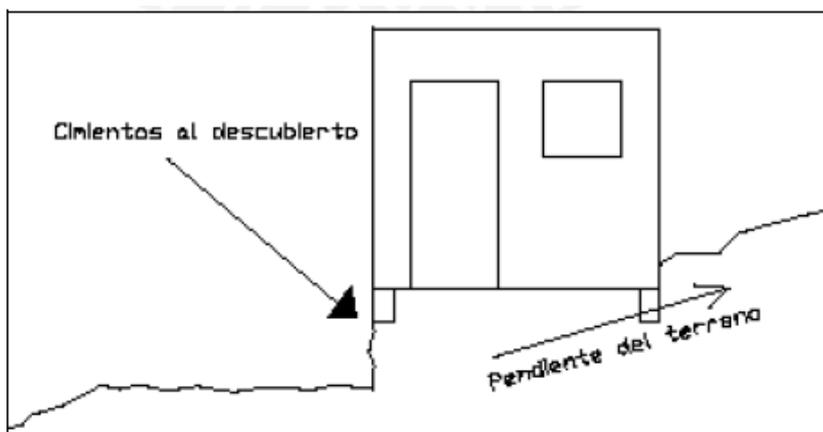


Fig. 4.8 Cimiento en terreno con pendiente

Las viviendas en pendiente al construirse dejan al descubierto los cimientos induciendo futuros problemas de erosión y debilitamiento de la estructura. (Como en la fig.4.9)

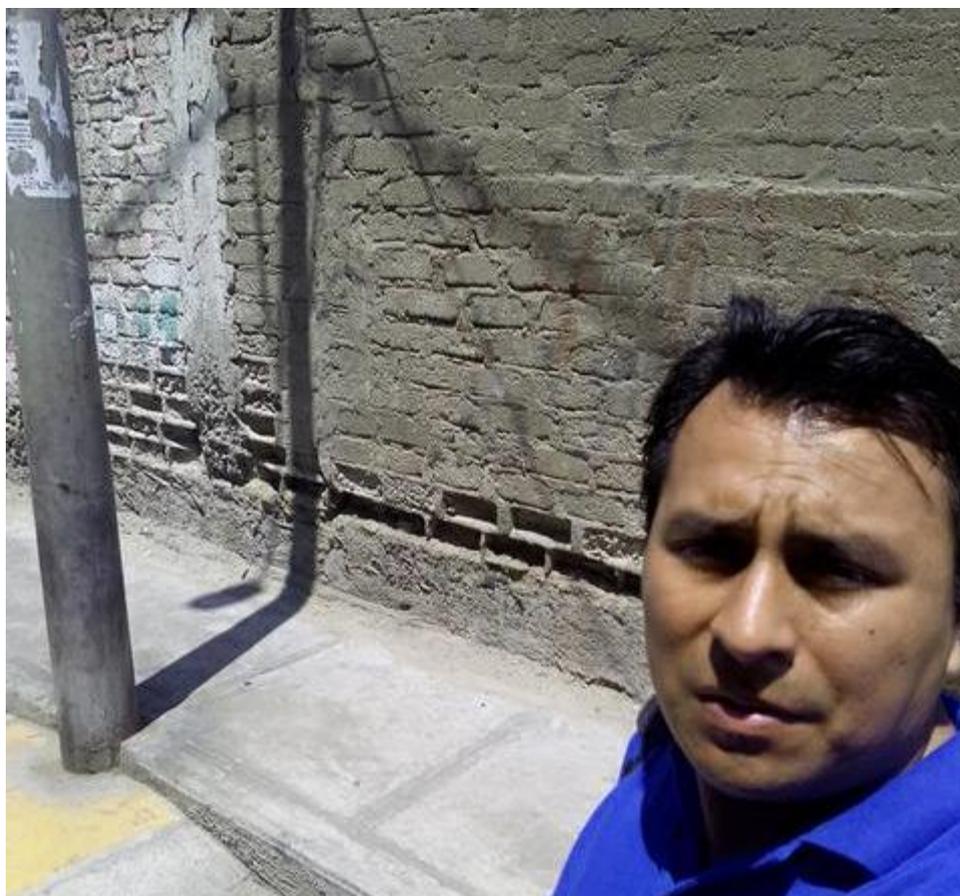


Fig. 4.9 Cimiento al descubierto por pendiente (Psje. Tupac A. A-45)

4.6.3. Viviendas con niveles freáticos elevados

El problema que más abunda en las viviendas es la humedad en sus cimientos y los muros debido al afloramiento de agua lo cual debilita y deteriora los muros y elementos estructurales, por dar lugar al salitre que inician en el suelo de cimentación.



Fig. 4.10 Presencia de salitre en vivienda de Mz A-11 en F.B

4.6.4. Viviendas afectadas por lluvia ácida

Un problema muy común en esta zona costera es la presencia de lluvia ácida, dado que el gran parte del parque automotor de Chimbote se encuentra en estos Pueblos Jóvenes. La lluvia ácida, por su carácter corrosivo, corroe a las construcciones y las infraestructuras. Puede disolver, por ejemplo, el carbonato de calcio, CaCO_3 , afectando de esta forma a las viviendas y edificaciones construidas con mármol o caliza, en este caso la albañilería. En la siguiente imagen vemos un ejemplo claro de este problema.

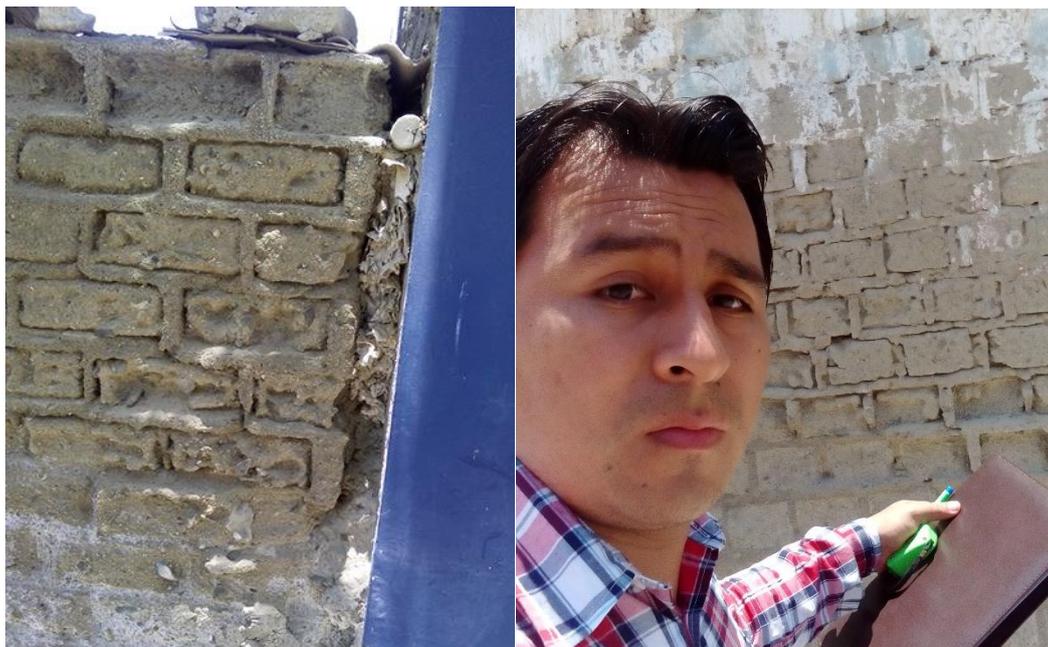


Fig. 4.11 Muros afectados por lluvia ácida en muros (Jr. Lima A-20, F.A.)

4.7. Estructuración de viviendas

El 63% de las viviendas encuestadas presentan techo aligerado. El 37% de viviendas encuestadas utilizan coberturas ligeras en sus segundos pisos o en patios posteriores. El sistema estructural predominante en las viviendas encuestadas son muros portantes de albañilería, en pocas viviendas se construyeron con ladrillos crudos y adobes.

4.7.1. Densidad de muros inadecuada

La densidad de muros es el factor más influyente en el comportamiento sísmico de las viviendas de albañilería confinada. Los propietarios desconocen de su importancia, consideran que las columnas son suficientes para soportar los sismos.

Una mala ubicación de los muros y la ausencia de confinamiento de los mismos se generan por el desconocimiento técnico en combinación con otros intereses. Entre las principales tenemos: la lotización de los terrenos, el desconocimiento de la densidad de muros y el máximo aprovechamiento del área del terreno. Más del 70% de las viviendas poseen muros sin

arriostre en los 3 lados en la dirección paralela a la fachada, el mismo porcentaje en la dirección perpendicular.



Fig. 4.12 Evidente ausencia de muros en sentido paralelo a fachada (Jr. Huancavelica F.B.)

4.7.2. Vivienda sin junta sísmica y losas a desnivel

Todas las viviendas encuestadas no tienen juntas sísmicas laterales entre las viviendas. En las zonas ya antes mencionadas, ocurre el problema de losas a desnivel y ello junto a la ausencia de junta sísmica generaría, durante un sismo, una fuerza concentrada entre las viviendas para la cual no se diseñó.



Fig. 4.13 Viviendas sin junta sísmica y losas a desnivel (Jr. Huancavelica J-2, F.B.)

4.7.3. Tabiquería no arriostrada

La falta de dirección técnica, junto a poco conocimiento por parte del constructor, dan como resultado una edificación poco segura y deficiente, por lo cual se omiten en muchos casos el confinamiento debido en zonas importantes, tales como columnas, vigas, etc.

Este proceso inconcluso deja muchos tabiques y parapetos sin el arrioste necesario. Se puede observar tabiquería sin arrioste en las siguientes fotografías.



Fig. 4.13 Viviendas sin arriostrar en F.B y F.A.

4.7.4. Muros portantes y no portantes de ladrillo pandereta

El 37% de las viviendas encuestadas se ha encontrado muros contruidos con ladrillo artesanal de pandereta. Mientras en un 100% de las viviendas con construcciones encima de la primera losa poseen ladrillo pandereta. De estas últimas un 100% son muros portantes de ladrillo pandereta. El amarre predominante es el de sogá con la totalidad de las viviendas encuestadas, seguido por la combinación sogá y cabeza con un 90%.

Se puede ver un muro portante construido con pandereta artesanal en la foto de la Fig. 7.14.



Fig. 4.14 Vivienda con muros portantes de ladrillo pandereta. (Ps.j Tupac Amaru A-39)

El uso de estos ladrillos tubulares es debido a su menor costo frente a los macizos o sólidos. Los muros construidos de ladrillo pandereta presentan una falla frágil y repentina, haciendo perjudicial su desempeño ante eventuales sismos.

4.8. Problemas constructivos

Se observa una deficiencia de conocimientos técnicos y de dirección en los albañiles, maestros de obra y los mismos pobladores. Las viviendas encuestadas muestran la ausencia de la participación de profesionales en ingeniería civil y arquitectura. Sólo el 30% si tenía asesoría técnica en el diseño de la vivienda.

4.8.1. Muros agrietados

Producto de un mal confinamiento, o confinamiento en solo dos lados, vaciado de columnas sin estar dentados o asimismo o ausencia de mechas en algunos casos.



Fig. 4.14 Muro agrietado, ausencia de confinamiento (Jr. Angamos Ñ-6, F.A.)

4.8.2. Armadura de losa aligerada corroída

Corrosión en la estructura de la losa aligerada, producto de oxidación del acero, en varias áreas de la misma.



Fig. 4.15 Acero corroído en acero de losa aligerada. (Jr. Huánuco H-23B, F.A)

4.8.3. Armadura de columnas y vigas corroídas

Pudo observarse la corrosión en las armaduras de vigas y columnas de algunas viviendas que fueron encuestadas.



Fig. 4.16 Corrosión en armaduras de vigas y columnas. (Jr. Lima B-23. F.A)

4.8.4. Predominante presencia de salitre

Pudo observarse de manera común la presencia de salitre en más del 75% de viviendas encuestadas, en algunos casos de manera extrema, en otras en partes mínimas de la edificación.

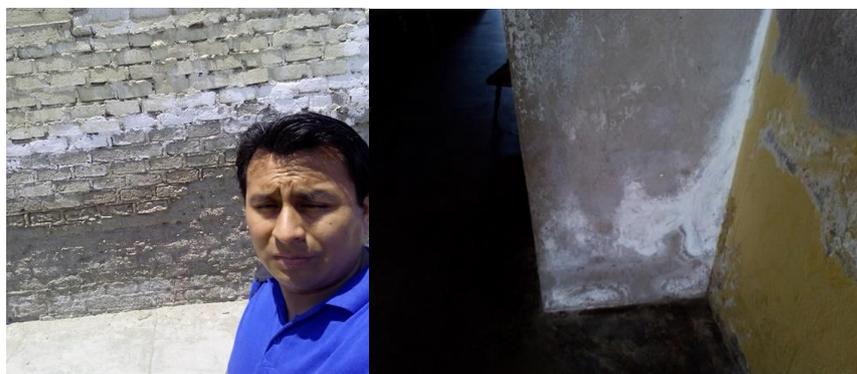


Fig. 4.17 presencia de salitre en el interior y exterior de viviendas. (Jr. Huánuco H-24, F.A)

4.9. Materiales en mal estado y Mano de Obra deficiente

4.9.1 Unidades de Albañilería con poca resistencia

Los llamados ladrillos artesanales, son de uso común en las viviendas encuestadas, se desmoronan con facilidad y su calidad no está certificada.



Fig. 4.18 Uso de ladrillos artesanales de mala calidad y levantamiento de muro deficiente.

4.9.2 Acero de columnas a la intemperie

Los llamados ladrillos artesanales, son de uso común en las viviendas encuestadas, se desmoronan con facilidad y su calidad no está certificada.

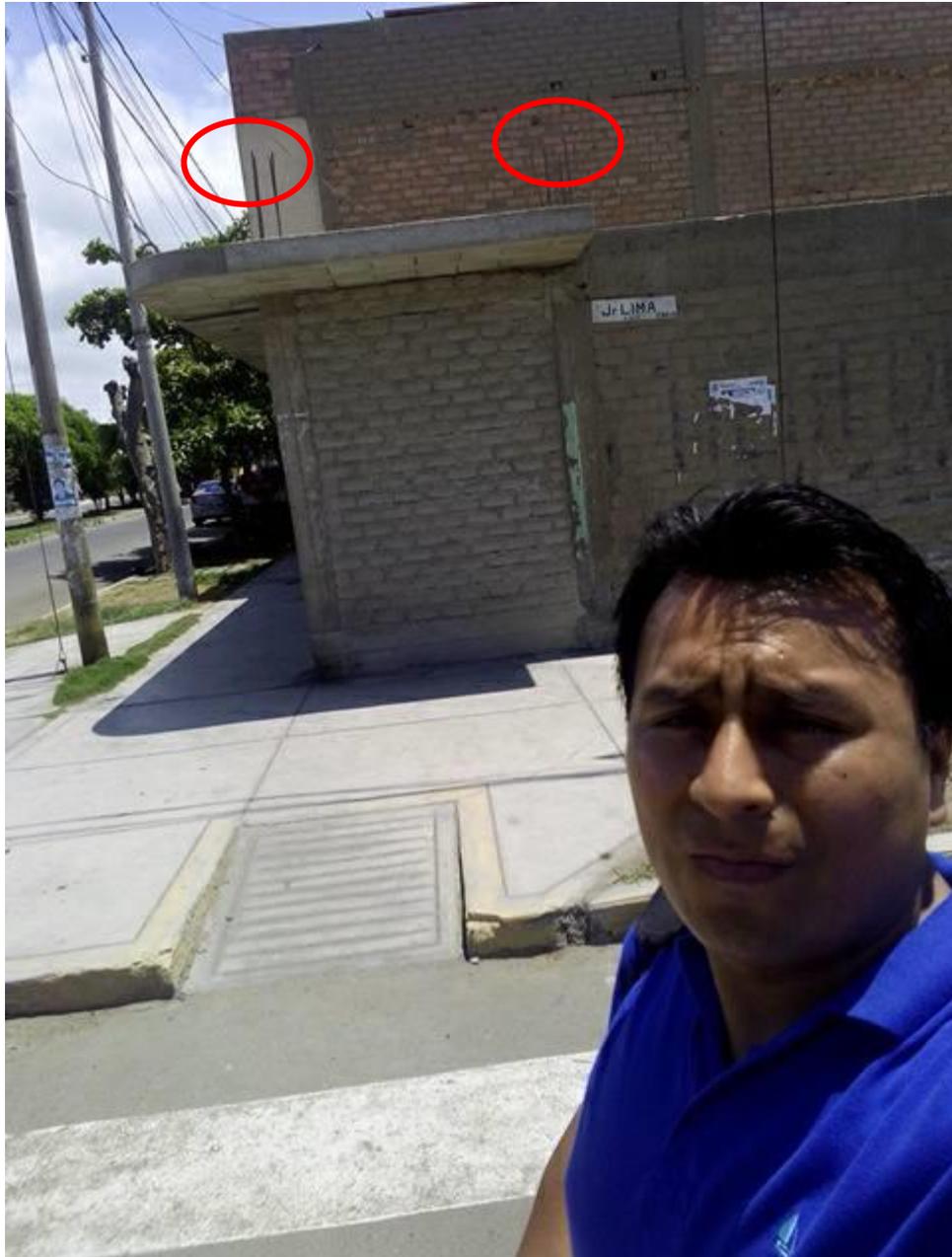


Fig. 4.19 Acero desprotegido en vivienda. (Jr. Lima Mza A, F.A)



CAPÍTULO V:

ANÁLISIS SÍSMICO



CAPÍTULO V

ANÁLISIS SÍSMICO

5.1. Verificación de la densidad de muros del primer piso ante los sismos severo para albañilería Confinada

El análisis por sismo, de las viviendas de albañilería, se basa principalmente en la comparación de la densidad de muros. Entre la densidad existente, con la densidad mínima requerida de muros para que las viviendas soporten adecuadamente el cortante sísmico generado por los sismos severos (0,4g). La verificación de la densidad se realiza en los muros del primer piso de la vivienda por soportar mayor carga sísmica.

Para determinar el área mínima de muros en la ecuación (6.1), que debe tener cada vivienda en su primer piso. Se ha supuesto que el esfuerzo cortante actuante debe ser menor que el esfuerzo de corte resistente de los muros.

$$\frac{VE}{Ar} \leq \frac{VR}{Ae} \quad (6.1)$$

Donde:

VE = Fuerza cortante actuante (kN) producida por sismo severo

VR = Fuerza de corte resistente (kN) de los muros en un nivel.

Ar = Área (m²) requerida de muros

Ae = Área (m²) existente de muros confinados

La fuerza cortante en la base VE se expresa como (NTE E.030 2003)

$$VE = \frac{ZUSC}{R} P \quad (6.2)$$

Donde:



Z = Factor de zona = 0,4

U = Factor de uso que para viviendas = 1

S = Factor de suelo

Suelo rígido = 1

Suelo intermedio = 1,2

Suelo flexible = 1,4

C = Factor de amplificación sísmica = 2,5

R = Factor de reducción = 3

P = Peso de la estructura (kN)

El peso de la estructura se detalla en la siguiente expresión:

$$P = A_{tt} \times \gamma \quad (6.3)$$

Donde:

Att = Suma de las áreas techada (m²) de todos los pisos de la vivienda.

γ = Peso metrado por m² (kN/m²) reduciendo la sobrecarga al 25%

VR, se expresa como:(art.26.3 NTE E.070)

$$VR = 0.5 \cdot v'm \cdot \alpha \cdot l + 0.23P_g \quad (6.4)$$

Donde:

v 'm =Resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería.

v'm =Para ladrillo de fabricación artesanal 510 kPa (Tabla 9 NTE E.070)

α =Factor de reducción por esbeltez, varía entre $1/3 \leq \alpha \leq 1$



t =Espesor (m) del muro en análisis

l =Longitud (m) del muro en análisis

Pg =Carga gravitacional (kN) de servicio con sobrecarga reducida.

La condición más desfavorable para las viviendas es que ambos términos de la ecuación (6.1) sean equivalentes.

$$\frac{VE}{Ar} \approx \frac{VR}{Ae} \quad (6.5)$$

Despejando de la ecuación (6.5) el término Ar, se puede calcular el área mínima requerida para cada vivienda de albañilería.

La expresión VR, se ha simplificado, asumiendo que la carga $0,23.Pg = 0$ por ser pequeña para vivienda de dos pisos y la esbeltez puede considerarse con el valor de 1. (Justificación tesis de Mosqueira y Tarque 2005)

La ecuación (6.4) queda reducida a:

$$VR = 0.5 \times v' \times m \times t \times l \quad (6.6)$$

Reemplazando las ecuaciones (6.2), (6.3) y (6.6) en la ecuación (6.5) se tiene:

$$\frac{ZUSC}{R.Ar} \times A_{tt} \times \gamma \approx \frac{0.5v' \times m \times t \times l}{Ae} \quad (6.7)$$

Reemplazando valores y reordenando la ecuación (6.7) se tiene:

$$Ar \approx \frac{Z.S.A_{tt}\gamma}{300} \quad (6.8)$$

Donde:

Ar expresado en m².

La ecuación (6.8) determina el área mínima de muros en cada dirección que deben tener el primer piso de las viviendas, para asegurar un adecuado comportamiento sísmico.

Si se quiere saber el área mínima de muros para otros niveles, hay que cambiar el área techada (A_{tt}) por la suma del área techada del nivel en estudio y de las áreas techadas por encima del nivel en estudio. Por ejemplo, para conocer el área mínima de muros del 2do nivel de una vivienda de 3 pisos, hay que sumar el área techada del 2do y 3er nivel.

De acuerdo con la teoría del diseño a rotura de viviendas de albañilería se tiene que asegurar que la suma a resistencia a corte de todos los muros (en una dirección) sea mayor que el cortante sísmico impuesto.

Es posible establecer una relación de A_e/A_r para decidir si las viviendas de albañilería tienen o no adecuada densidad de muros. Con A_r calculada con la ecuación (6.8) y A_e de las fichas de encuesta, se determina la relación A_e/A_r .

Para hallar el área mínima requerida para no hacer cálculos se ha utilizado la relación desfavorable (6.5) volviendo a despejar sólo que se asume en el cálculo de V_R la segunda expresión $0.23P_g$ donde se considera que exista mayor carga. Para ello se ocupó un muro de cabeza obteniéndose $V_R/A_r = 350$ KPa (Valdiviezo 2005).

Finalmente se obtiene:

$$A_r \approx \frac{Z.S.A_{tt}.Y}{380} \quad (6.9)$$

Quedando el rango donde no se necesitan hacer cálculos:

$$\frac{Z.S.A_{tt}.Y}{380} < A_r < \frac{Z.S.A_{tt}.Y}{300} \quad (6.10)$$

Si la expresión definimos un valor $K=Z.S.A_{tt}.Y$ y la expresión (6.10) la dividimos entre $K/300$, obtenemos:

$$0.8 < A_r \left(\frac{K}{300} \right) < 1 \quad (6.11)$$

Esta relación califica preliminarmente, si la densidad de muros, es adecuada para soportar sismos severos, a través de los siguientes rangos de valores.



Si $A_e/A_r \leq 0,80$ entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.

Si $A_e/A_r \geq 1$ entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.

Si $0,8 < A_e/A_r < 1$ entonces se requiere calcular con mayor detalle las suma de fuerzas resistentes de la vivienda (ΣVR) y la fuerza cortante basal VE.

5.2. Cálculo detallado de la resistencia a corte VR de los muros

Para determinar el cálculo detallado de la suma de fuerzas resistentes de la vivienda (ΣVR) y la fuerza cortante basal VE se elaboró una hoja de cálculo anexa al reporte en Excel. Según lo especificado en la tesis “Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de las autoconstrucciones en Lima” (Flores 2002), el valor del factor de reducción de la resistencia al corte α por efectos de esbeltez es:

- ✓ Para viviendas de un piso.

$$\alpha = \frac{VE \cdot L}{M_e} = \frac{F_1 \cdot L}{F_1 \cdot h} = \frac{L}{h} \quad (6.12)$$

Donde:

Me = Momento (kN-m) producido en la base del muro.

F1 = Fuerza (kN) de inercia

h = Altura (m) de entrepiso

L = Longitud (m) del muro

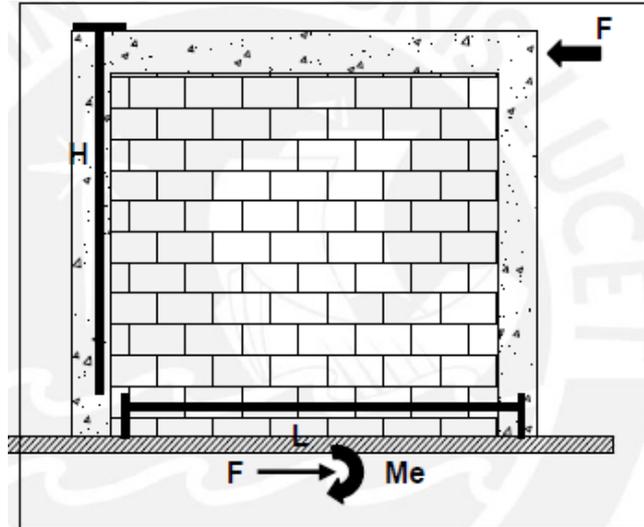


Fig. 5.1 Fuerza cortante y momento en muro de vivienda de un piso.

- ✓ Para viviendas de dos pisos.

$$\approx \frac{V \cdot L}{M_e} = \frac{(F_1 + F_2) \cdot L}{F_1 \cdot h + F_2 \cdot 2h} \quad (6.13)$$

Donde:

M_e = Momento (kN-m) producido en la base del muro

F_i = Fuerza (kN) de inercia en el nivel i

h = Altura (m) de entrepiso

L = Longitud (m) del muro

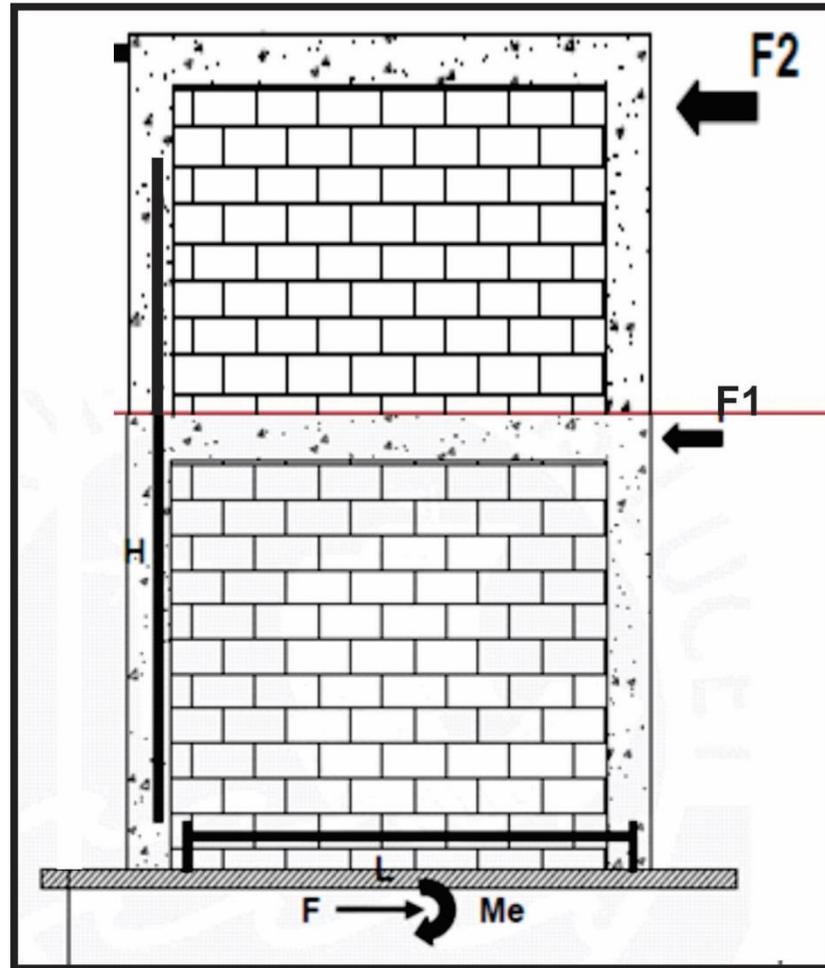


Fig. 5.2 Fuerza cortante y momento en muro de vivienda de dos pisos.

Si las alturas de los entresijos son iguales generalmente y $F_2 = 2F_1$ la expresión se reduce:

$$\alpha = \frac{3L}{5h} \quad (6.14)$$

Las viviendas de uno o dos pisos, para ambos casos el valor de α debe estar comprendido entre $1/3 \leq \alpha \leq$ (MVCS 2006).



ANÁLISIS POR SISMO (Z=0.4g, U=1, C=2.5, R=3)					RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A CORTE(KPA):VM=				510
FACTOR DE SUELO S= 1.4					VR= RESISTENCIA AL CORTE(KN)= Ae(0.5v*ma+0.23fa)				
AREA	CORTANTE BASAL		AREA DE MUROS		Ae/Ar	DENSIDAD	RESITENCIA	VR/V	RESULTADO
PISO 1	PESO ACUM.	V=ZUCSP.R	EXISTENTE Ae	REQUERIDA Ar					
M2	KN/M2	KN	M2	M2					
ANÁLISIS EN EL SENTIDO "X"									
41.5	10.12	195.8	0.7	0.8	0.9	1.8	192.9	1.0	ACEPTABLE
ANÁLISIS EN EL SENTIDO "Y"									
41.5	10.12	195.8	1.8	0.8	2.2	4.2	-	-	ADECUADO
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS									
SOLO SE CALCULA VR SI 0.8<Ae/Ar<1									

Fig. 5.3 Verificación de la densidad de muros.

5.3. Estabilidad de muros al volteo

El análisis de estabilidad de muros se aplica a los muros no portantes: tabiques, parapetos y cercos. Este análisis se realiza mediante una comparación el Momento resistente (Mr) y el momento actuante debido a sismo (Ma). Ambos momentos son paralelos a los planos de los muros y calculados en la base de los muros.

En el análisis se han considerado los muros que no tienen diafragma rígido. Así como cercos y parapetos que carecen de arriostramiento en alguno de sus lados y tienen una longitud excesiva, siendo necesario verificar su estabilidad ante fuerzas sísmicas.

Para el cálculo de Ma se establece primero la carga sísmica V que actúa durante un sismo perpendicular al plano del muro (MVCS 2003).

$$V=Z.U.C1.P \quad (6.15)$$

Donde:

V = Carga sísmica que actúa durante un sismo (KN/m2)

Z = Factor de zona

U = Factor de uso (vivienda = 1)



C1 = Coeficiente sísmico

P = Peso del muro por unidad de área del plano del muro (kN/m²)

El peso P está dado por la siguiente expresión:

$$P = \gamma_m \cdot t \quad (6.16)$$

Donde:

P = Peso kN/m²

γ_m = Peso específico del muro.

Para muro de ladrillo macizo $\gamma = 18$ kN/m³

Para muro de ladrillo pandereta $\gamma = 14$ kN/m³

t = Espesor del muro (m)

Los valores de C1 según la actual norma de diseño sismorresistente E.030:

Para parapetos C1 = 1,3

Para tabiques C1 = 0,9

Para cercos C1 = 0,6

El momento actuante perpendicular al plano del muro (San Bartolomé 1998) está dado por la siguiente expresión:

$$M_a = m \cdot V \cdot a^2 \quad (6.17)$$

Donde:

M_a = Momento actuante (kN - m/ml)

m = Coeficiente de momentos

a = Dimensión crítica (m)

V = carga sísmica perpendicular

Los valores de los coeficientes de momentos m para cada valor de b/a son (NTE E.070 de albañilería):

- ✓ Muro con cuatro bordes arriostrados (Fig. 6.6).

a = Menor dimensión

b/a	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	∞
M	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,1180	0,125

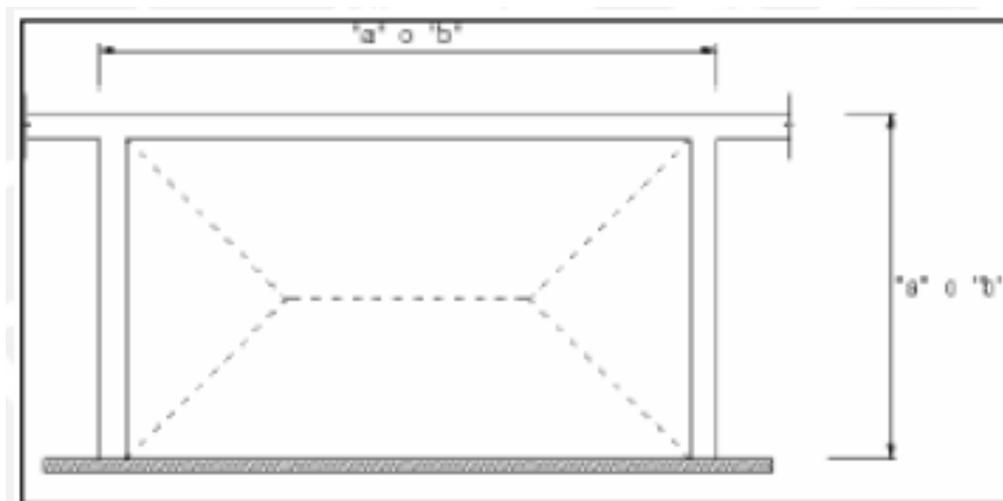


Fig. 5.4 Muro con 4 bordes arriostrados

- ✓ Muro con tres bordes arriostrados (Fig. 6.7).

a = Longitud del borde libre

b/a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	∞
M	0,06	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133

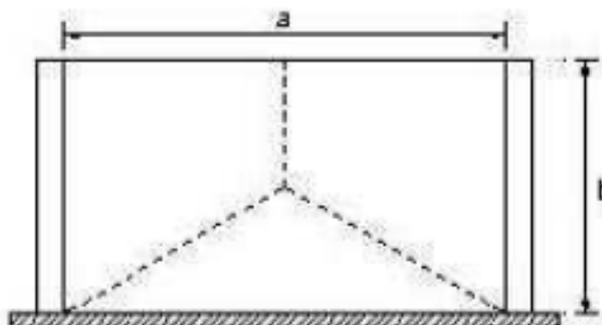


Fig. 5.5 Muro con 3 bordes arriostrados

- ✓ Muro arriostrado en sus bordes horizontales

a = Altura del muro

m = 0,125

.Muro en voladizo

a = Altura del muro

m = 0,5

Reemplazando la ecuación (6.15) se tiene:

$$M_a = Z.U.C.P.m.a^2 \quad (6.18)$$

Donde Ma expresado en kN - m/m.

El momento resistente a tracción por flexión (Mr) del muro; según la resistencia de materiales el esfuerzo máximo de un elemento sometido a flexión pura es:

$$\sigma_{max} = \frac{Mr.c}{I} \quad (6.19)$$

Donde:

σ_{max} = Esfuerzo por flexión (kN/m²)

Mr = Momento resistente a tracción por flexión (kN - m)

c = Distancia del eje neutro a la fibra extrema (m)

I = Momento de inercia de superficie (m⁴) de la sección, paralela al eje del momento

El momento resistente a tracción por flexión es expresado como (Fig. 6.8)

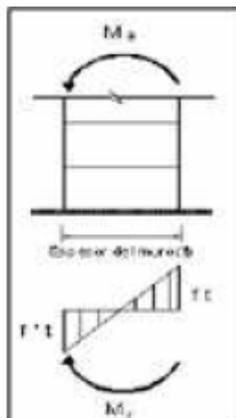


Fig. 5.6 Momento resistente M_r en un muro de albañilería

$$M_r = \frac{f_t I}{c} \quad (6.20)$$

Donde:

f_t = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (150kN/m²) (MVCS 2006)

I = Momento de inercia (m⁴) de la sección del muro

c = Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección.

ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO																	
MURO	FACTORES					MOM. ACT.	MOM. REST.	RESULTADO	MURO	FACTORES					MOM. ACT.	MOM. REST.	RESULTADO
	C1	m	P	a	t	0.4C1mPa2	25t2	Ma:Mr		C1	m	P	a	t	0.4C1mPa2	25t2	Ma:Mr
	adm.	adm.	KN/m2	m	m	KN-m/m	KN-m/m			adm.	adm.	KN/m2	m	m	KN-m/m	KN-m/m	
M1	0.9	0.1	2.3	1.9	0.2	0.35	0.56	ESTABLE	M9	1.3	0.1	2.3	2.4	0.2	0.6	2.8	ESTABLE
M2	0.9	0.1	2.3	1.4	0.2	0.2	0.56	ESTABLE	M10	0.9	0.1	2.3	2.4	0.2	0.42	2.8	ESTABLE
M3	0.6	0.1	2.3	1.4	0.2	0.1	0.56	ESTABLE	M11	0.9	0.1	2.3	2.4	0.2	0.37	2.8	ESTABLE
M4	0.6	0.5	2.3	2.4	0.2	1.6	0.56	INESTABLE	M12	1.3	0.5	2.3	2.4	0.2	3.5	2.8	INESTABLE
M5	0.6	0.1	2.3	3.1	0.2	0.5	0.56	ESTABLE	M13	0.9	0.5	2.3	0.9	0.3	0.5	8.5	ESTABLE
M6	0.6	0.1	2.3	2.4	0.2	0.3	0.56	ESTABLE	M14	1.3	0.1	2.3	2.4	0.2	0.42	2.8	ESTABLE
M7	0.6	0.5	2.3	2.4	0.2	1.6	0.56	INESTABLE	M15	1.3	0.1	2.3	2.4	0.2	0.44	2.8	ESTABLE
M8	1.3	0.1	2.3	2.4	0.2	0.8	0.56	INESTABLE	M16	1.3	0.1	2.3	2.4	0.2	0.9	2.8	ESTABLE

Fig. 5.7 Estabilidad de muros al volteo.

5.4. Riesgo Sísmico de la vivienda

La vulnerabilidad estructural está en función a los siguientes parámetros: la densidad de muros (con incidencia del 60%), la calidad de mano de obra y la calidad de materiales (con incidencia del 30%). La vulnerabilidad no

estructural está en función a un solo parámetro: la estabilidad de muros al volteo (con incidencia del 10%) para el caso de tabiques y parapetos.

FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (RIESGO=FUNCIÓN(VULNERABILIDAD:PELIGRO))											
VULNERABILIDAD					PELIGRO						
ESTRUCTURAL			NO ESTRUCTURAL		SISMICIDAD		TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE				
DENSIDAD	MANO DE OBRA Y MATERIALES		TABICERÍA Y PARAPETOS								
ADECUADA		BUENA CALIDAD		TODOS ESTABLES		BUENA		RIGIDO		PLANA	X
ACEPTABLE	X	REGULAR CALIDAD		ALGUNOS ESTABLES	X	MEDIA		INTERMEDIOS	X	MEDIA	
INADECUADA		MALA CALIDAD	X	TODOS INESTABLES		ALTA	X	FLEXIBLES		PRONUNCIADA	

Fig. 5.8 vulnerabilidad estructural.

La evaluación del peligro sísmico está en función a los siguientes parámetros: la sismicidad (con incidencia 40%), tipo de suelo (con incidencia 40%) y la topografía y pendiente (con incidencia 20%) de las zonas donde están ubicadas las viviendas encuestadas.

5.5. Diagnóstico

La evaluación de la sismicidad y del tipo de suelo tiene relación directa con los valores de factor de zona (Z) y factor de suelo (S) que se estipulan en la NTE E.030.

CALIFICACION	
VULNERABILIDAD	ALTA
PELIGRO	MEDIO

RESULTADO	
RIESGO SÍSMICO	ALTO

Fig. 6.11 Riesgo sísmico.

Los parámetros analizados, tanto los de vulnerabilidad como los de peligro, se le han asignado un valor numérico. En función a estos valores numéricos se ha dividido la calificación de la vulnerabilidad y el peligro sísmico en tres categorías: baja, media y alta.



Tabla 5.1 valores de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica.

VULNERABILIDAD					
ESTRUCTURAL			NO ESTRUCTURAL		
DENSIDAD		MANO DE OBRA Y MATERIALES		TABIQUERIA Y PARAPETOS	
ADECUADA	1	BUENA CALIDAD	1	TODOS ESTABLES	1
ACEPTABLE	2	REGULAR CALIDAD	2	ALGUNOS ESTABLES	2
INADECUADA	3	MALA CALIDAD	3	TODOS INESTABLES	3

Tabla 5.2 valores de los parámetros del peligro sísmico.

PELIGRO					
SISMICIDAD		SUELO		TOPOGRAFIA Y PENDIENTE	
BAJA	1	RIGIDO	1	PLANA	1
MEDIA	2	INTERMEDIO	2	MEDIA	2
ALTA	3	FLEXIBLE	3	PRONUNCIADA	3

Para evaluar la vulnerabilidad de cada una de las viviendas se ha establecido un rango de valores donde la vulnerabilidad sísmica es baja (de 1 a 1,4), media (de 1,5 a 2,1) y alta (de 2,2 a 3). A continuación la Tabla 6.3 con las diferentes combinaciones para la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 5.3 Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica (Mosqueira y Tarque 2005)

VULNERABILIDAD SISMICA	Estructural						No estructural			Valor numérico
	Densidad (60%)			Calidad M.O. y materiales (30%)			Estabilidad de parapetos (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos estables	Inestables	
BAJA	X			X			X			1,0
	X			X				X		1,1
	X			X					X	1,2
	X				X		X			1,3
	X				X			X		1,4
MEDIA	X				X				X	1,5
	X					X	X			1,6
	X					X		X		1,7
	X					X			X	1,8
		X		X			X			1,6
		X		X				X		1,7
		X		X					X	1,8
		X			X		X			1,9
		X			X			X		2,0
		X			X				X	2,1
ALTA	X					X	X			2,2
	X					X		X		2,3
	X					X			X	2,4
			X	X			X			2,2
			X	X				X		2,3
			X	X					X	2,4
			X		X		X			2,5
			X		X			X		2,6
			X		X				X	2,7
			X			X	X			2,8
			X			X		X		2,9
			X			X			X	3,0

La evaluación del peligro sísmico se ha dividido primero de acuerdo con la sismicidad. Para la sismicidad baja se han establecido un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (1 a 1,6), medio (de 1,8 a 2) y alto (2,2). Para la sismicidad media se han establecido un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (de 1,4 a 1,6), medio (de 1,8 a 2,4) y alto (2,6). Para la sismicidad alta se han establecido un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (1,8), medio (de 2 a 2,4) y alto (de 2,6 a 3).

A continuación las combinaciones de peligro sísmico alto tabla 6.4, medio tabla 6.5 y bajo tabla 6.6.



Tabla 5.4 Combinaciones de peligro sísmico alto. (Mosqueira y Tarque 2005)

PELIGRO SISMICO													
Sisimicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)							
Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	Pesos				
									0,4	0,4	0,2		
		X	X			X			3	1	1	1,80	
		X	X				X		3	1	2	2,00	
		X	X					X	3	1	3	2,20	
		X		X		X			3	2	1	2,20	
		X		X			X		3	2	2	2,40	
		X		X				X	3	2	3	2,60	
		X			X	X			3	3	1	2,60	
		X			X		X		3	3	2	2,80	
		X			X			X	3	3	3	3,00	

Tabla 5.5 Combinaciones de peligro sísmico medio. (Mosqueira y Tarque 2005)

PELIGRO SISMICO													
Sisimicidad (40%)			Suelo			Topografía							
Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	Pesos				
									0,4	0,4	0,2		
	X		X			X			2	1	1	1,40	
	X		X				X		2	1	2	1,60	
	X		X					X	2	1	3	1,80	
	X			X		X			2	2	1	1,80	
	X			X			X		2	2	2	2,00	
	X			X				X	2	2	3	2,20	
	X				X	X			2	3	1	2,20	
	X				X		X		2	3	2	2,40	
	X				X			X	2	3	3	2,60	



Tabla 5.6 Combinaciones de peligro sísmico bajo. (Mosqueira y Tarque 2005)

PELIGRO SISMICO									Pesos			
Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			0,4	0,4	0,2	
Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada				
X			X			X			1	1	1	1,00
X			X				X		1	1	2	1,20
X			X					X	1	1	3	1,40
X				X		X			1	2	1	1,40
X				X			X		1	2	2	1,60
X				X				X	1	2	3	1,80
X					X	X			1	3	1	1,80
X					X		X		1	3	2	2,00
X					X			X	1	3	3	2,20

Luego de establecer las calificaciones de vulnerabilidad y peligro sísmico se evalúa el nivel de riesgo sísmico que tiene cada una de las viviendas analizadas. El resultado está en función a una tabla de doble entrada donde se evalúan las posibles combinaciones de vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico. Ver las siguientes tablas 6.7 y 6.8 con los valores y niveles de riesgo sísmico.

Tabla 5.7 Riesgo sísmico.

RIESGO SISMICO			
Vulnerabilidad \ Peligro	Baja	Media	Alta
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO



Tabla 5.8 Riesgo sísmico en valores

RIESGO SISMICO			
VULNERABILIDAD PELIGRO	1	2	3
1	1	1.5	2
2	1.5	2	2.5
3	2	2.5	3

Cada uno de los valores de vulnerabilidad y peligro sísmico tienen un 50% de incidencia sobre la calificación del riesgo sísmico.



CAPÍTULO VI:

RESULTADOS

CAPÍTULO VI:

RESULTADOS

DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Luego del análisis de las fichas de encuesta, se presentan los resultados obtenidos.

Se determina la densidad de muros y la estabilidad de muros al volteo. Además se calificó la vulnerabilidad, el peligro y el riesgo sísmico de cada vivienda.

6.1. Viviendas encuestadas

De las 236 viviendas encuestadas en los Pueblos Jóvenes: Florida Baja y Florida Alta, hubieron encuestas aceptadas y no aceptadas, todas fueron consideradas dentro de la muestra y su distribución es de la siguiente manera en la tabla 6.1:

Tabla 6.1 Viviendas encuestadas						
Viviendas encuestadas	Florida Baja		Florida Alta		Total	
	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%
Encuestas aceptadas	114	86	91	88	205	87
Encuestas No aceptadas	19	14	12	12	31	13
	133	100	103	100	236	100

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)

Las viviendas en las que no se pudieron realizar las encuestas representan solamente el 13% del total de la muestra.

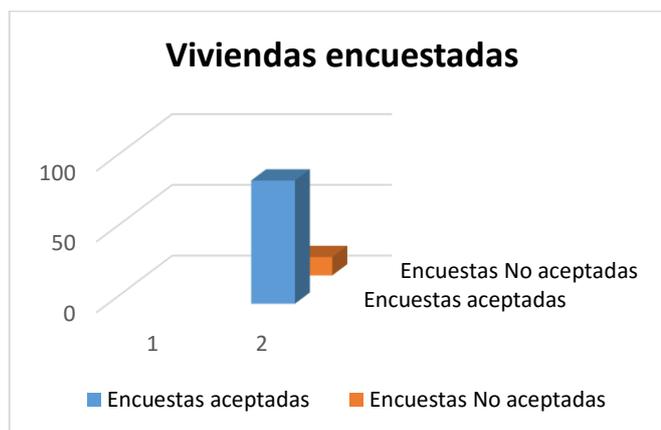


Gráfico 6.1 Porcentaje de viviendas encuestadas

6.1.1 Sistemas constructivos de mayor utilización:

Sistemas constructivos de mayor utilización encontrados en el lugar donde se realizó la investigación son albañilería simple y albañilería confinada esto se muestran a través de estos resultados:

Tabla 6.1.1 Sistemas constructivos más usados						
Sistemas constructivos	Florida Baja		Florida Alta		Total	
	Nro. Viviend	%	Nro. Viviend	%	Nro. Viviend	%
Albañilería simple	33	29	13	14	46	22
Albañilería confinada	81	71	78	86	159	78
	114	100	91	100	205	100

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)

Los sistemas constructivos de mayor utilización es el de albañilería confinada con un 78% de incidencia, junto al de albañilería simple el cual representa un 22% del total.

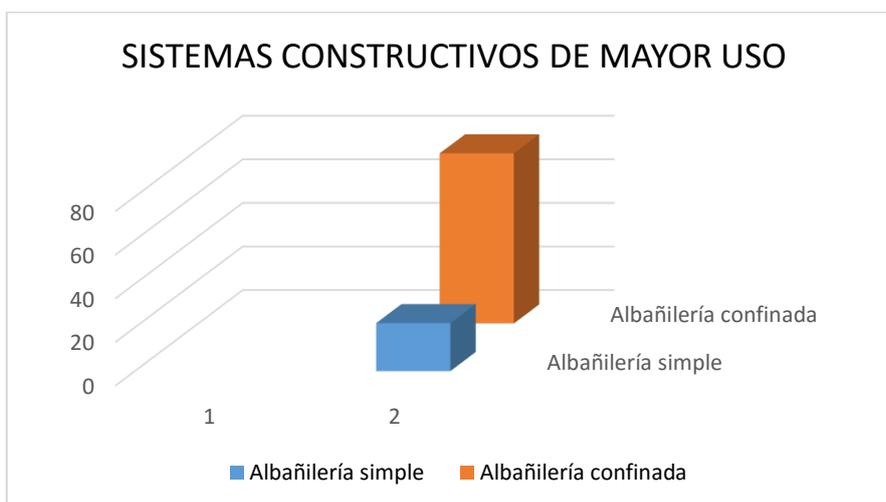


Gráfico 6.1.1 sistemas constructivos de mayor uso



6.2. Antecedentes de las viviendas

En 205 viviendas encuestadas aceptadas en los Pueblos Jóvenes: Florida Baja y Florida Alta se observa a continuación en la tabla 6.2 sobre el tipo de asesoramiento que han recibido los propietarios.

Tabla 6.2 Asesoramiento Técnico						
	Florida Baja		Florida Alta		Total	
	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%
Asesoramiento técnico						
Viviendas sin diseño ni supervisión	104	91	80	88	184	90
Viviendas con diseños	5	4	10	11	15	7
Viviendas con diseño y supervisión	5	4	1	1	6	3
	114	100	91	100	205	100

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)

Respecto a las viviendas con **diseño y supervisión** sólo el 3% de las viviendas contaron con un asesoramiento técnico. En sólo **con diseño**, se obtuvo un 15%, el resto no tuvo ningún tipo de asesoramiento.

Que el 90% no tuvo ningún tipo de asesoramiento, quiere decir que no hay interés de los propietarios o que no tuvieron los suficientes recursos para requerirlos.

Caber resaltar que la diferencia entre los porcentajes de las **viviendas sin asesoramiento** técnico entre los PP.JJ. Florida Baja y Florida Alta, es efímero de 3%. De manera similar se da en los que sólo tuvieron **asesoría en diseño y construcción** que es 3%. Y en **sólo diseño** la diferencia es de 8%.

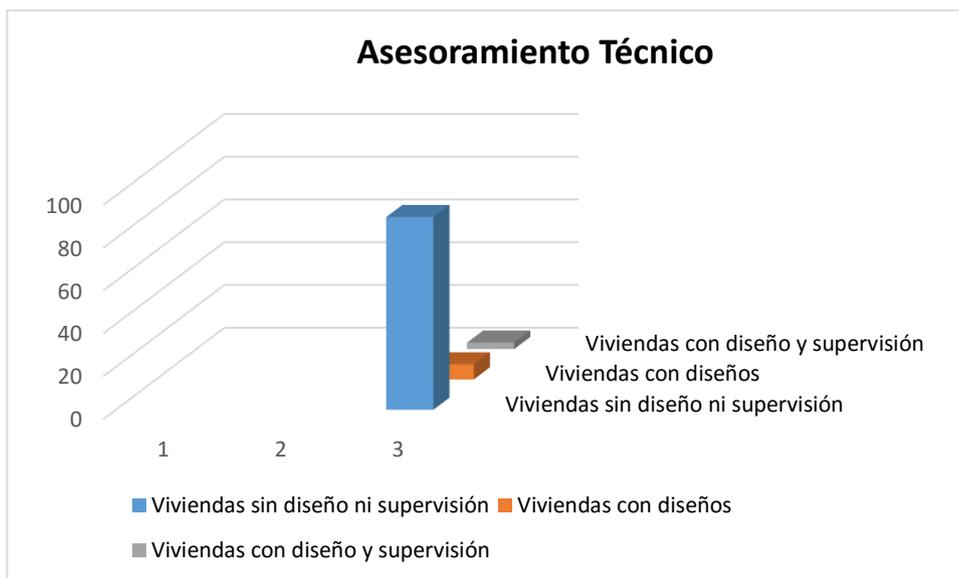


Gráfico 6.2 Incidencia en Asesoramiento técnico

En el análisis de la antigüedad de las viviendas encuestadas se puede observar en la siguiente tabla 6.3.

Tiempo en que se construyó	Florida Baja		Florida Alta		Total	
	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%
Antes de 1970	16	14	2	2	18	9
Después de 1970	98	86	89	98	187	91
	114	100	91	100	205	100

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)

El 9% de las viviendas fue construido antes del terremoto de 1970, esto a su vez quiere decir que estas viviendas sufrieron los daños del terremoto que se dio en dicha época. Frente a ello un 91% de las viviendas, no han sufrido daños por sismos. Siendo aún mayor este porcentaje en el P.J. Florida Baja En muchos casos los no han concluido la construcción de su vivienda.

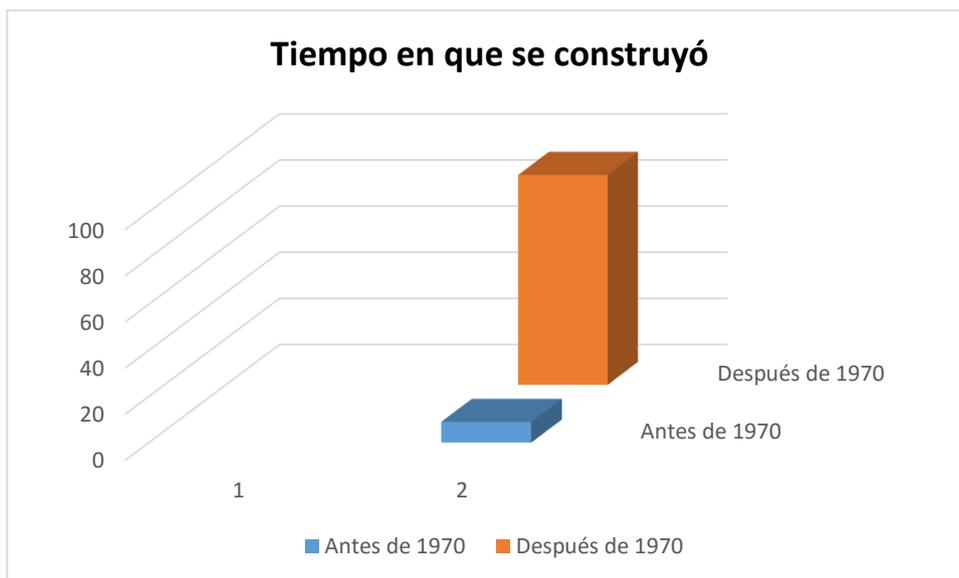


Gráfico 6.3 Incidencia en Asesoramiento técnico

En la siguiente tabla 6.4 se expone la calidad de la mano de obra en las viviendas encuestadas.

Tabla 6.4 Calidad de mano de obra						
Mano de obra	Florida Baja		Florida Alta		Total	
	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%	Nro. Viviendas	%
Muy mala	13	11	9	10	22	11
Mala	79	69	73	80	152	74
Regular	22	19	9	10	31	15
Buena	0	0	0	0	0	0
	114	100	91	100	205	100

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)

Podemos observar que el 74% de las viviendas tienen una calidad de mano de obra **Mala** y un 11% su calidad es **Muy mala**. Estos resultados son proporcionales en ambos Pueblos Jóvenes encuestados. En tanto que sólo el 15% de viviendas tiene una calidad de mano de obra **Regular**, frente a un 0% de calidad de mano de obra **Buena** en ambos Pueblos Jóvenes. Esto es Evidencia de la falta de capacitación y especialización de la mano de obra, a pesar de los esfuerzos en capacitación de entidades como Sencico entre otros. Los propietarios como clientes, permiten este bajo desempeño por una falta de conocimientos técnicos; y en algunos casos ellos participan en la

autoconstrucción sumado a esto los pocos recursos económicos que les acusan.

Una buena supervisión durante la construcción podría aminorar la baja calidad y desempeño de las viviendas frente a una agente externo que ponga a prueba su vulnerabilidad.

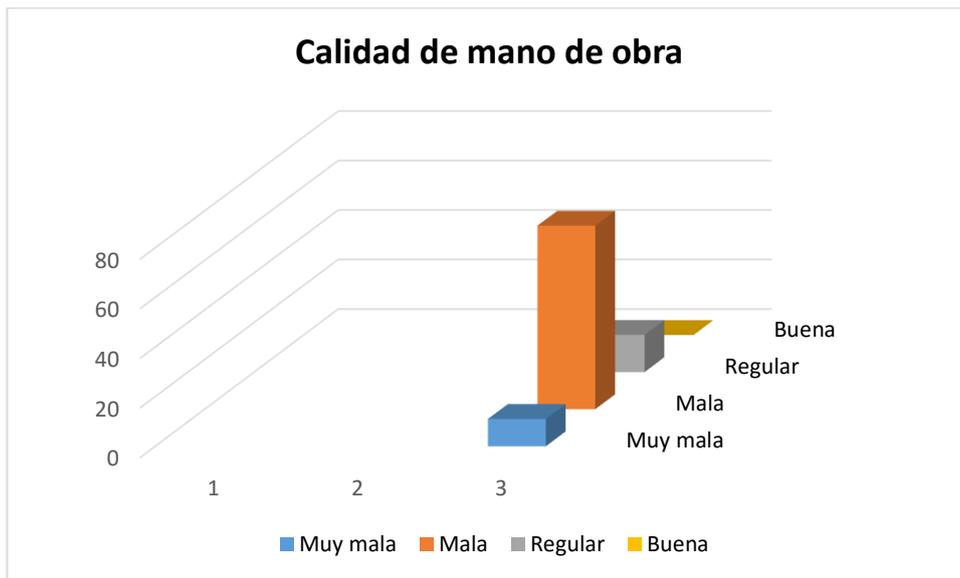


Gráfico 6.4 Calidad de mano de obra

En la tabla 6.5 a continuación se observan características generales de las viviendas encuestadas.



CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS	VIVIENDAS	%
TIPO DE SUELO		
Arenoso - Arcilloso	205	100
Limoso	0	0
TIPO DE LADRILLO EN MUROS		
Artesanal macizo	201	98
kk 18 macizo industrial	6	3
TIPO DE CIMENTACIÓN		
corrido de concreto ciclópeo	8	4
corrido de concreto ciclópeo y zapatas	197	96

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)

El suelo predominante en las zonas encuestadas es arenoso- arcilloso.

El material usado con mayor incidencia es el ladrillo artesanal macizo (de cemento). Esto demuestra su mayor utilización, probablemente por el menor costo que implica sobre los ladrillos KK de 18 huecos industrial.

En las viviendas analizadas, el tipo de cimentación es el concreto ciclópeo con zapatas. Esto debido a que las construcciones posteriores a 1970 ya tenían conocimiento de las nuevas construcciones de albañilería.

Del preferente uso de materiales de procedencia artesanal podemos observar la relación directa con el alto porcentaje de la mala calidad de la mano de obra y materiales en la construcción.

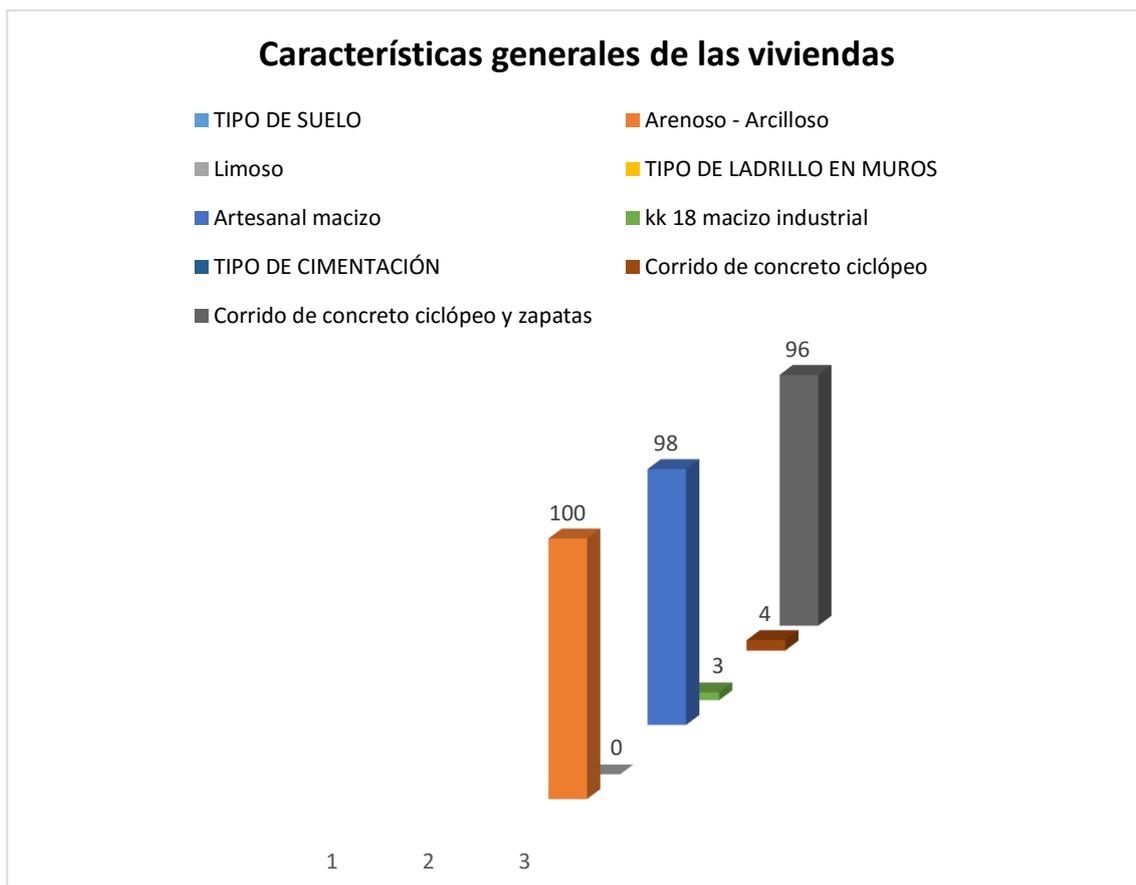


Gráfico 6.5 Características generales de las viviendas

A continuación la tabla 6.6 presenta un resumen de los principales problemas que afectan a las viviendas encuestadas.

PROBLEMAS DE LAS VIVIENDAS	VIVIENDAS	%
EN LA UBICACIÓN		
Vivienda con nivel freatico cercano	195	95
Vivienda en pendiente ligera	10	5
Vivienda en pendiente pronunciada	0	0
EN LA ESTRUCTURACIÓN		
Muros portantes de ladrillo pandereta	113	55
Tabiqueria no arriostrada	50	24
Viviendas sin junta símica	205	100
Losa de techo a desnivel	113	55
Unión muro techo	80	39
EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO		
Armaduras expuestas y corroídas	148	72
Efluorescencia	151	74
Muros agrietados	45	22

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)



Lo que predomina en cuanto a la ubicación, la incidencia de las viviendas con nivel freático cercano. Habiendo solo unas pocas viviendas ubicadas en pendiente ligera.

Más de la mitad de viviendas han tomado como opción usar ladrillos de pandereta para sus muros portantes lo cual representa el 55% del total, el mismo caso se da en viviendas con losa de techo a desnivel entre viviendas adyacentes. La ausencia de juntas sísmicas se da en el 100% de los encuestados. Lo cual aumenta la vulnerabilidad ante un sismo severo, lo cual pondría en un cuadro de alto riesgo a estas viviendas, producto del desplazamiento de las losas y el impacto por falta de espacio. También se pueden presentar volteos y daños en tabiques que no presentan un completo arriostramiento.

Las armaduras expuestas y corroídas representan un 72%. Esto aumenta el riesgo de la estructura y el correcto funcionamiento del acero y concreto, ya que esto mismo también ha producido fisuras en algunas casas, el porcentaje de muros agrietados es 22% pero lo más caótico es la presencia de eflorescencia que predomina en la mayoría de viviendas (74%) esta suma de problemas evidencia el poco criterio y falta de conocimiento en cuanto a las correctas prácticas constructivas, se demuestra la falta de capacitación y de conocimientos técnicos en edificaciones de albañilería.

6.3. Densidad de muros (Ae/Ar)

Para la relación del área existente y el área requerida sólo se consideró las viviendas que tenían uno o dos diafragmas rígidos para el análisis

En el caso de viviendas con un segundo piso techado con material ligero, se consideró un solo diafragma rígido. De las 205 viviendas encuestadas, en el primer piso, 156 viviendas tenían losa aligerada y 46 viviendas poseían un techo ligero. Mientras que las que tenían un segundo piso, 79 viviendas tenían diafragmas rígidos, 13 viviendas tenían techo de material ligero.

La tabla 6.7 a continuación se puede apreciar la relación de densidad de muros de las viviendas encuestadas respecto a la orientación de los muros con la fachada de la vivienda por Pueblo Joven.

Tabla 6.7 Densidad de Muros Ae/Ar						
Densidad de Muros Ae/Ar paralelo a la fachada (X)	Florida Baja		Florida Alta		Total	
	N° viviendas	%	N° viviendas	%	N° viviendas	%
Adecuado	47	41	49	54	96	47
Inadecuado	67	59	42	46	109	53
Total general	114	100	91	100	205	100
Densidad de Muros Ae/Ar perpendicular a la fachada (Y)	Florida Baja		Florida Alta		Total	
	N° viviendas	%	N° viviendas	%	N° viviendas	%
Adecuado	80	70	78	86	158	77
Inadecuado	34	30	13	14	47	23
Total general	114	100	91	100	205	100

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Baja y P.J. Florida Alta – 2016)

En el análisis hay una diferencia sobresaliente en el cumplimiento de la adecuada densidad en la dirección Y, la cual llega a ser de 77% en el total de las viviendas, mientras que en la dirección X, nos encontramos con un 53% de densidad inadecuada, debido a que en esa dirección se suelen poner muros con muy poca resistencia, ventanas extensas, divisiones, puertas, predominando un mejor resultado en el P.J. Florida baja en el sentido X, y por el contrario se halló un bajo porcentaje inadecuada de 23% de densidad en el sentido Y para el P.J. Florida Alta.

En la fig. 6.1 observamos la diferencia de densidades en ambas direcciones.

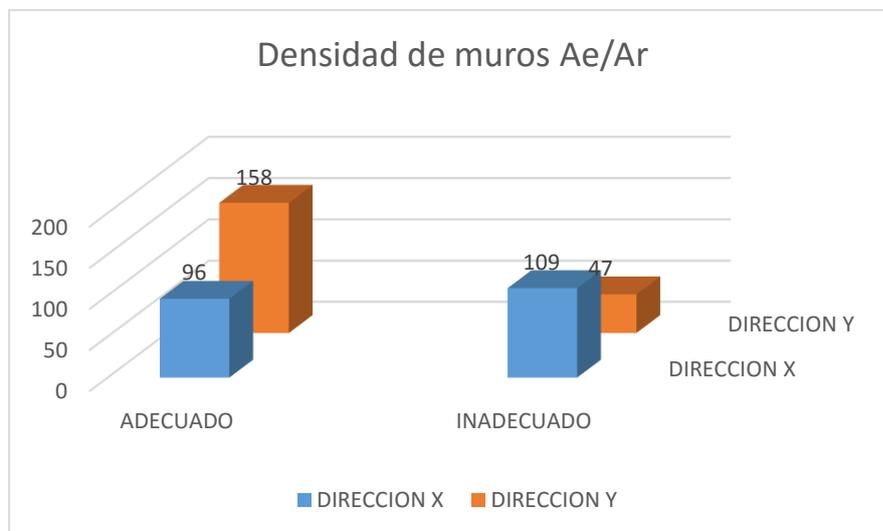


Gráfico. 6.6 Densidad de muros Ae/Ar

La diferencia notoria de densidades advierte una deficiente distribución de los muros, lo cual hace vulnerables a las viviendas frente a un sismo severo, no existe simetría en la distribución de muros en ambas direcciones, lamentablemente en la mayoría de las viviendas encuestadas.

La siguiente tabla 6.8 indica la relación dimensional de los muros de las viviendas con respecto a su dirección X o Y

TABLA 6.8 RELACION DIMENSIONAL						
RELACIÓN DIMENSIONAL Ae/Ar	1° PISO					
	DIRECCIÓN X			DIRECCION Y		
	VIVIENDAS	% PARCIAL	% ACUMULADO	VIVIENDAS	% PARCIAL	% ACUMULADO
0	46	22	22	46	22	22
>0 - 1	63	31	53	1	0	23
>1 - 2	62	30	83	93	45	68
>2 - 3	34	17	100	22	11	79
>3 - 4	0	0	100	15	7	86
>4 - 5	0	0	100	28	14	100
>5	0	0	100	0	0	100
TOTAL	205	100		205	100	
PROMEDIO RELACION Ae/Ar	0.93			2.03		

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)



Del total de viviendas en la dirección X el 22% de los muros no cumple con la densidad adecuada por tanto presenta un densidad igual a 0 estos aunque poseen muros en ambas direcciones no poseen losa a ligerada. Se suma a ello un 31% que no tiene una adecuada densidad cuyo rango esta entre 0 y 1 siendo así un poco más del total (53%) de las viviendas en evaluación, que no cumplen con la densidad mínima debido a la falta de un adecuado confinamiento en esta dirección de estos muros y también un abuso de tabiques y muros pequeños, cuyo aporte a la rigidez en esta dirección es pequeño.

Por el contrario en la dirección Y se tiene un 45% que cumple con lo necesario en relación a la densidad de muros, con una relación A_e/A_r entre 1 y 2. Pero un 32% es mayor que 2 en la relación A_e/A_r . Esto indica que existen buena cantidad de muros confinados resistentes a sismo, que están incrementando la rigidez en esta dirección sobre la adecuada.

Si consideramos el promedio de la relación A_e/A_r es más de 2 veces la dirección perpendicular a la fachada con respecto a la dirección paralela. Esta considerable diferencia evidencia una falta de conocimientos técnicos, y no por una falta de recursos frente a la construcción de sus viviendas. Ya que hay sobre inversión de recursos en muros confinados en una dirección que ya cumplió con los muros requeridos. En cambio en la otra dirección existe un gran déficit.

La tabla Tabla 6.9, muestra los resultados de la evaluación de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas.

RESULTADOS	VULNERABILIDAD		PELIGRO		RIESGO	
	N° DE VIVIENDAS	%	N° DE VIVIENDAS	%	N° DE VIVIENDAS	%
ALTO	110	54	110	54	110	54
MEDIO	82	40	95	46	95	46
BAJO	13	6	0	0	0	0
TOTAL GENERAL	205	100	205	100	205	100

Fuente: Elab. Propia (Encuesta de vulnerabilidad sísmica P.J. Florida Alta y P.J. Florida Alta – 2016)

De las 205 de viviendas encuestadas de los Pueblos Jóvenes Florida baja y Florida Alta la vulnerabilidad es Alta en un 54%, y sólo es Baja en un 6%. El Peligro

es medio en un 46% de las viviendas, el saldo tiene un alto peligro. Finalmente el riesgo es alto en más de la mitad en 54%, y la diferencia tiene un riesgo medio. No hay viviendas con riesgo bajo.

Los resultados guardan relación con los valores obtenidos en la densidad de muros, que es uno de los factores más incidentes, junto a las características del suelo son determinantes en el análisis por lo cual se necesita un refuerzo importante en la estructura de la vivienda. El riesgo ser afectados por un sismo de estas viviendas es alto. Es urgente reducir la alta vulnerabilidad de estas viviendas, para evitar futuras pérdidas humanas y físicas, en el caso de un sismo de trascendente magnitud.

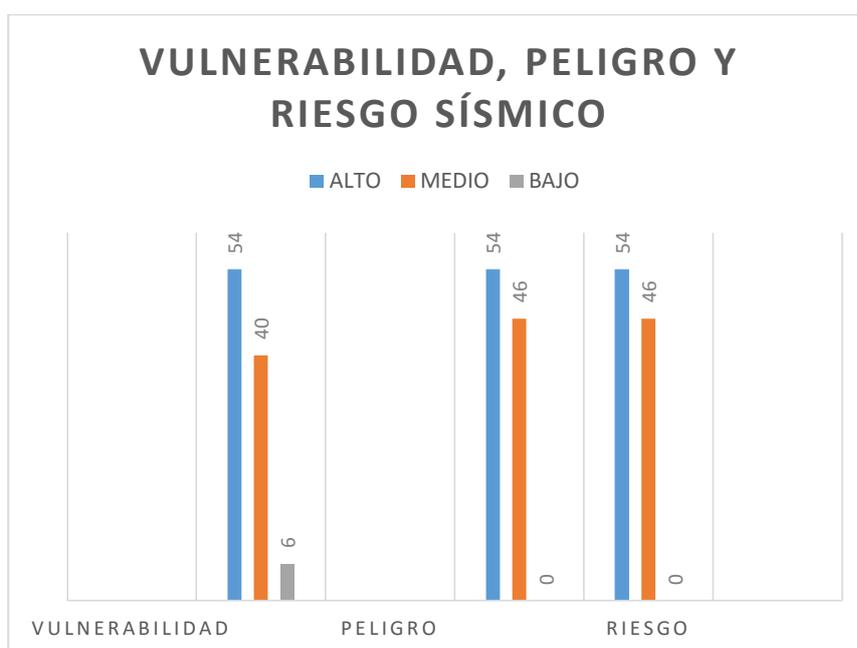


Gráfico. 6.7 Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico



CAPÍTULO VII:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CAPÍTULO VII:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- ✓ Los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de viviendas informales en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta del distrito de Chimbote, son albañilería simple y albañilería confinada (gráfico 6.1.1 sistemas constructivos de mayor uso).
- ✓ La vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta son: Alta: 54%, Media: 40% y Baja: 6% (gráfico 6.7 Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico).
- ✓ El riesgo sísmico de viviendas informales en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta son: Alto: 54%, Medio: 40% y Bajo: 0% (gráfico 6.7 Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico).
- ✓ Se propuso recomendaciones para la construcción, reforzamiento y rehabilitación de viviendas autoconstruidas en los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta a través de una cartilla didáctica (Anexo N° 2).



7.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda buscar el asesoramiento técnico de un profesional antes de empezar con la construcción, refacción o ampliación de las viviendas en esta zona.
- ✓ Se recomienda un reforzamiento masivo y urgente en la estructura de las viviendas evaluadas para reducir su alta vulnerabilidad sísmica.
- ✓ Se recomienda capacitar e informar continuamente a la población a fin de estar preparados de cómo enfrentar un eventual sismo.
- ✓ Se recomienda elevar los resultados de esta investigación a las autoridades competentes a fin de que sea tomado como iniciativa para evitar la informalidad de construcciones de albañilería.
- ✓ La capacitación técnica tanto de los maestros de obra, albañiles, como los propietarios y los futuros habitantes, con la finalidad de evitar viviendas con similares características de sismicidad y evitar pérdidas humanas y materiales ante un sismo de cualquier eventualidad.



7.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ALVA HUARTADO, Jorge E. **“Mapa del potencial de licuación de suelos en Chimbote mediante el método Grado – 3 del TCA- 4**, Lima: Universidad Nacional De Ingeniería – 1991

- ✓ ARANGO ORTIZ, Julio” ***Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería”***.
Lima: Capitulo Peruano ACI. - 2002

- ✓ BARBAT A. **“El riesgo sísmico en el diseño de edificios”**. Madrid: calidad siderúrgica -1998.

- ✓ LAUCATA LUN Johan Edgar **“Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”**. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería – 2013

- ✓ MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ (MVCS)
 - **Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado. SENCICO - 2009**
 - **Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería. SENCICO - 2006**
 - **Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica de**



Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente. SENCICO - 2016

- ✓ MOZO CASTAÑETA, Erika Magaly, PAREDES SORIA, Jiuliana Isabel
“Análisis de vulnerabilidad frente a un tsunami en P.J. Miramar bajo”.
Tesis de titulación en Ingeniería Civil.
Chimbote: Universidad Nacional del Santa, E.A.P. Ingeniería Civil - 2009

- ✓ SAN BARTOLOMÉ, Ángel, **Construcciones de albañilería –
Comportamiento sísmico y diseño estructural**. Lima: Fondo Editorial
PUCP. – 1998

- ✓ **Calentamiento global y efecto invernadero (lluvia ácida)**

http://files.uladech.edu.pe/docente/17817631/mads/Sesion_1/Temas%20sobre%20medio%20ambiente%20y%20desarrollo%20sostenible%20ULAD ECH/08._Principales_Problemas_Ecologicos_Ambientales_I_2009_.pdf

- ✓ **Licuación de suelos en el Perú**.

http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis05_a.pdf

- ✓ **Mapa de peligros y plan de usos del suelo de la ciudad de Chimbote**

http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Ancash/santa/chimbo te.pdf



CAPÍTULO VIII:

ANEXOS



ANEXO N°1:

FICHA DE

ENCUESTA



ANEXO N°2:

CARTILLA

DIDÁCTICA DE

REPARACIÓN DE

VIVIENDAS



ANEXO N°3:

ENTREGA DE

CARTILLAS



ANEXO N°4: PLANO DE UBICACIÓN

VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LOS PP.JJ. FLORIDA BAJA Y BAJA
FICHA DE ENCUESTA

N°

Familia:..... Fecha de la encuesta:../.../.....
Dirección:.....

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda? Sí() No () ¿Por qué?

.....
.....

2. La vivienda fue construida:

a) Antes del terremoto del 70: b) Después del terremoto del 70:

N° de pisos actual:.....N° de pisos proyectados:.....

3. Si marco a) ¿se hizo reparaciones en las zonas afectadas, con orientación profesional calificada?

Sí, con orientación Sí, sin orientación No se reparó

4. Secuencia de construcción de los ambientes:

Paredes Límites() Sala-Comedor() Dormitorio 1() Dormitorio 2() Cocina()
Baño() Otros() Todo a la vez () Primero un cuarto () Sala//baño()

Datos Técnicos:

Parámetros del suelo			Observaciones
Rígidos ()	Intermedios ()	Flexibles ()	

Características de los principales elementos de la vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimiento (m)	Cimiento corrido		Zapata		
	Profundidad		Profundidad		
	Ancho		Sección		
Muros (cm)	Ladrillo macizo		Ladrillo pandereta		
	Dimensiones		Dimensiones		
	Juntas		Juntas		
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo		Tipo		
	Peralte		Peralte		
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones		Dimensiones		
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones		Dimensiones		

Observaciones y comentarios:

.....
.....
.....
.....

Esquema de la vivienda:

Planta:	Primera Planta:	Segunda Planta:
----------------	------------------------	------------------------

Lote:

C1:

M:Cabeza KK

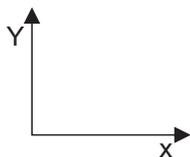
S:Soga KK

V.a.: Vent. alta

/:Techo ligero

χ:Techo ligero

↔ Sentido de alig.



Elevación:	Frontal
-------------------	----------------

Juntas sísmicas:

Izquierda	Derecha

Observaciones y comentarios:

Problemas de ubicación	Estructuración	Factores degradantes
Vivienda sobre relleno natural	Columnas cortas	Armaduras expuestas
Vivienda en pendiente pronunciada	Losas no monolíticas	Armaduras corroídas
Vivienda con nivel freático superficial	Insuficiencia de junta sísmica	Efluorescencia
Otros:	Losa de techo a desnivel con vecino	Humedad en muros
	Cercos no aislados de la estructura	Muros agrietados
	Tabiquería no arriostrada	Otros:
	Reducción en planta	
	Muros portantes de ladrillos pandereta	
Materiales deficientes	unión muro y techo	Mano de obra
Ladrillos K.K. artesanal	Juntas frías	Muy mala
Otros:	Otros:	Mala
Pandereta Artesanal		Regular
		Buena

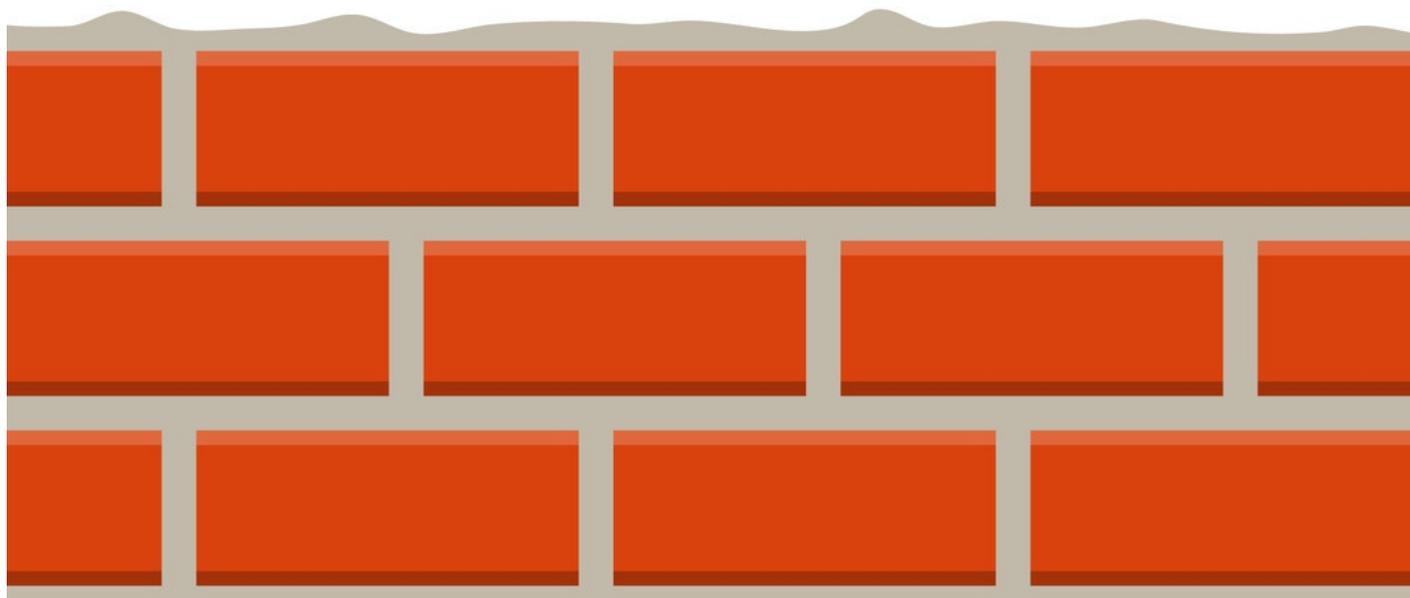
GUÍA BÁSICA



CARTILLA DIDÁCTICA

de
reparación

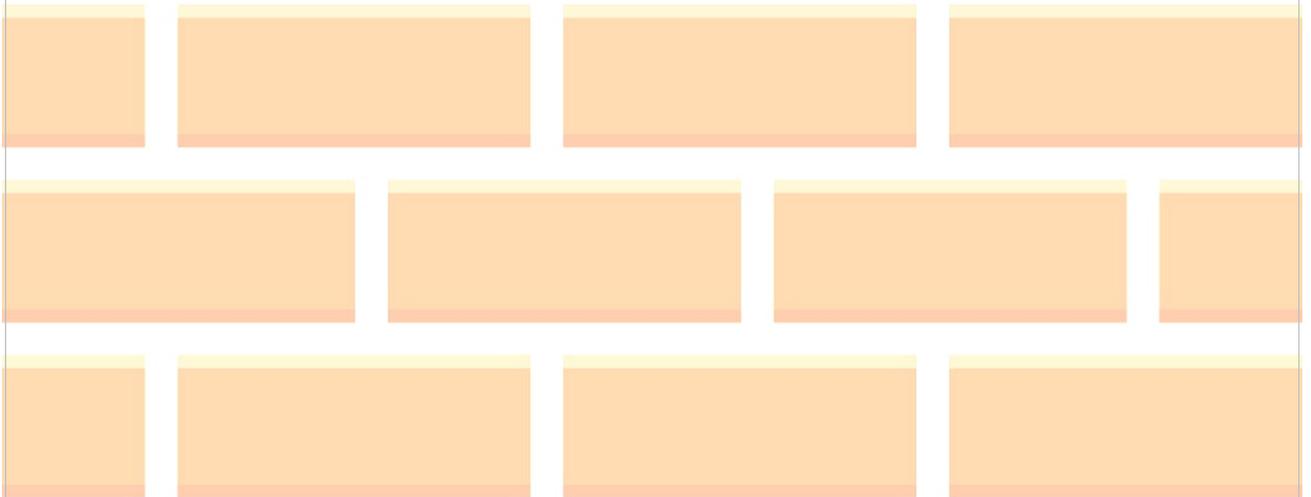
de viviendas



PRESENTACIÓN

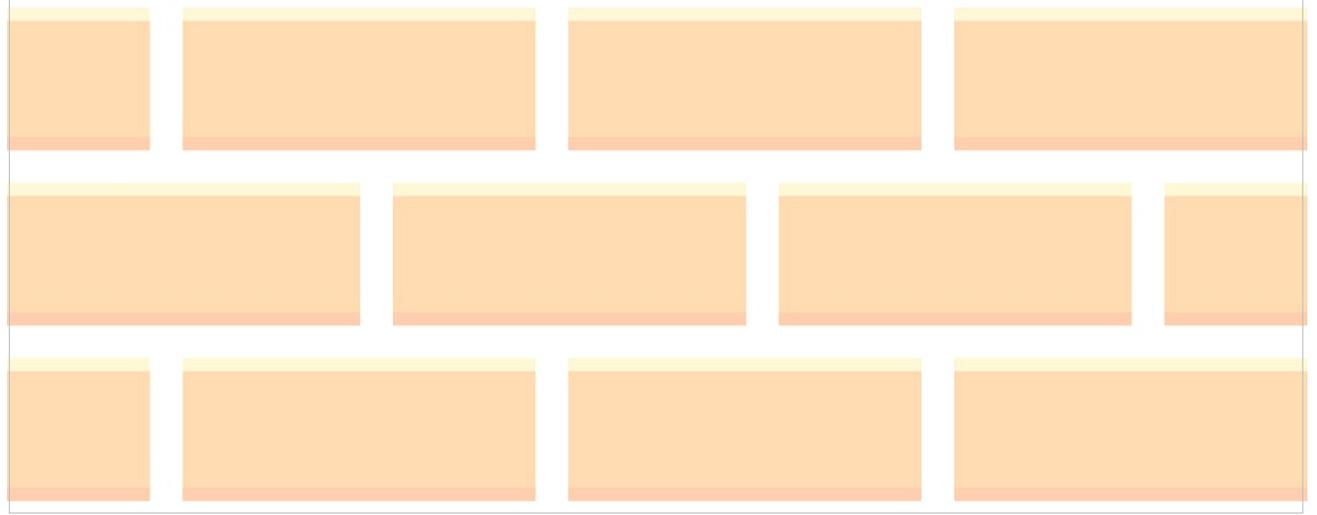
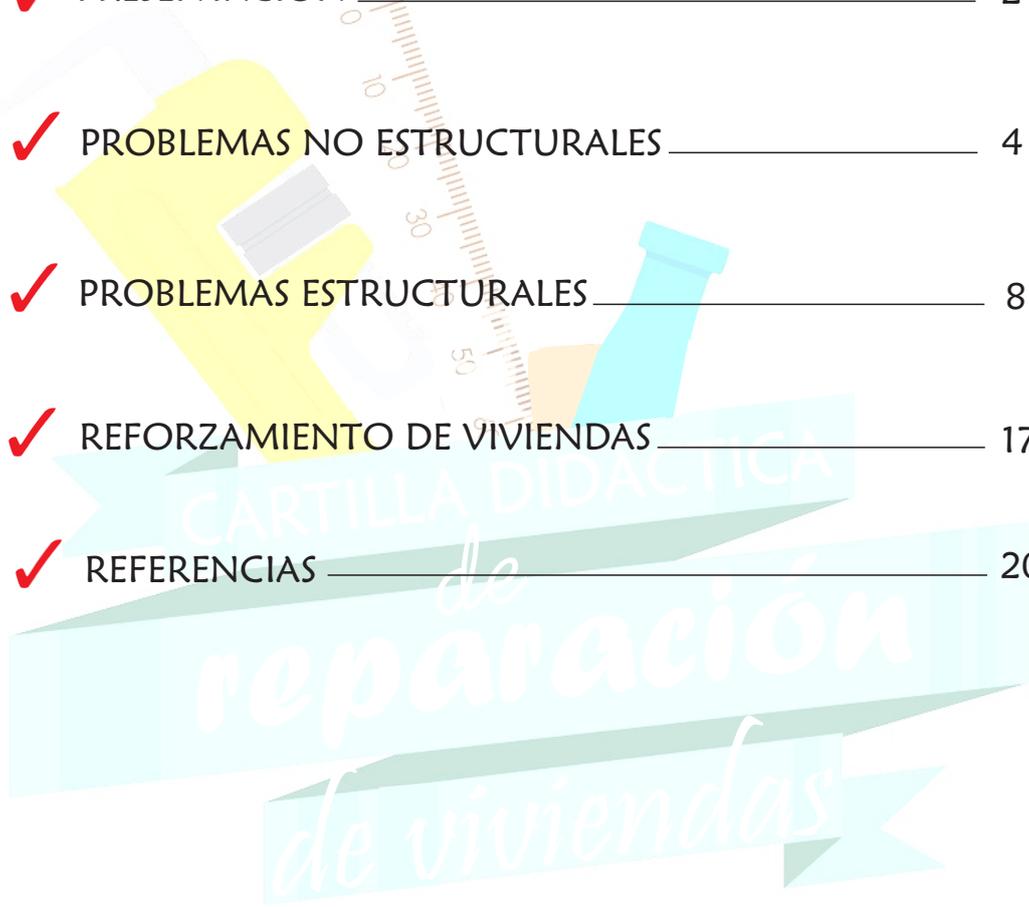
La presente cartilla didáctica de reparación de viviendas esta dirigida maestros de obra, albañiles, propietarios y publico en general con la finalidad de colaborar y ser de ayuda práctica en el objetivo de reducir la vulnerabilidad sísmica, factor en que muchas viviendas se han encontrado inmersas y debido al desconocimiento y bajos recursos económicos aun no han podido superar y encontrar un solución adecuada ante este problema. con esta cartilla básica ud. considerando las recomendaciones en algunos casos con ayuda de un personal capacitado podrá ejecutar cada uno de los pasos que se describen en el presente material didáctico.

El autor



ÍNDICE

✓ PRESENTACIÓN	2
✓ PROBLEMAS NO ESTRUCTURALES	4
✓ PROBLEMAS ESTRUCTURALES	8
✓ REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS	17
✓ REFERENCIAS	20



✓ PROBLEMAS NO ESTRUCTURALES

✓ EFLORESCENCIA: (conocido como salitre)

Las eflorescencias son unos polvillos blancos y secos resultantes de la precipitación y posterior cristalización de ciertas sales solubles en agua, que se depositan en superficies que han tenido humedad.



Eflorescencia en muros



Lavado de la zona afectada

👍 TRATAMIENTO:

SOLUCIÓN DEFINITIVA

- 1: retira el material suelto usando cepillo de cerdas suaves o similar.
- 2: lava la superficie con una solución 1 parte de ácido muriático por 10 de agua. usar una parte de ácido muriático y 20 de agua si la eflorescencia se encuentra en vigas o columnas o techos.
- 3: enjuaga con agua purificada y repite el día siguiente el paso 2.
- 4: deja secar y aplica una solución de 1 parte de vinagre blanco por 10 de agua purificada.
- 5: aplica sellador vinílico, no acrílico (OPCIONAL)
- 6: listo tu muro no volverá a tener este problema.

✓ MUROS AGRIETADOS:



(grieta en tarrajeo)



(grieta muro-tabique)

(grietas no estructurales)

👍 TRATAMIENTO:

Si la grieta fuese no estructural se debe resanar el elemento dañado con mortero 1:5 (cemento : arena), o se puede masillar para luego darle un acabado final con pintura.

una vez preparada la mezcla limpiar y humedecer la zona y usar una llana fina o frotacho para presionar la mezcla en la parte agrietada..

usar pintura finalmente para darle el acabado final

✓ HUMEDAD EN MUROS:

La presencia de humedad en los muros puede ser causada por fugas de agua que se dan en las tuberías, ya sea por el deterioro o por un empalme inadecuado en las tuberías.



Humedad en muro de baño

Si la humedad ocurre en zonas de grifería o donde se sabe que hay tuberías, se deben realizar los siguientes trabajos:

- Picar la superficie húmeda hasta ubicar la tubería.



Picado de muro

- Ubicar la fuga en la tubería. La fuga puede estar en una zona de fractura o en las uniones de la tubería.



Fuga de agua en tubería rota



Fuga de agua en unión de tubería

- Cerrar la llave de paso evitando el flujo de agua en la tubería.
- Retirar y cambiar el elemento o tramo de tubería dañada.



Unión de conexiones.

El pegamento de unión para las tuberías debe dejarse secar por una hora y luego abrir la llave de paso del agua para verificar que ya no hayan fugas.

La superficie picada en el muro debe quedar libre por un día y así verificar que no hayan más fugas. Luego hay que reconstruir la parte picada del muro con mortero 1:5 (cemento: arena).

CARTILLA DIDÁCTICA

de

de viviendas

✓ PROBLEMAS ESTRUCTURALES

✓ MUROS AGRIETADOS: (grietas sobresalientes)

En el caso de grietas estructurales hay que medir el espesor de las grietas. Si la grieta hubiese sido en el muro como muestra la imagen y tuviera un ancho menor a 0,5 mm , la grieta se debe reparar efectuando los siguientes trabajos:



Grieta en muro



Espesor de la grieta

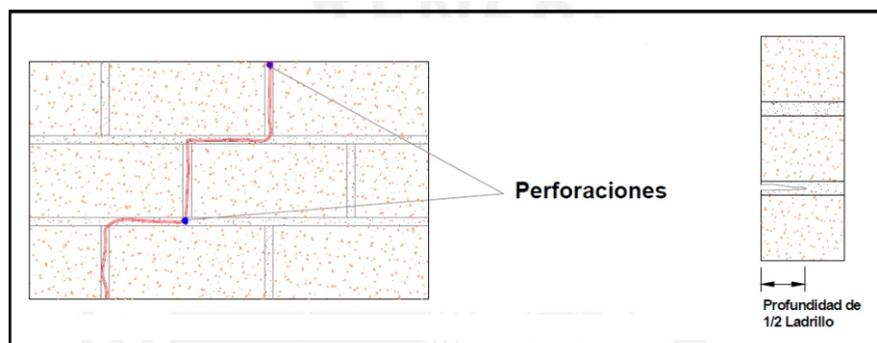
- Con un taladro y una broca de 1/32" se deben realizar perforaciones con profundidad de medio ancho de ladrillo. Las perforaciones estarán distanciadas aproximadamente cada 40 cm a lo largo de la grieta.



Herramientas utilizadas en las perforaciones



Perforaciones con el taladro



Ubicación y profundidad de las perforaciones

- Luego, se debe lavar la grieta por medio de un chorro de agua a presión. Esto servirá para eliminar los residuos de las perforaciones y a la vez para mejorar la unión entre el concreto antiguo con la lechada de cemento.



Lavado de grietas

- Dejar 15 minutos para que el agua de las grietas discurra, y luego sellar superficialmente las grietas con cinta adhesiva o yeso dejando los espacios libres en donde se realizaron las perforaciones.



Sellado de las grietas

Introducir lechada de cemento a presión empezando por la perforación más baja y avanzando hacia arriba. Se recomienda usar un sistema de bombeo adecuado (con una presión de 10 a 30 psi) . Pero si estos dispositivos no hubieran en la zona, se puede utilizar una botella plástica (por ejemplo de gaseosa) con una boquilla fina (por ejemplo tapa con un pequeño orificio) a manera de jeringa. La lechada se vacía en la botella y se aplica con la mayor presión posible en forma manual.



Inyección de grietas con lechada de cemento

Si la grieta fuese tuviera un ancho entre 0,5 a 1,5 mm se puede reparar utilizando el método anterior pero usando un mortero 1:4 (cemento: arena) y adicionando algún plastificante que provea fluidez al mortero o una lechada de mortero.



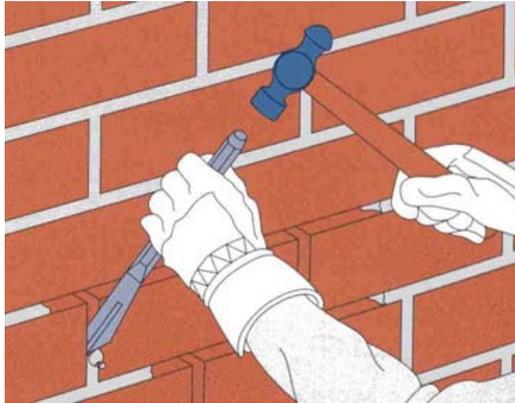
Inyección de grietas con lechada de mortero

Si la grieta tuviera un ancho mayor a 1,5 mm, se puede reparar efectuando los siguientes trabajos:

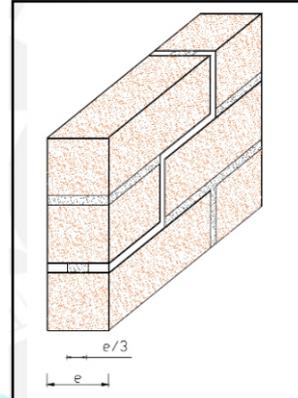


Grieta de espesor mayor 1.5 mm.

- Remover la junta del mortero deteriorado hasta una profundidad de un tercio del espesor del ladrillo. Eliminar el material suelto y cualquier residuo; además, se debe evitar golpear los ladrillos contiguos al mortero deteriorado.



Picado de la junta



Profundidad de la junta removida

- Lavar la junta removida con un chorro de agua a presión y luego dejar escurrir el agua por 15 minutos.
- Rellenar nuevamente la junta con mortero 1:5 (cemento: arena) aplicándolo a presión e intentando que se llene la junta en su totalidad.



Colocación de nuevo mortero

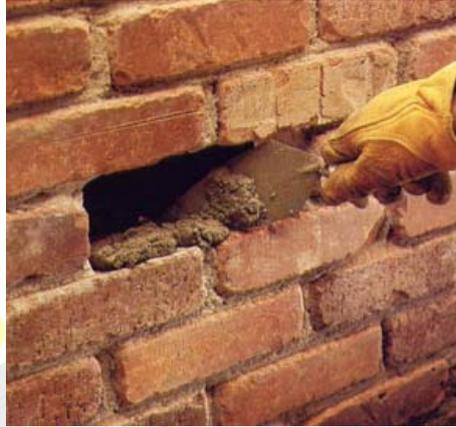
En caso de que las grietas hayan deteriorado los ladrillos colindantes es preferible reemplazarlos, para ello se realizaron los siguientes trabajos:

- Extraer los ladrillos quebrados o rotos. Retirar el mortero de pega y limpiar bien la zona afectada.



Extracción de ladrillo

- Humedecer la zona picada y colocar mortero 1:5 (cemento : arena) en todos los bordes que unirán el nuevo ladrillo.



Colocación de nuevo mortero

- Colocar un nuevo ladrillo de las mismas dimensiones que el anterior. El ladrillo debe ser colocado a presión.

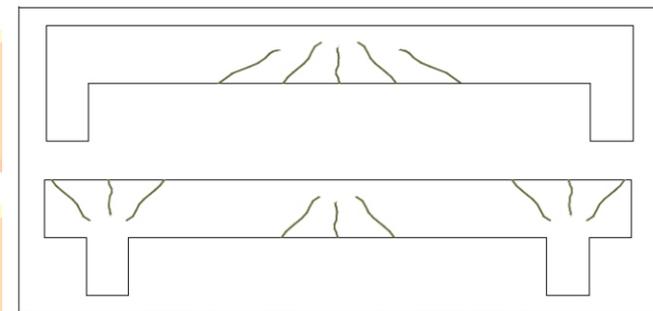


Colocación de nuevo ladrillo

Si hubiera más de un ladrillo deteriorado en el muro, se debe comenzar reemplazando los ladrillos ubicados en la parte inferior.

✓ GRIETAS EN ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO

En caso de que los elementos de confinamiento (vigas y columnas) presenten grietas, se debe verificar que estas grietas sean estables; es decir, que no hayan aumentado ni su espesor ni su longitud durante varios meses.



Grietas estructurales en vigas

Para reparar grietas estables de espesor menor a 0,5 mm en elementos de confinamiento se debe utilizar resina epóxica. La resina epóxica es una mezcla de dos componentes: la resina (A) y el endurecedor (B), en una relación 1,8:1. Dichos componentes deben ser mezclados por tres minutos como mínimo hasta alcanzar una mezcla homogénea. La mezcla alcanzará su endurecimiento a los 20 minutos después de mezclado.

Los pasos a seguir para reparar grietas de espesor menor a 0,5 mm son los siguientes:

- Limpiar la grieta usando aire comprimido. No se debe usar chorros de agua pues la resina debe ser aplicada sobre la superficie limpia y seca.
- Inyectar la resina epóxica a presión empezando de abajo y avanzando hacia arriba. Se recomienda usar un sistema de bombeo adecuado (con una presión de 10 a 30 psi) y un sistema de monitoreo de presión. Es posible también inyectar la resina utilizando pistolas de inyección.

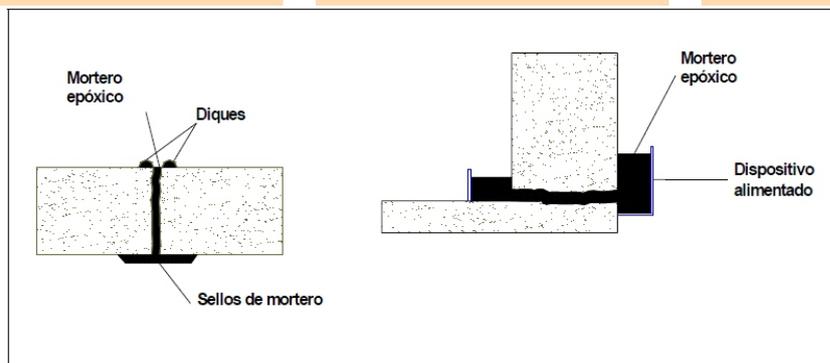


Herramientas utilizadas en la inyección de grietas con resina epóxica.

Inyección de grietas con resina epóxica

Si la grieta fuese de un ancho mayor 0,5 mm, se puede reparar utilizando el método anterior pero usando un mortero epóxico especial. El mortero epóxico es una mezcla de dos componentes: la resina epóxica y agregado fino bien graduado. Algunas empresas tienen a la venta este mortero especial ya preparado.

La aplicación de este mortero se realiza por gravedad, para lo cual se construye dispositivos alimentadores con cemento o yeso. Se vierte la resina de un lado del elemento y se espera que atraviese todo el elemento.



Inyección de grietas por gravedad

✓ CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

Generalmente en las viviendas autoconstruidas no se tiene especial cuidado en el recubrimiento del acero de refuerzo. Claro ejemplo son los aceros de losas aligeradas y columnas que se encuentran corroídos (como en las imágenes abajo) debido a la exposición de los aceros.



Acero corroído de aligerado



Acero corroído de columna

Las causas de la corrosión se deben principalmente a la falta de recubrimiento del acero de refuerzo y a las cangrejeras. Las cangrejeras se producen debido a un mal encofrado o al mal vibrado en los elementos de concreto armado.



Cangrejera

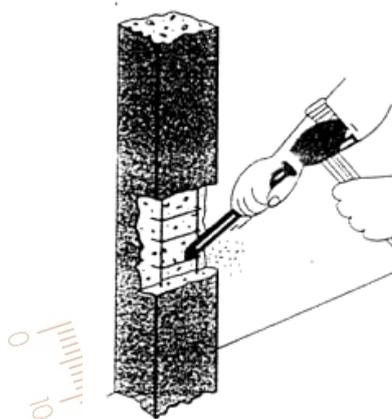


Acero de refuerzo corroído

La corrosión también es causada por la acción de agentes agresivos (sulfatos y cloruros) incorporados involuntariamente al concreto ya sea en el agua o en los agregados. Se puede reconocer este tipo de corrosión por las manchas rojo-marrones o verdosas en la superficie del concreto.

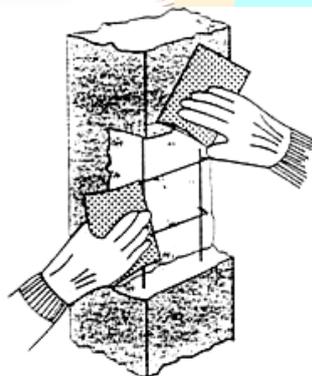
Para la reparación de vigas o columnas levemente dañadas por corrosión por intemperismo y sin daños importantes en el acero o en el concreto, se pueden realizar los siguientes trabajos:

- Picar cuidadosamente la superficie de concreto afectada para eliminar el concreto deteriorado. Dejar una superficie rugosa y sana.



Picado de la zona afectada

- Limpiar bien la superficie del refuerzo removiendo el óxido con un cepillo de cerdas de acero.
- Lijar levemente la superficie del acero eliminando los residuos. Tratar de no reducir la sección ni rugosidad del acero.



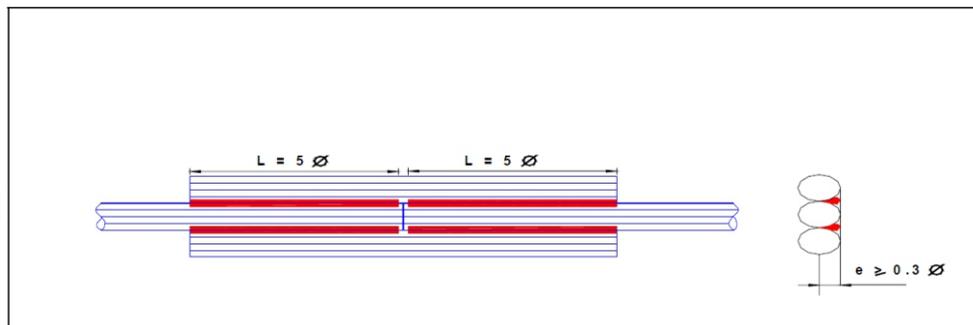
Lijado de la superficie del acero

- Echar lechada de cemento en la superficie del concreto antiguo para mejorar el pegado del concreto nuevo.
- Encofrar la zona afectada y vaciar concreto con proporción 1:2:3 (cemento : arena : piedra chancada). La piedra debe tener tamaño máximo $\frac{1}{2}$ ". Este proceso permitirá restituir la sección original de concreto.
- Curar el concreto vaciado por lo menos tres veces al día durante siete días.

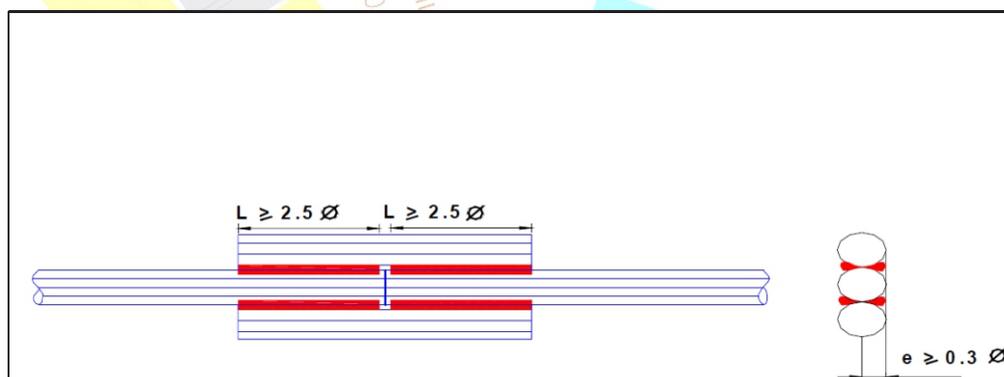
Para el caso de estructuras dañadas por incorporación de cloruros o sulfatos al concreto, la sección de concreto debe ser reparada realizando los siguientes trabajos:

- Eliminar cuidadosamente el concreto afectado dejando superficie rugosa y sana.
- Limpiar bien las superficies de acero removiendo el óxido con un cepillo de acero.
- Lijar levemente la superficie del acero eliminando los residuos. Cuidar de no reducir la sección ni rugosidad del acero.

- Reconstruir la sección original del acero deteriorado usando soldadura para acero tipo filete (Fig. 8.31 Fig. 8.32). Si solo se suelda un lado del acero, la longitud de soldadura (L) debe ser mayor a 5 veces el diámetro del acero (φ). Si se suelda dos lados del acero, la longitud de soldadura (L) será 3 veces el diámetro del acero (φ).



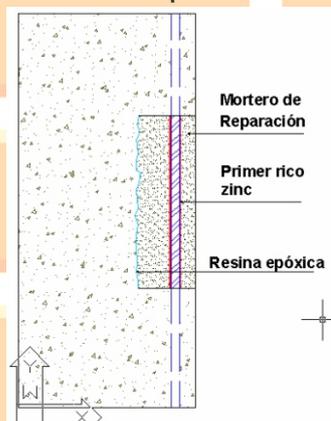
Refuerzo del acero con soldadura filete de un lado



Refuerzo del acero con soldadura tipo filete por ambos lados

Si hay indicios de presencia de agentes agresivos como cloruros incorporados en el concreto antiguo, se debe proteger el acero con pintura rica en Zinc (Primer rico en Zinc).

- Colocar resina epóxica entre el concreto contaminado y el mortero de reparación, esto ayudará a tener una barrera y evitará que el mortero de reparación se contamine nuevamente.
- Encofrar la zona afectada y vaciar concreto con proporción 1:2:3 (cemento : arena : piedra), la piedra debe tener tamaño máximo $\frac{1}{2}$ ". Este proceso permitirá restituir la sección original de concreto.
- Curar el concreto vaciado por lo menos tres veces al día durante siete días.



Sección reparada

- Cuando los efectos de la corrosión son severos, es decir existen daños importantes en el concreto o en el acero, es preferible realizar un estudio detallado de las causas de la corrosión para dar soluciones puntuales a un determinado problema.

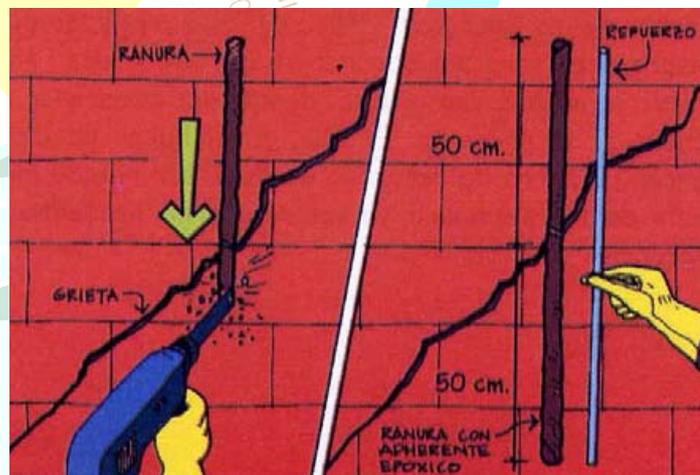
✓ REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS

El reforzamiento en viviendas es la obra que se realiza para que la estructura mejore su capacidad resistente y carga. El reforzamiento forma parte de los trabajos de prevención; es decir, permite disminuir la vulnerabilidad de las viviendas.

✓ COSTURA DE GRIETAS

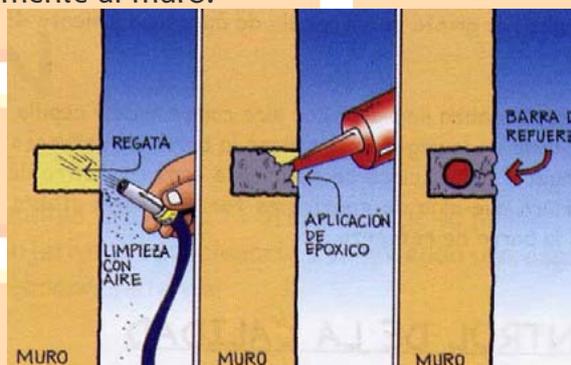
En muchos casos no solamente se debe reparar las grietas de los muros sino que es preferible reforzarlas, para lo cual se debe aplicar la técnica de costura de grietas a través del siguiente procedimiento:

- Realizar una ranura usando un taladro. La ranura debe interceptar la grieta con un ángulo entre 45 a 90 grados y debe tener una longitud de un metro. Se debe realizar esta costura de grietas cada un metro a lo largo de la grieta.



Ranurado del muro

- Limpiar las ranuras con aire comprimido y cepillo.
- Aplicar abundante resina epóxica en la ranura.
- Colocar una varilla de ½” y de longitud 1 m en la ranura.
- Sellar la ranura con epóxico de tal manera que el acero quede fijo y adherido totalmente al muro.



Reforzamiento del muro

-Luego de colocar el acero de refuerzo en la ranura no hay que mover el acero, caso contrario se estaría perdiendo adherencia con el epóxico.

✓ REFORZAMIENTO CON MALLA ELECTROSOLDADA

Los muros pueden ser reforzados tengan o no daños.

La metodología de reforzamiento de muros afectados por sismos ha logrado un incremento de hasta un 40% en la capacidad de carga lateral de los muros.

Para reforzar los muros se usa malla electrosoldada compuesta por varillas de acero corrugado de 4,5 mm de diámetro, espaciadas a 15 cm. Esta malla puede adquirirse en planchas de 2,4 x 5,0 m.

El procedimiento realizado para reforzar los muros es el siguiente (fotos de Castro A. 2002)

- Picar y limpiar las fisuras gruesas de los muros.
- Humedecer y rellenar las fisuras con mortero de proporción 1:3 (cemento : arena).



Reparación de grietas gruesas

- Reemplazar los ladrillos triturados por concreto simple. (1:5, cemento: hormigón)
- Si la unión viga columna tuviera daños, entonces el concreto debe ser sustituido por otro de similar característica.



Picado del nudo viga columna

- Pañeteo al muro con un mortero cemento-arena gruesa 1:4.



Pañeteo del muro

- Perforar el muro con un cincel de ¼” cada 45 cm. para interconectar las mallas electrosoldadas.



Perforación del muro

- Limpiar con aire comprimido las perforaciones realizadas.
- Colocar las mallas a ambos lados del muro y conectándolas con alambres #8. Los alambres #8 se tienen que amarrar con alambre #16 contra los nudos de la malla.



Fijado de la malla electrosoldada

- Rellenar las perforaciones con lechada de cemento y tarrajear el muro.

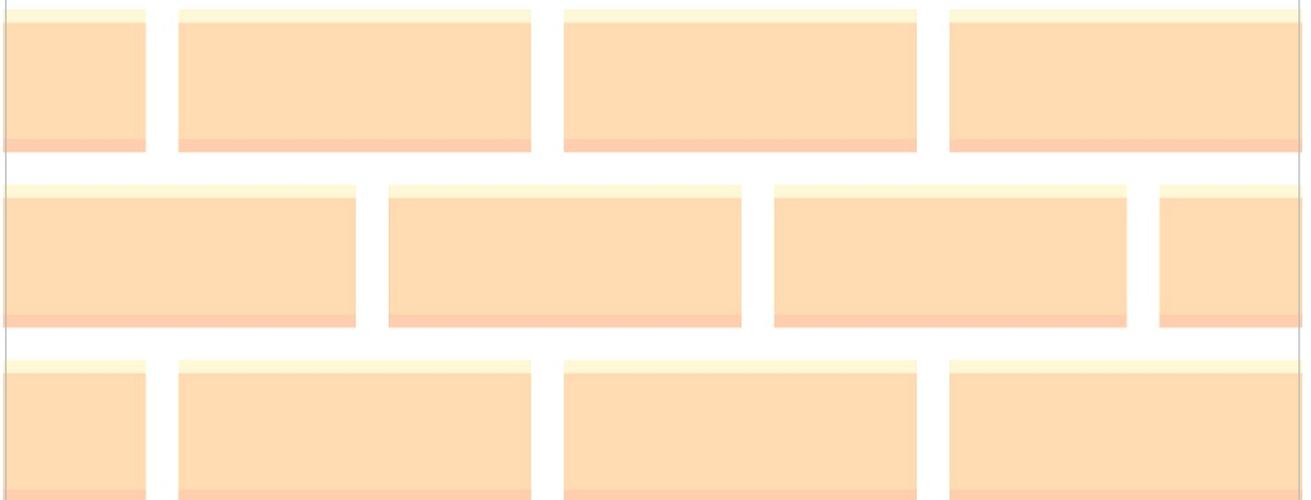
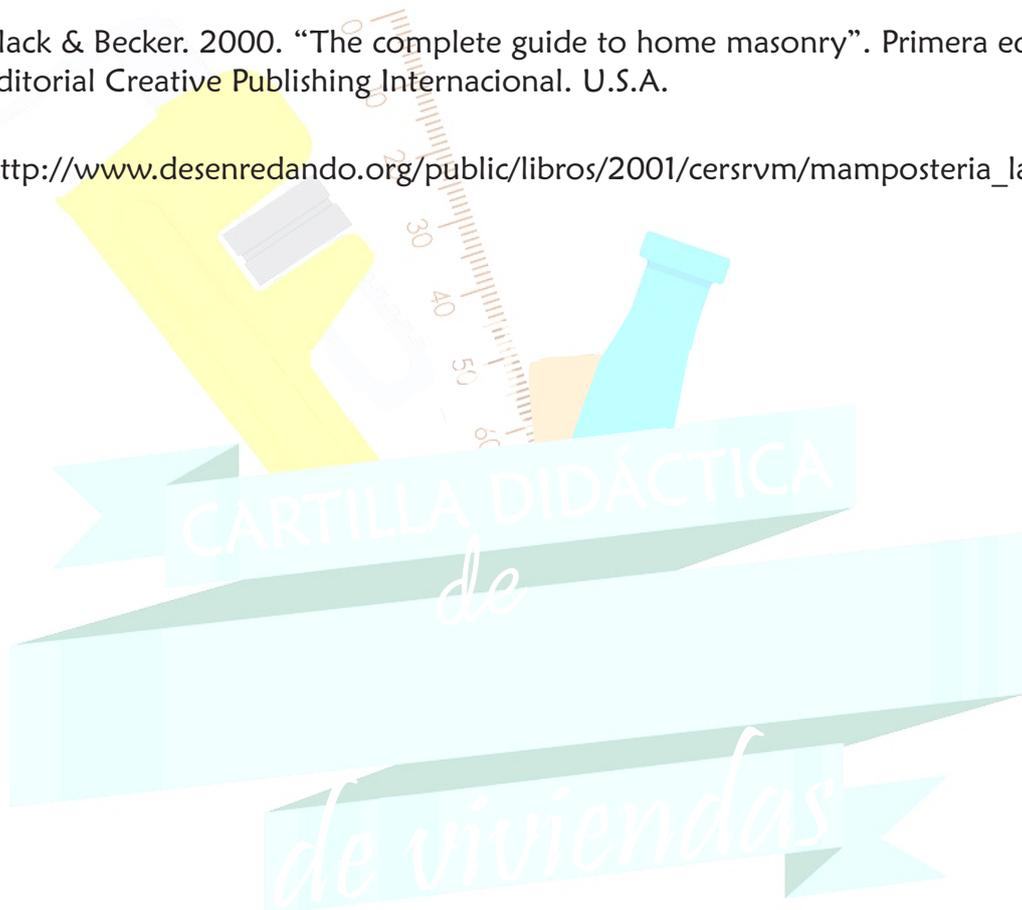


Inyección de perforaciones



REFERENCIAS:

- ✓ Castro A. 2002. “Reparación de un muro de albañilería”. Tesis de la PUCP. Lima, Perú.
- ✓ 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.
- ✓ Black & Becker. 2000. “The complete guide to home masonry”. Primera edición. Editorial Creative Publishing Internacional. U.S.A.
- ✓ http://www.desenredando.org/public/libros/2001/cersvm/mamposteria_lared.pdf



ENTREGA DE CARTILLAS



CON LA SEÑORA CAROLA ARANDA DE F.B.



CON LA SEÑORA GLORIA LEZCANO DE F.B.



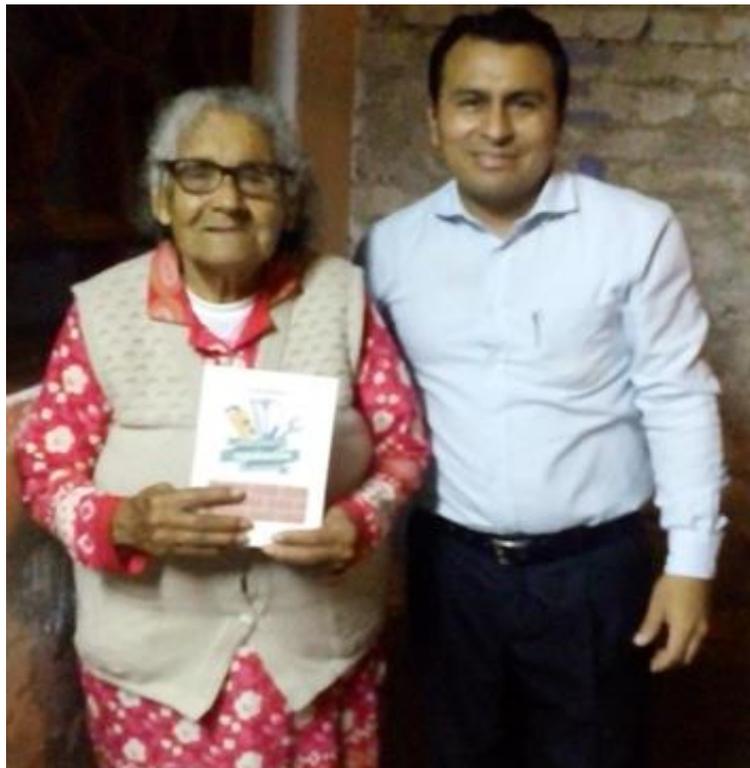
CON LA SEÑORA EUGENIA DE F.B.



CON EL SEÑOR CRISTÓBAL NAVARRETE DE F.B.



CON LA SEÑORA BENIGNA DE F.A.



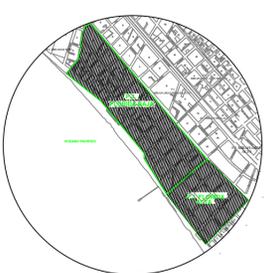
CON LA SEÑORA ANGÉLICA DE F.A.



CON LA SEÑORA KAREM RODAS



CON EL SEÑOR CESAR VERGARA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROFESOR	ING. JUAN CARLOS ALVARADO
ASISTENTE	ING. JUAN CARLOS ALVARADO
ALUMNO	ING. JUAN CARLOS ALVARADO
INDICACION	U-01
PROFESOR TUTOR	ING. JUAN CARLOS ALVARADO
FECHA	2017