

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**INFLUENCIAS DE UNA VIGA DE CONCRETO ARMADO INTERMEDIA, SOBRE LA
RESISTENCIA Y RIGIDEZ EN MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA - LA
ESPERANZA 2018**

TESIS:

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. SIMÓN EDUARDO RAMÍREZ GÁLVEZ

ASESOR:

ING. JOSUALDO VILLAR QUIROZ

**TRUJILLO – PERÚ
2019**



Aprobación de la Tesis

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller Simón Eduardo Ramírez Gálvez, denominada:

**“INFLUENCIA DE UNA VIGA DE CONCRETO ARMADO INTERMEDIA,
SOBRE LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ EN MUROS DE ALBAÑILERÍA
CONFINADA”**

Ing. Enrique Manuel Durand Bazán

Jurado Presidente

Ing. Guido Robert Marín Cubas

JURADO

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

JURADO



Dedicatoria

A mis hijas Ana Acela y Ana Marina Eduarda, Ramírez León; la cual tengo la responsabilidad de guiar e inspirar el esfuerzo y al estudio por la que conllevan a ser mejores personas y profesionales; y por lo que estoy seguro seguirán mis pasos.

A mi esposa Marina Liliana León Florián, por ser inspiración del cariño y amor que despliega en cada una de sus actitudes hacia todas las personas y ser ejemplo de persona humana excepcional en apoyo de un sueño de familia para forjar un mejor porvenir.

A mis hermanos Luis, Cesar y Klewer Eduardo, así como mis cuñadas esposas de los nombrados, mis sobrinos y a mi Padre Simón Ramírez Saavedra por estar siempre atentos a cada paso que doy.

A mi Madre Ana Gálvez Morales que se encuentra en la eternidad y me bendice para afrontar con sabiduría y así titularme como ingeniero civil, dando un gran paso en mi vida alcanzando una meta individual y familiar a la vez.

A mi amigo Ingeniero Civil, Pedro Fernando Marcos Urteaga que nos dejó prematuramente en esta vida terrenal para así encontrarse con nuestro Señor y que me impulsó a estudiar esta maravillosa carrera. Siendo que con sus consejos y apoyo como profesional pude lograr el objetivo trazado, a sus Padres Sr. Julio Marcos Martel y Sra. Giorgina Urteaga Torres excelentes personas y que siempre me apoyan moralmente.



Agradecimiento

Agradecer a mi Alma Mater, Universidad Privada de Trujillo por ser parte de ella como estudiante y abrirme las puertas en su seno científico en la carrera de Ingeniería Civil, así como también agradecer infinitamente a los docentes: Ing. Guido Marín Cubas, Ing. Enrique Durand Bazán, Ing. Erick Barreto Zavaleta y a los demás ingenieros y docentes que contribuyeron con mi formación, brindando sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante en mi vida profesional.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad en conocimientos científicos, así como también haber tenido toda la disposición del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de mi tesis.

Agradecer a mi familia por estar pendiente en todo paso que doy y desearme lo mejor en mi vida personal y profesional.



Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	7
1.3. Justificación.....	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.	8
1.5. Antecedentes	9
1.6. Bases Teóricas.....	14
1.6.1. La Albañilería	14
1.6.2. Tipos de Albañilería y Especificaciones Reglamentarias.....	15
1.6.3. Requisitos para que un muro se considere confinado.....	21
1.6.4. Parámetro de Rigidez Relativa	24
1.6.5. Comportamiento	25
1.7. Definición de términos básicos.	27
1.8. Formulación de la hipótesis.....	27
Capítulo II: Material y métodos.....	28
2.1. Material:	28
2.2. Material de estudio	28
2.2.1. Población.	28
2.2.2. Muestra.	28
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	30
2.3.1. Para recolectar datos.	30



2.3.2. Para procesar datos.	31
2.4. Operacionalización de variables.....	44
Resultados.....	46
Discusión	48
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.	50
Referencias Bibliográficas	51
Anexos	53
Anexo n° 1: Matriz de Consistencia.....	53
Anexo n° 2: Ficha de Observación.....	56
Anexo n° 3: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 1 – M1-A	57
Anexo n° 4: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 1 – M1-B.....	58
Anexo n° 5: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 1 – M1-C.....	59
Anexo n° 6: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 2 – M2-A	60
Anexo n° 7: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 2 – M2-B.....	61
Anexo n° 8: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 2 – M2-C.....	62
Anexo n° 9: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 3 – M3-A	63
Anexo n° 10: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 3 – M3-B.....	64
Anexo n° 11: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 3 – M3-C.....	65
Anexo n° 12: Resumen Resultados obtenidos del ensayo Monotónico de Carga Lateral ...	66
Anexo n° 13: Operacionalización de Variables	66
Anexo n° 14: Análisis Estadístico (ANAVA) y Prueba “F”	67



Índice de Tablas

Tabla 1: Resultados de la Resistencia de muros	46
Tabla 2: Resultados de la Rigidez de muros.....	47
Tabla 3: Análisis de varianza (ANAVA) con los resultados de Resistencia	67
Tabla 4: Tabla de puntos porcentuales de la distribución F 0.05, V1, V2; donde se tabulan los datos utilizados para el cálculo del “F” teórico.....	69
Tabla 5: Cuadro resumen del análisis de varianza para la Resistencia (HV)	69
Tabla 6: Análisis de varianza (ANAVA) con los resultados de Rigidez.....	70
Tabla 7: Tabla de puntos porcentuales de la distribución F 0.05, V1, V2; donde se tabulan los datos utilizados para el cálculo del “F” teórico.....	72
Tabla 8: Cuadro resumen del análisis de varianza para la Rigidez (HV)	73

Índice de Figuras

Figura 1: Modelaje de tabiques de albañilería.	16
Figura 2: Espesor efectivo de un muro “t”.	17
Figura 3: Fuerza constante admisible “ V_a ”.	18
Figura 4: Muro de albañilería armada (refuerzo vertical y longitudinal)	18
Figura 5: Sección Transversal de un muro laminar.	19
Figura 6: Conexión a ras entre muro y columna.	19
Figura 7: Conexión dentada entre muros y columna.	20
Figura 8: Muro de albañilería confinado por elementos de concreto armado.	20
Figura 9: Disposición mínima de estribos según ensayos realizados en la PUCP.	23
Figura 10: Detalle del anclaje del refuerzo horizontal continuo en un muro confinado.	24
Figura 11: Comportamiento de muro confinado con confinamiento de rigidez controlada y refuerzo horizontal que integra comportamientos del panel con el de confinamiento vertical y fuerzas internas actuantes.	26
Figura 12: Similitud de falla en el ensayo de corte (compresión diagonal) y en un sismo.	33
Figura 13: Prueba de murete de ladrillo de concreto.	34
Figura 14: Formas de falla de muretes para el ensayo de corte.	34
Figura 15: Esquema de deformación de panel.	35
Figura 16: Ensayo de corte combinado con carga de compresión.	36
Figura 17: Compresión diagonal vs. Deformaciones verticales globales.	37
Figura 18: Muros después del ensayo de Corte. a) Unidades solidas: falla en tracción diagonal. b) unidades huecas: falla por compresión diagonal	37
Figura 19: Determinación de las condiciones ultimas, ciclos estables.	39
Figura 20: Metodología para el ensayo cíclico (ETAPA 1).	41
Figura 21: Metodología para el ensayo cíclico (ETAPA 3 Y 4).	41



Resumen

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Estructuras de la Universidad Nacional de Trujillo, provincia de Trujillo en el año 2018, en un tiempo de tres meses. Esta investigación tiene como propósito establecer aquellos parámetros de resistencia al corte y rigidez lateral para disminuir la vulnerabilidad de las viviendas y edificaciones en general, en zonas con riesgos de fenómenos naturales como los sismos.

Esta investigación es experimental, debido a que se está manipulando de forma intencional la variable. Además, es de experimento puro, debido a que reúne los dos requisitos principales que son el control y la validez interna, además se evaluará una variable independiente que en este caso es la viga de concreto armado intermedia y dos variables dependientes que son la resistencia y rigidez lateral. Se tiene como población nueve probetas, que son los muros confinados, elaborados de acuerdo a la norma E070 de Albañilería, la unidad de estudio es una probeta, específicamente un muro confinado. Para la recolección de datos se utilizó una guía de observación de elaboración propia y revisada por un especialista, donde se realizó el registro de la resistencia y rigidez lateral de cada probeta ensayada. Para el análisis de los datos recolectados se usó la estadística inferencial de la cual se usó el instrumento análisis de varianza (ANAVA).

Se logró realizar el análisis de la resistencia al corte y la rigidez lateral de los muros ensayados en el laboratorio de estructuras de la Universidad Nacional de Trujillo, para lo cual se tuvo que realizar el ensayo de carga lateral monotónicamente creciente y finalmente se puso realizar las correlaciones entre carga lateral y desplazamiento lateral para la obtención de la resistencia al corte y la rigidez lateral.



Abstract

This research was carried out in the Structures Laboratory of the, province of Trujillo in the year 2018, in a time of three months. The purpose of this research is to establish the parameters of resistance to lateral cutting and stiffness in order to reduce the vulnerability of homes and buildings in general, in areas with risks of natural phenomena such as earthquakes.

This research is experimental, because the variable is being manipulated intentionally. It is also pure experiment, because it meets the two main requirements that are the control and internal validity, in addition to an independent variable that in this case is the intermediate reinforced concrete beam and two dependent variables that are the resistance and rigidity side. Its population is nine test pieces, which are the confined walls, made according to the E070 standard of Masonry, the study unit is a test tube, specifically a confined wall. For the collection of data, an observation guide of own elaboration and reviewed by a specialist was used, where the resistance and lateral stiffness of each test piece was recorded. For the analysis of the collected data, the inferential statistic was used, from which the analysis of variance instrument (ANAVA) was used.

It was possible to carry out the analysis of the resistance to the cut and the lateral rigidity of the walls tested in the laboratory of structures of the National University of Trujillo, for which the monotonically increasing lateral load test had to be carried out and finally the correlations between lateral load and lateral displacement to obtain the resistance to the cut and lateral rigidity.



Introducción

1.1. Realidad problemática

La construcción de albañilería, es un sistema donde se ha empleado básicamente elementos de albañilería (muros, vigas, columnas), están compuestos por unidades de arcilla, sílice-cal o concreto, adheridas con mortero de cemento o concreto fluido (“grout”). En los últimos años; en el mundo han surgido nuevas tecnologías y métodos de construcción debido a los diferentes códigos de eficiencia que han entrado en vigor, como es la llamada albañilería armada que consiste en adicionarle refuerzo de acero a través de los muros de albañilería y anclarla en los elementos de confinamiento.

En el país de Colombia, en el artículo titulado “Comportamiento a la fuerza cortante de muros de concreto para vivienda” la cual manifiesta que el problema de la resistencia y rigidez de los muros en una vivienda se solucionan utilizando muros de concreto con refuerzo de acero en el alma debido al potencial de rigidez y resistencia lateral que proporcionan estas estructuras, es así que es el caso de que las demandas de fuerzas y de desplazamientos sean limitadas, se utilizan muros con baja resistencia de concreto y espesor reducido, cuantías de refuerzo menores que la mínima especificada en el reglamento y mallas de alambre soldado como refuerzo a cortante en el alma. Carrillo & Alcocer (2011).

En el país de Venezuela, en su artículo titulado “Evaluación sismo resistente de muros de mampostería confinada con dos o más columnas” nos menciona que el problema de la resistencia al corte (comportamiento sismo resistente) de muros de mampostería confinada, se vienen mejorando incorporando a los muros más de dos columnas por cada longitud de muro que indica la norma de albañilería en dicho país, de este modo obtienen una mejor resistencia frente a las sollicitaciones de gravedad y sismo, así mismo una mayor ductilidad del muro. Marinilli & Castilla (2016).

En el país de México, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), se viene utilizando alambres corrugados de refuerzo horizontal para proporcionarle a los muros una mayor resistencia y rigidez en viviendas de dos niveles construidas de mampostería confinada a escala natural sujeta a cargas laterales, de este



modo consiguen los resultados más precisos para poder modificar sus normas en cuanto a resistencia y rigidez frente a sollicitaciones externas como las de un sismo.

En el Perú, la resistencia y la rigidez de los muros en sistemas de albañilería confinada solo viene determinada por el uso de las unidades de albañilería (ladrillo), el tipo de mortero y los elementos de confinamiento que son de concreto armado, también viene determinado por un acero de refuerzo que va entre el mortero de pega entre las unidades de albañilería y anclado a las columnas de confinamiento, estas vienen propuestas en la Norma Peruana de Albañilería para la construcción. Existe también el sistema de albañilería armada, en el que la resistencia y rigidez de los muros viene determinada además de lo anteriormente dicho, por el acero de refuerzo corrugado tanto vertical como horizontal son los que le proporcionan mayor resistencia y rigidez frente a las sollicitaciones, el cual también está especificado en la Norma Peruana de Albañilería.

En el departamento de Lima - Perú, se viene mejorando la resistencia y rigidez de muros confinados empleando en muchas viviendas y edificaciones, el tipo de albañilería armada, en el cual se usan ladrillos huecos para poder insertar refuerzo de acero por ellos y anclarlos en los elementos de confinamientos para poder lograr un mejor comportamiento frente a los esfuerzos cortantes producto de las cargas laterales a las que se va encontrar los muros producto de los movimientos sísmicos.

En el distrito de La Esperanza – Trujillo – La Libertad, casi la totalidad de viviendas están hechas de albañilería confinada, es decir que la resistencia y la rigidez frente las sollicitaciones a las que se va ver expuesto los muros, solo son soportados por las unidades de albañilería que generalmente son bloques macizos de arcilla, el mortero y los elementos de concreto armado que sirven de confinamiento, solo se usa el sistema convencional mas no se emplea ningún refuerzo para mejorar la resistencia de los muros.

La Norma Técnica E.070, Albañilería, que se encuentra inmersa en el Reglamento Nacional de Edificaciones Peruano, es la que establece los parámetros de control para el cálculo de las resistencias y rigideces de los muros, siendo estos los requisitos para realizar en el cálculo de la rigidez frente las sollicitaciones externas (cargas de gravedad y cargas sísmicas).



Quiróz Cruzado (2016) Encontró que el comportamiento estructural del sistema de muros de albañilería confinada (en una vivienda), contempla más deformaciones en sus niveles teniendo una deformación de 0.0035 (deriva), lo cual es aceptable según la norma de E030 de Diseño Sismo resistente, es por eso que tiende a ser más dúctil (se deforma sin romperse) presentando poca rigidez, y es por eso que ante las sollicitaciones sísmicas, las deformaciones tienden a ser mucho más pronunciadas y no tienen una falla explosiva.

Marinilli & Castilla (2016) determinaron que la rigidez lateral de todos los muros de albañilería confinada se degrada, a medida que se desarrollaron los ensayos frente a cargas perpendiculares al plano del muro confinado. Sin embargo, se observó que la presencia de un mayor número de columnas de confinamiento en los muros ensayados produjo una mayor rigidez lateral inicial de los mismos y que todos los muros presentaron rigideces laterales muy similares entre sí al final de los ensayos, por lo que para un mayor número de columnas de confinamiento se observó una mayor rigidez lateral.

Páez Moreno, Parra Rojas, & Montaña Gutiérrez, (2009) Encontró que, el aumento en el esfuerzo cortante de los muros de albañilería confinada reforzados frente a los no reforzados está directamente relacionado con la ubicación de los grafiles (varillas de acero que sirvieron de refuerzo horizontal en el muro) en el muro confinado, dado que entre más cercano al centro del muro se localice el refuerzo, mayor es la resistencia ante las fuerzas de corte impuestas.

Ruiz García & Alcocer Martínez de Castro (1999) Encontraron que, el uso de una malla de alambre electro soldada como técnica de rehabilitación, le permite a los muros de mampostería confinada incrementar la capacidad ante cargas laterales, disminuir la tasa de deterioro de rigidez lateral y aumentar la capacidad de desplazamiento en las estructuras.

Ogaz, Astroza, & Sierra (2005) Encontraron que, incorporar acero de refuerzo dentro de las unidades que forman el muro estructural, una vez que se produce el inicio del daño, la capacidad de disipación de energía es mayor en comparación con el sistema convencional, pero a costa de sufrir un daño mucho mayor, es por ello que el estado que presenta el muro de albañilería armada corresponde a un nivel de daño grave, prácticamente imposible de reparar, producto del corte de las armaduras horizontales. Esta



situación no se presenta en los muros de albañilería confinada.

Incluir una viga de concreto armado al medio de un muro de albañilería confinada podría ser una alternativa para un buen comportamiento estructural del muro frente a cargas paralelas al plano así como perpendiculares al plano del mismo, esto debido a que la viga cumpliría el papel de arriostrar a las columnas evitando deformaciones excesivas, es decir dándole mayor rigidez al muro, así mismo en caso que las unidades de albañilería fallasen debido al cortante producto de un sismo, esta viga podría evitar que el muro colapse por completo.

En Perú, las empresas aún no han empleado el sistema de muro confinado incorporándole una viga intermedia de concreto armado con la finalidad de darle mayor resistencia y rigidez frente a las solicitaciones, a las que va estar sometida la estructura de la que formara parte, durante su vida útil, esto quizá por el incremento en el costo debido al reemplazo de unidades de albañilería por la viga de concreto.

En la actualidad la albañilería confinada es el sistema de construcción más usado en nuestro país, entre el 70 y 90% de las construcciones, viviendas y edificios, están hechas de albañilería confinada, sin embargo, debido a los fuertes sismos en muchas de estas construcciones los muros de albañilería confinada fallan al cortante provocado por estos, esto es debido a la poca resistencia y rigidez que presentan los muros de albañilería confinada por si solos sin ningún tipo de refuerzo.

No usar el tipo de unidad de albañilería adecuado, puesto que la variedad de unidades de albañilería que se emplea en los muros confinados es elevada; las principales que se utilizan en el medio son las de arcilla, ya sean con moldeo artesanal o industrial, estas unidades según la Norma Peruana E070 de albañilería están clasificadas y tienen ya definidas sus resistencias al corte y a compresión, es decir, que se debe usar la unidad adecuada para las solicitaciones a las que va estar sometida el muro.

El no tener conocimientos del tipo de mortero adecuado que existe para cada tipo de unidad de albañilería, como lo especifica la Norma Peruana E070 de albañilería, así mismo la norma técnica peruana de albañilería y construcción indica cual debe ser el espesor de mortero que debe llevar el muro para lograr una mayor resistencia frente a las



solicitaciones de servicio, muchas veces lleva a los constructores, sobre todo a aquellos que solo son empíricos y no han realizado estudios ni conocen acerca de las normas, a utilizar espesores de juntas de mortero que no cumplen los requisitos y el mortero que no presenta la adherencia suficiente y necesaria para con la unidad que se utilizará para construir el muro confinado, pasando por alto que el mortero debe tener un fin estructural, es por ello que debido a una mala adherencia entre unidad y mortero, el muro al ser sometido a cargas verticales (cargas de gravedad) o bien cargas laterales (de cortante debidas al sismo) el muro tiende a agrietarse en la parte central el cual se extiende por toda la diagonal provocando la falla de todo el muro confinado.

La altura que tiene un muro confinado es de suma importancia en su comportamiento estructural frente a las solicitaciones a las que va estar expuesto, sobre todo a las solicitaciones de corte, pues muchas de las construcciones que hay en el medio, en gran medida sobre todo las viviendas construidas de manera informal (aquellas que no cuentan con el diseño y supervisión de un profesional o un técnico en la construcción), estas construcciones no cumplen con los requisitos que da la norma de construcción y albañilería acerca de la altura máxima que debe de tener un piso de una edificación, provocando que el muro ya no tenga un comportamiento estructural, es decir deja de tener las características de muro portante y en efecto queda vulnerable a fallar frente a los cortantes de un movimiento sísmico.

En la mayoría de muros confinados, ya sean muros perimetrales o muros interiores de una edificación, como en toda construcción se realiza las respectivas instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias, para lo cual se debe picar en algunas ocasiones gran parte de los muros, debido a esto es que el muro pierde la resistencia a las cargas de gravedad, así mismo pierde su resistencia al corte al que va ser sometido durante un sismo, en efecto este muro pierde la rigidez para la que fue diseñada.

Se realizará el análisis mediante el software SAP2000, de un muro confinado incorporándole una viga de concreto armado al medio del mismo, con la finalidad de proporcionar una alternativa de solución frente a los movimientos sísmicos que ocasionan el agrietamiento y muchas veces el absoluto colapso del muro en una vivienda. Estas propiedades que le otorgara la viga de concreto armado al medio del muro, como una



mayor capacidad para oponerse a la rotura y mayor capacidad para oponerse a las deformaciones, servirán para disminuir la vulnerabilidad de las viviendas.

En la actualidad, producto de que muchas veces tanto los constructores empíricos así como los mismos profesionales a cargo como son los ingenieros, al diseñar y construir edificaciones de albañilería confinada no tenemos en cuenta la parte de proyectarse sobre la edificación, es decir que no tomamos en cuenta si la vivienda diseñada, toda la vida será usada como vivienda o quizá será más adelante utilizada como almacén, provocando así que estos muros confinados tengan que soportar más carga de las que se consideró en su diseño previo, estos muros actuando ya con cargas superiores para las que fueron diseñadas, frente a solicitaciones externas como lo es un sismo provocaría que el muro falle por completo, producto de la excesiva compresión y el cortante del sismo, todo esto debido a que los muros no presentan ningún refuerzo horizontal que pueda darle rigidez frente a las solicitaciones.

Las perforaciones o semi-perforaciones que se realizan sobre los muros confinados, ya sea para las respectivas instalaciones eléctricas o instalaciones sanitarias, disminuyen la resistencia tanto a la compresión como al corte, es decir estos muros pierden parte de su capacidad portante para las que se diseñaron, sobre todo en construcciones informales estas aberturas que dejan (en el caso de instalaciones sanitarias) ni siquiera son rellenadas con el mortero y alambre que se indica en la norma de construcción y albañilería, perdiendo gran parte del confinamiento de las unidades de albañilería, provocando el colapso total frente al corte producido por el sismo ya que el muro además de no tener el confinamiento vertical que requiere, no se le refuerza de manera horizontal con ningún material, pese a que la norma si lo indica.

Al no realizarse esta investigación, los muros confinados seguirán fallando producto del cortante al que se ven sometidos ante movimientos sísmicos, así mismo no considerar nuevas propuestas de refuerzo en las construcciones seguirá costando muchas vidas humanas, esto debido a que estamos en un país que está ubicado en el “Círculo de fuego del Océano Pacífico”, el que representa el 85% de la actividad sísmica mundial, es por ello que se debe tomar conciencia de los efectos que tendría esto sobre las construcciones de albañilería confinada.



1.2. Formulación del problema

¿Qué influencia tiene una viga de concreto armado intermedia sobre la resistencia y rigidez en muros de albañilería confinada en edificaciones de la Esperanza 2018?

En la actualidad la albañilería confinada es el sistema de construcción más usado en nuestro país, entre el 70 y 90% de las construcciones, viviendas y edificios, están hechas de albañilería confinada, sin embargo debido a los malos procesos constructivos, el no tener conocimientos de los correctos elementos que conforman el muro, así mismo el no cumplir con los requisitos de la norma de albañilería y de no usar ningún tipo de refuerzo para proporcionarle mayor resistencia y rigidez a los muros, provocando que estos fallen cuando se ven sometidos a sollicitaciones como las fuerzas del sismo.

1.3. Justificación

El presente trabajo de investigación será un aporte a la comunidad de La Esperanza, los valores hallados en esta investigación servirán como referencia para el diseño de edificaciones que utilicen el sistema de construcción de albañilería confinada para poder obtener muros con una mayor resistencia y rigidez frente a las sollicitaciones de servicio a las que estará sujeto a lo largo de su vida útil.

Así mismo realizar nuevas propuestas en la construcción que tengan un impacto positivo en el comportamiento estructural frente a los fenómenos naturales como es el caso de los sismos, es de suma importancia para la ingeniería civil ya que con ello resguardamos y evitamos la pérdida de vidas humanas, es por ello que con la inclusión de una viga de concreto armado el medio de un muro se busca darle mayor rigidez y en consecuencia mayor resistencia frente a los sismos.

Justificación Teórica: Esta investigación nace con la necesidad de brindar información sobre el diseño de muros confinados que presenten una mayor resistencia (capacidad para oponerse a la rotura) y una mayor rigidez (capacidad para oponerse a las deformaciones), incorporando una viga de concreto armado al medio de un muro de albañilería confinada y anclada en las columnas de confinamiento, logrando un mejor comportamiento estructural frente a las sollicitaciones a las que estará expuesta la vivienda.



Justificación Aplicativa o Práctica: La realización de esta investigación servirá para hacer frente a los problemas que sufren los muros confinados de las viviendas cuando están sometidos a sollicitaciones externas, como el agrietamiento debido a tracción diagonal, que son producto de los fenómenos naturales como los sismos. Estos muros de albañilería confinada frente a sismos (cargas paralelas y perpendiculares a sus planos) no presentan mucha resistencia y rigidez, provocando unas grietas en el centro del muro los cuales se expanden por la diagonal, es por ello que al colocar la viga al medio del muro se pretende dar mayor resistencia frente al cortante y posiblemente evitar las grietas.

Justificación Valorativa: Esta investigación es de gran importancia porque va a reducir la vulnerabilidad de las viviendas frente a cualquier evento natural, sobre todo a las fuerzas laterales que los sismos provocan en una vivienda, protegiendo a la población en su integridad física y también en lo económico, además tener en cuenta que el distrito de La Esperanza está ubicado en zona de alta actividad sísmica, establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Justificación Académica: Los resultados obtenidos al final de esta investigación servirán para incrementar los estudios anteriormente realizados sobre temas afines, así como también brindará datos sobre las deformaciones obtenidas al ser analizado mediante el software SAP2000 para futuras investigaciones de estudiantes universitarios u otro. Además, estos datos les servirán a entidades, tanto públicas como privadas, que quisieran realizar alguna construcción utilizando este modelo de muro confinado incluyendo una viga de concreto armado al medio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia que tiene de una viga de concreto armado intermedia sobre la resistencia y rigidez en muros de albañilería confinada.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Realizar el ensayo a carga lateral monotónica creciente al muro confinado sin y con viga de concreto intermedia.



- Obtener las dimensiones de la sección de la viga intermedia que proporciona mayor resistencia y rigidez al muro.
- Determinar las grietas que presenta el muro al aplicarle una carga lateral como prueba indirecta de resistencia.
- Determinar los desplazamientos que presente el muro al analizarlo.
- Determinar la resistencia que presente el muro confinado.
- Determinar la rigidez que presente el muro confinado.
- Comparar los desplazamientos, resistencia y rigidez con las de un muro de albañilería confinada convencional.

1.5. Antecedentes

- **Perú**

“COMPORTAMIENTO SISMICO DEL ADOBE CONFINADO, VARIABLE: REFUERZO HORIZONTAL”

Torres Ramírez (2012), El objetivo principal del proyecto es comparar el comportamiento sísmico de un muro de adobe confinado con otro similar, pero que presente una cuantía mínima de refuerzo horizontal, espaciado cada 6 hiladas. Se diseñó y construyó a escala natural dos muros de adobe confinado, con las mismas dimensiones y acero de refuerzo en los elementos de confinamiento; la variante fue el empleo de refuerzo horizontal en una cuantía mínima. El muro patrón fue denominado M1, mientras que el muro reforzado horizontalmente se denominó M2, cuyo refuerzo fue a cada seis hiladas. El ensayo consistió en aplicar a los muros una carga lateral cíclica con desplazamiento horizontal controlado, hasta alcanzar una deriva máxima de 0.0084. Se realizaron los ensayos a carga lateral cíclica de los muros para determinar los diagramas Cortante – Desplazamiento lateral en donde se puede observar el comportamiento de dichos muros. El refuerzo horizontal existente en M2, controló en mucho mayor grado que M1 al grosor de las grietas diagonales existentes en la zona central de la albañilería, y con ello controló su deterioro, tratando de unificar los adobes con las columnas.

En esta investigación el aportará una alternativa de solución frente al solicitaciones sísmicas de un muro de adobe confinado, que al adicionarle refuerzo de acero en las juntas de mortero horizontal mejora su comportamiento, servirá de base para futuras investigaciones que deseen ampliar la investigación del refuerzo en muros de adobe confinados para recibir cargas en otras direcciones.



“PROPUESTA NORMATIVA PARA EL DISEÑO SISMICO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA CONFINADA”

Bartolomé & Quiun (2004), El objetivo de este trabajo es encontrar una técnica de diseño estructural basado en criterios de resistencia y desempeño sísmico, aplicable a las edificaciones de albañilería confinada de mediana altura (hasta cinco pisos). El procedimiento de diseño contempla el desempeño elástico de los muros, ante la acción de sismos moderados o frecuentes y la falla por corte con ductilidad limitada ante los sismos severos, de tal modo que el sistema sea reparable; Para lograr estos propósitos es necesario que los elementos de confinamiento sean diseñados para soportar la carga que origina el agrietamiento diagonal de los muros (denominada VR) y por otro lado se debe proporcionar una adecuada resistencia y rigidez a la edificación. Para la comprobar de esta técnica, se han hecho ensayos de simulación sísmica en una mesa vibradora y ensayos de carga lateral cíclica obteniendo así las curvas de degradación de la resistencia lateral como también el diagrama cortante – desplazamiento lateral. Se concluye que una manera de producir la falla por flexión en los muros es mediante la inclusión de refuerzo horizontal importante. Sin embargo, la forma que tienen los ladrillos fabricados en Perú, sin canales que permitan embutir a las varillas horizontales, hacen que como máximo se pueda utilizar varillas de diámetro $\frac{1}{4}$ ” dentro de las juntas de mortero, es así que de emplearse varillas de mayor diámetro, el grosor de las juntas horizontales se incrementaría, lo que disminuiría significativamente la resistencia al agrietamiento diagonal debido al corte.

Este trabajo aportará nuevos métodos y técnicas constructivas e incorporará nuevas alternativas como solución frente a las sollicitaciones de sismo a las que se ve sometida los muros de albañilería confinada de las estructuras, así mismo servirá de base para seguir las investigaciones en esta rama de refuerzos para en muros confinados para controlar las grietas y darle mayor resistencia al cortante.

- **Venezuela**

“EVALUACIÓN SISMORRESISTENTE DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON DOS O MÁS MACHONES”

Marinilli & Castilla (2016), El propósito de este trabajo es presentar los resultados de cuatro ensayos realizados para evaluar el efecto del número de elementos de confinamiento vertical, denominados machones (columnas), en el comportamiento sismo

resistente de muros de mampostería confinada. Los muros fueron ensayados bajo carga lateral, alternante, creciente y a carga vertical constante. Los cuatro muros fueron contruidos a escala natural, con igual área transversal nominal, conteniendo dos, tres o cuatro machones (columnas) de la siguiente manera: el Muro M1 consistió de un paño de mampostería y dos machones, el Muro M2 consistió de dos paños de mampostería y tres machones equiespaciados, el Muro M3 también consistió de dos paños de mampostería pero el machón central estaba ubicado a 1/3 de la longitud del muro y el Muro M4 contenía tres paños de mampostería y cuatro machones equiespaciados. Los resultados muestran cómo el número de machones afecta la degradación de la rigidez, la capacidad de disipación de energía, la ductilidad, el patrón de agrietamiento, la deformabilidad y la resistencia de los muros. Se determinó que la presencia de un mayor número de machones en los muros ensayados produjo una mayor rigidez lateral inicial de los mismos y que todos los muros presentaron rigideces laterales muy similares entre sí al final de los ensayos.

Este estudio aportará los resultados del análisis de muros con más de dos columnas realizado para mejorar las recomendaciones de análisis y diseño de estructuras de muros de mampostería confinada para comportarse adecuadamente ante sollicitaciones externas como las de un sismo severo a que el muro estará sometido a largo de su vida útil para poder salvaguardar las vidas de las personas que alberga dentro de ella.

- **Colombia**

“ALTERNATIVA ESTRUCTURAL DE REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS DE MAMPOSTERIA”

Páez Moreno, Parra Rojas, & Montaña Gutiérrez (2009), El propósito es analizar el comportamiento de muros de mampostería, característico de la ciudad de Tunja-Medellín-Colombia, con la dotación de grafiles de acero como alternativa de refuerzo horizontal frente a las fuerzas cortantes. Los muros fueron ensayados bajo carga lateral constante, los cinco muros fueron contruidos de dimensiones de 50 cm de longitud por 50 cm de altura, con igual área transversal nominal, conteniendo refuerzo transversal en las juntas de la siguiente manera: el Muro T1 no presenta ninguna clase de refuerzo en las juntas, el Muro T2 presenta en las juntas horizontales # 3 y 4 dos grafiles embutidos en el mortero y colocados en los límites del tercio medio con respecto al ancho del ladrillo, el Muro T3

presenta en las juntas # 2 y 5 dos grafiles embutidos en el mortero, Muro T4 presenta en las juntas horizontales # 1 y 6 dos grafiles embutidos en el mortero y colocados en los límites del tercio medio con respecto al ancho del ladrillo, Muro T5 presenta en cada junta horizontal un grafil embutido en el mortero y centrado con respecto al ancho del ladrillo. Se analizó el comportamiento físico y mecánico de los muros de mampostería al ser sometidos al ensayo de compresión diagonal agrupando los modelos por tipologías de falla propuestas de acuerdo con las características particulares de las mismas; asimismo, se analizaron los resultados obtenidos tanto en cada muro como en cada tipo. Se determinó que la implementación de refuerzo horizontal en los muros de mampostería permite que se presente un notable aumento en la resistencia al esfuerzo cortante frente a los muros sin refuerzo y que el aumento en el esfuerzo cortante de los muros reforzados frente a los no reforzados está directamente relacionado con la ubicación de los grafiles en el muro, dado que entre más cercano al centro se localice el refuerzo, mayor es la resistencia ante las fuerzas de corte impuestas.

Los resultados del proceso de análisis del comportamiento individual y general de los muros de mampostería sometidos al ensayo de compresión diagonal, permiten identificar la variación del esfuerzo cortante representativo para cada tipo de muro, en relación con el refuerzo empleado en los diferentes modelos y la tipología de falla, lo cual servirá de base para poder realizar un óptimo refuerzo frente a fuerzas de corte en muros.

- **España**

“COMPORTAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERIA DE BLOCK HUECO SUJETO A CARGAS LATERALES, REFORZADO CON VARILLAS DE FIBRA DE VIDRIO EN LAS JUNTAS DE MORTERO”

Hernández Zamora (2013), El objetivo de este trabajo es evaluar el incremento en la resistencia a cortante en muros de mampostería confinada, al reforzar las diagonales de este utilizando varillas de Polímero Fibro-Reforzado (FRP) sobre las juntas horizontales de mortero. Se ensayaron dos muros de mampostería confinada a escala natural construidas con piezas de block y mortero tipo I, uno de los muros se reforzó con varillas de fibra de vidrio (GFRP) colocadas horizontalmente sobre las juntas de mortero y cubrían 0.50 m de cada lado de las diagonales en ambas caras del espécimen, mientras que el otro muro se dejó sin reforzar; se le aplicó carga axial constante simulando las cargas inducidas por la

construcción de dos niveles y carga lateral cíclica reversible en su plano. Se elaboraron graficas carga-distorsión lateral, carga-esfuerzo para cada varilla de acero instrumentada, se determinó la rigidez de ciclo del muro, así como también graficas de energía disipada, se compararon cada uno de los parámetros medidos o calculados en cada uno de los muros. Se determinó que la colocación de varillas de GFRP aumentó considerablemente la rigidez inicial del muro reforzado comparado con el muro sin reforzar, el refuerzo GFRP no a mejorar la carga al primer agrietamiento, la resistencia máxima del muro reforzado fue 1.53 veces la del muro no reforzado.

Este estudio aportará para poder ampliar la gama de refuerzos en muros de mampostería confinada frente a cargas laterales de sismo, así mismo servirá de base para continuar con la experimentación de muros con varillas de GFRP de diferente longitud y así poder optimizar su implementación en el campo de la albañilería.

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL PLANO, DE LA MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE CONCRETO CON REFUERZO INTEGRAL, BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE SERVICIO”

Ayala Antillón, Martínez Jiménez, & Trujillo Peraza (2012), El objetivo de este trabajo es Conocer el comportamiento estructural en el plano, de paredes de bloque de concreto con refuerzo integral, para edificaciones de uso habitacional tipo condominio; en función de la variación de las cargas de servicio. Se efectuó el ensayo experimental de quince especímenes conformados con el sistema de bloque de concreto con refuerzo integral, planificados a ensayarse bajo carga en el plano, tres especímenes por cada nivel de carga, y así conocer características del comportamiento estructural ante un evento sísmico. Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión de los quince especímenes para construir la envolvente de respuesta de resistencia, así mismo se realizó el ensayo de resistencia a carga lateral y rigidez para obtener las envolventes de falla. Se observó que a medida que conforme se incrementó la carga vertical en los especímenes la resistencia al corte aumento así mismo que con el incremento de esfuerzos verticales, se requirió un número mayor de ciclos para poder agrietar los especímenes.

El aporte de esta investigación se dirigirá a contribuir en la generación de información técnica (para la construcción), que ayudará a entender el comportamiento



estructural, del sistema de bloque de concreto con refuerzo integral, utilizado para conformar edificaciones tipo condominios, también ayudará a conocer como la transmisión de la carga de servicio influye en el comportamiento de la mampostería, bajo el análisis de cortante.

1.6. Bases Teóricas.

1.6.1. La Albañilería

A) Aspectos Generales

La albañilería es la técnica para construir con materiales y agregados como ladrillos, arena y materiales semejantes y que en su forma tradicional está integrado por unidades con mortero. En consecuencia, es un material de unidades débilmente unidas o pegadas. Este hecho, confirmado por ensayos y por la experiencia, permite afirmar que se trata de un material heterogéneo y anisotrópico que tiene, por naturaleza, una resistencia a la compresión elevada, dependiente principalmente de aquella de la propia unidad, mientras que la resistencia a la tracción es reducida y está controlada por la adhesión entre la unidad y el mortero. Gallegos & Casabonne (2005).

B) Construcción en Albañilería

✓ Construcción de Albañilería

Es todo sistema estructural que básicamente se ha empleado elementos de albañilería (muros, vigas, pilastras, etc.). Estos elementos a su vez están compuestos por unidades de arcilla, sílice-cal o de concreto, adheridas con mortero de cemento o concreto fluido ("grout"). Bartolomé (1994).

✓ Albañilería Estructural

Son construcciones de albañilería que han sido diseñadas de tal manera que las cargas actuantes durante su vida útil se transmitan adecuadamente a través de los elementos de albañilería (convenientemente reforzados) hasta el suelo de cimentación.

En cuanto a construcciones, el sistema estructural de albañilería debería emplearse sólo cuando estas edificaciones contengan una abundancia de muros; por ejemplo: en las viviendas unifamiliares y multifamiliares, los hoteles, etc. Luego esto no quiere decir que toda la estructura deba ser de albañilería, sino que pueden existir columnas aisladas de

cualquier otro material que ayuden a los muros a transmitir la carga vertical, incluso podrían existir placas de concreto armado que en conjunto con la albañilería tomen la fuerza sísmica; sin embargo, el sistema estructural predominante estará conformado por los muros de albañilería. Bartolomé (1994).

1.6.2. Tipos de Albañilería y Especificaciones Reglamentarias

La albañilería se clasifica de dos maneras:

- Por la Función Estructural (o Solicitaciones Actuantes).
- Por la Distribución del Refuerzo.

A) Clasificación por la Función Estructural

Los Muros se clasifican en Portantes y No Portantes.

✓ Muros No Portantes

Aquellos que no reciben carga vertical como, por ejemplo: los cercos, los parapetos y los tabiques. Estos muros deben diseñarse básicamente ante cargas perpendiculares a su plano, originadas por el viento, sismo u otras cargas de empuje.

Mientras que los cercos son empleados como elementos de cierre en los linderos de una edificación (o de un terreno), los tabiques son utilizados como estructuras divisorias de ambientes en los edificios; en tanto que los parapetos son usados como barandas de escaleras, cerramientos de azoteas, etc.

En nuestro medio, los tabiques son mayormente hechos de albañilería, esto se debe a las buenas propiedades térmicas, acústicas e incombustibles de la albañilería. Por lo general, en estos elementos se emplea mortero de baja calidad y ladrillos huecos de forma tubular (perforaciones paralelas a la cara de asentado) denominados "pandereta", cuyo propósito es aligerar el peso del edificio, con el consiguiente decrecimiento de las fuerzas sísmicas. Sin embargo, si los tabiques no han sido cuidadosamente aislados de la estructura principal, haciéndolos "flotantes", se producirá la interacción tabique estructura en el plano del pórtico. Bartolomé (1994).

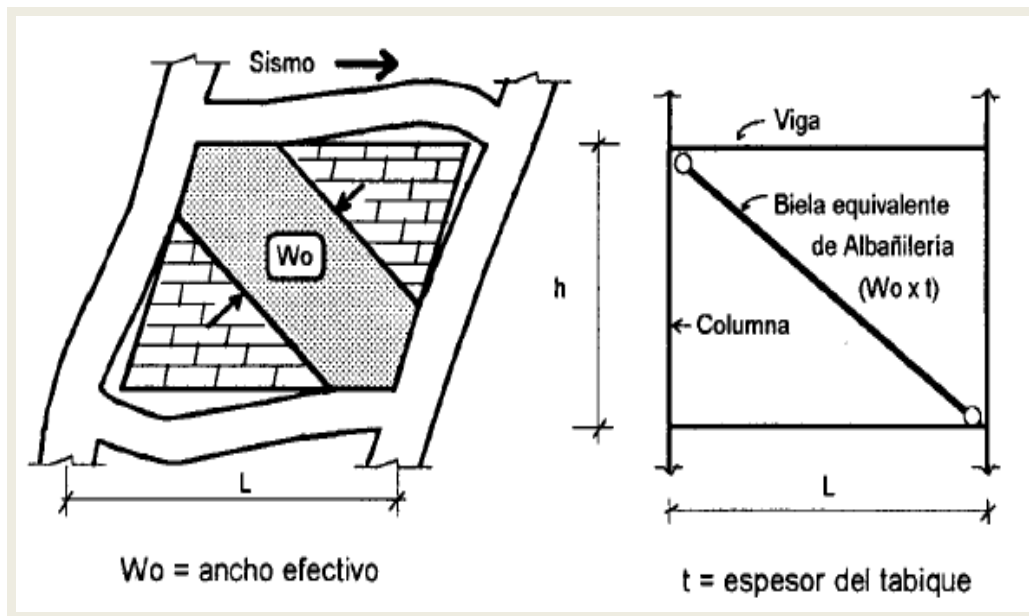


Figura 1: Modelaje de tabiques de albañilería.

Fuente: Bartolomé, A. (1994) Construcciones de Albañilería.

✓ Muros Portantes

Son los que se emplean como elementos estructurales de un edificio. Estos muros están sujetos a todo tipo de solicitación, tanto contenida en su plano como perpendicular a su plano, tanto vertical como lateral y tanto permanente como eventual. Bartolomé (1994).

B) Clasificación por la Distribución de Refuerzo

De acuerdo a la distribución del refuerzo, los muros se clasifican en:

- Muros No Reforzados o de Albañilería Simple.
- Muros Reforzados (Armados, Laminares y Confinados).

✓ Muros No Reforzados o Albañilería Simple

Son aquellos muros ausentes de refuerzo; o que teniéndolo no cumplen con las especificaciones mínimas reglamentarias que debe tener todo muro reforzado.

De acuerdo a la Norma E-070, su uso está dirigido a construcciones de un piso; sin embargo, en Lima - Perú existen muchos edificios antiguos de albañilería no reforzada, incluyendo hasta 5 pisos, pero ubicados sobre suelos de buena calidad y con una alta densidad de muros en sus dos direcciones, razones las cuales estos sistemas se comportaron elásticamente ante los terremotos ocurridos en los años de 1966, 1970 y 1974. Bartolomé (1994).

El espesor efectivo del muro se define como su espesor bruto descontando los acabados (por el posible desprendimiento del tarrajeo producto de las vibraciones sísmicas), las bruñas u otras indentaciones. De acuerdo a la Norma E-070, el espesor efectivo mínimo a emplear en los muros no reforzados debe ser: $t = h / 20$, donde "h" es la altura libre de piso a techo, o altura de pandeo. Esta fórmula proviene de considerar posibles problemas de pandeo cuando los muros esbeltos se ven sujetos a cargas perpendiculares a su plano o a cargas verticales excéntricas. Bartolomé (1994).

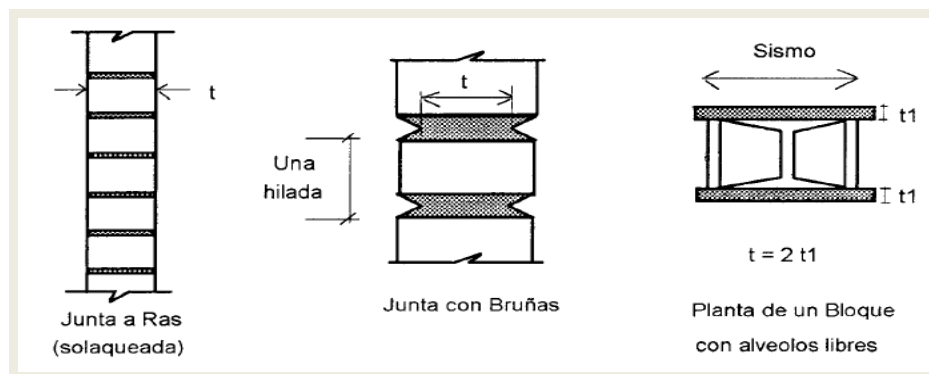


Figura 2: Espesor efectivo de un muro "t".

Fuente: Bartolomé, A. (1994) Construcciones de Albañilería.

Aunque la Norma E-070 no lo especifique, será preferible que estos sistemas no reforzados estén ubicados sobre suelos de buena calidad, ya que la albañilería es muy frágil ante los asentamientos diferenciales.

En realidad, la resistencia al corte y la rigidez en el plano de los muros no reforzados son comparables con las correspondientes a los muros reforzados; pero debido a la fragilidad y falla que tienen los muros no reforzados (no existe refuerzo que controle el tamaño de las grietas), la Norma adopta factores de seguridad para los muros no reforzados iguales al doble de los correspondientes a los reforzados. Bartolomé (1994).

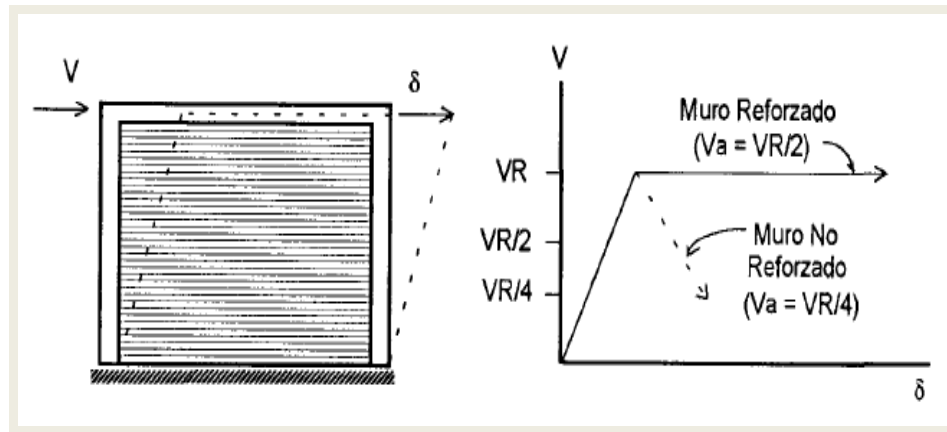


Figura 3: Fuerza constante admisible " V_a ".

Fuente: Bartolomé, A. (1994) Construcciones de Albañilería.

✓ Muros Reforzados o Albañilería Reforzada

De acuerdo con la disposición del refuerzo, los muros se clasifican en:

- - Muros Armados
- - Muros Laminares ("Sándwich")
- - Muros Confinados

Según la Norma E-070, en todo muro reforzado puede emplearse un espesor efectivo igual a: $t = h / 26$ (para una altura libre $h = 2.4$ m, se obtendría $t = 9$ cm); sin embargo, se recomienda la adopción de un espesor efectivo mínimo igual a: $h / 20$, para evitar problemas de excentricidades accidentales por la falta de verticalidad del muro y para facilitar la colocación del refuerzo vertical y horizontal. (Bartolomé, 1994).

a) Muros Armados

Los Muros Armados se identifican por llevar el refuerzo en el interior de la albañilería. Este refuerzo está mayormente distribuido a lo largo de la altura del muro (refuerzo horizontal) como de su longitud (refuerzo vertical). (Bartolomé, 1994)



Figura 4: Muro de albañilería armada (refuerzo vertical y longitudinal)

Fuente: Aceros Arequipa (2010), Manual de Construcción para Propietarios.

b) Muro Laminado

Este muro está conformado por una placa delgada de concreto (dependiendo del espesor, 1 a 4 pulgadas, se usa grout o concreto normal) reforzado con una malla de acero central, y por 2 muros de albañilería simple que sirven como encofrados de la placa. (Bartolomé, 1994).

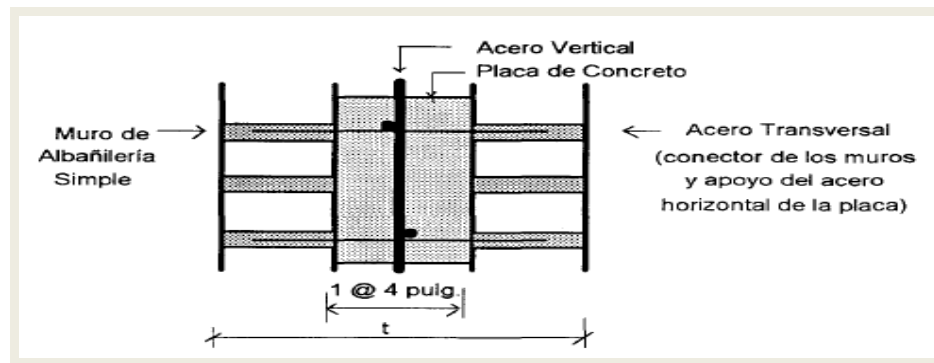


Figura 5: Sección Transversal de un muro laminar.

Fuente: Bartolomé, A. (1994) Construcciones de Albañilería.

c) Albañilería Confinada

Este sistema es el que tradicionalmente se emplea en casi toda Latinoamérica para la construcción de edificios de hasta 5 pisos. La Albañilería Confinada se identifica por estar conformada por un muro de albañilería simple enmarcado por una cadena de concreto armado, vaciada con posterioridad a la construcción del muro. Generalmente, se emplea una conexión dentada entre la albañilería y las columnas; este proceso es una tradición peruana, diferente al de Chile que utiliza una conexión prácticamente a ras que tuvo un buen comportamiento en el terremoto de 1985. (Bartolomé, 1994).



Figura 6: Conexión a ras entre muro y columna.

Fuente: Aceros Arequipa (2010), Manual de Construcción para Proprietarios.



Figura 7: Conexión dentada entre muros y columna.

Fuente: Aceros Arequipa (2010), Manual de Construcción para Propietarios

El pórtico de concreto armado, que rodea al muro, sirve principalmente para ductilizar al sistema para otorgarle capacidad de deformación inelástica, incrementando muy levemente su resistencia, por el hecho de que la viga ("solera", "viga collar", "collarín" o "viga ciega") y las columnas son elementos de dimensiones pequeñas y con escaso refuerzo. Adicionalmente, el pórtico opera como elemento de arriostre cuando la albañilería se ve sujeta a acciones perpendiculares a su plano. (Bartolomé, 1994).

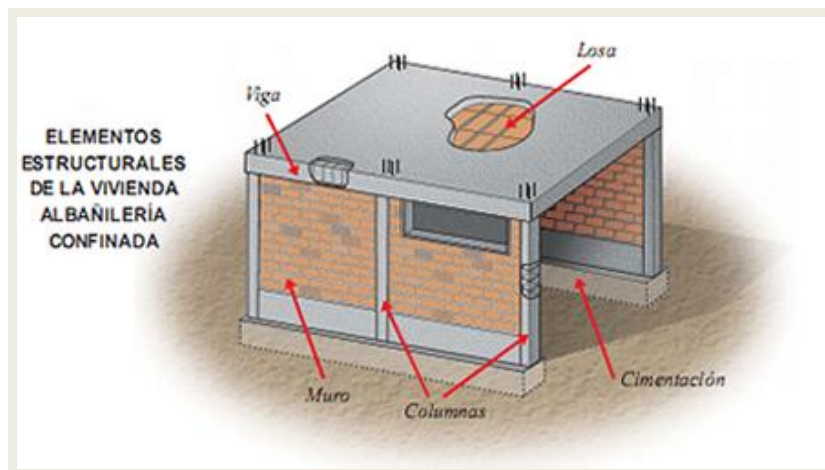


Figura 8: Muro de albañilería confinado por elementos de concreto armado.

Fuente: Aceros Arequipa (2010), Manual de Construcción para Propietarios.

La acción de confinamiento que proporciona el pórtico de concreto puede interpretarse físicamente mediante el ejemplo siguiente:

“Supongamos un camión sin barandas, que transporta cajones montados unos sobre otros. Si el camión bruscamente acelera, es posible que los cajones salgan desplazados hacia atrás debido a la fuerza de inercia, lo que no pasaría si el camión tuviese barandas”. Bartolomé (1994).

Haciendo una comparación entre ese ejemplo y la albañilería confinada sujeta a terremotos, la aceleración del camión correspondería a la aceleración sísmica, los cajones sueltos serían los elementos de albañilería simple y que se agrieta por el sismo. Las barandas del camión corresponderían al marco de concreto, el que evidentemente tiene que ser especialmente diseñado a fin de que la albañilería simple siga trabajando, incluso después de haberse fragmentado.

Es destacable señalar que el comportamiento sísmico de un tabique en el interior de un pórtico principal de concreto armado, es totalmente diferente al comportamiento de los muros confinados. La razón fundamental de esa diferencia se debe al procedimiento de construcción, al margen del tipo de unidad o mortero que se emplea en cada caso.

Mientras que en el caso de los tabiques primero se construye la estructura de concreto armado (incluyendo el techo que es sostenido por el pórtico) y finalmente se levanta el tabique, en el caso de los muros confinados el proceso constructivo es al revés; esto es, primero se construye la albañilería, posteriormente se procede con el vaciado de las columnas y luego se vacían las soleras en conjunto con la losa del techo. Con lo cual, el muro confinado es capaz de transportar y transmitir cargas verticales, cosas que no lo hacen los tabiques. Bartolomé (1994).

1.6.3. Requisitos para que un muro se considere confinado

- A) El muro debe estar enmarcado en sus 4 lados por elementos de concreto armado (o la cimentación) especialmente diseñados; esto se debe al carácter cíclico del efecto sísmico.
- B) La distancia máxima entre los confinamientos verticales (columnas) debe ser 2 veces la distancia que existe entre los confinamientos horizontales (soleras); más allá la acción de confinamiento se pierde, especialmente en la región central de la albañilería donde el tamaño de las grietas se vuelve incontrolable. Cabe señalar que, en la Norma Mexicana especifica que la distancia máxima entre los confinamientos verticales es 4 m, y entre los horizontales es 3 m.
- C) El área mínima de las columnas de confinamiento debe ser:

$$A_c (\text{mín.}) = 20 * t \text{ (cm}^2\text{)}$$

Dónde: t = espesor efectivo del muro (cm)

Con respecto a la solera, ésta puede tener un peralte igual al espesor de la losa del techo, con un área suficiente para alojar al refuerzo respectivo; esto se debe a que la solera trabaja a tracción y más bien debe servir como un elemento transmisor de cargas verticales y horizontales hacia la albañilería. Cabe mencionar que estudios realizados mediante el método de Elementos Finitos, variando el peralte de la solera de 0.2 a 0.6 m, en muros confinados de forma cuadrada, demostraron que era innecesario incrementar dicho peralte, en vista que los esfuerzos producidos por la carga vertical (en las columnas y en la albañilería) resultaron ser prácticamente independientes de esa variable.

D) El área de acero mínimo del refuerzo a emplear en los elementos de confinamiento horizontal y vertical, debe ser:

$$A_s (\text{mín.}) \geq 0.1 f'_c * A_c \text{ I } f_y$$

Esta expresión proviene de suponer que en caso el concreto fisure por tracción, debe existir un refuerzo mínimo capaz de absorber esa tracción (T); esto es:

$$T = f'_t * A_c = (0.1 * f'_c) A_c \leq A_s f_y \rightarrow A_s (\text{mín.}) \geq 0.1 * f'_c * A_c \text{ I } f_y$$

Al respecto, se aconseja utilizar como mínimo $4 \leq \rho \leq 3/8"$, de manera que exista un núcleo de concreto bordeado por una canastilla de acero que lo confine. Adicionalmente, en dicha referencia se indica que debe emplearse un concreto cuya resistencia mínima sea $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

E) El anclaje del refuerzo vertical y horizontal, así como los traslapes, deben ser diseñados a tracción. De esta manera, la longitud de traslape de acuerdo a la Norma de Concreto E-060 es:

$$L_T (\text{clase C}) = 1.7 (0.006 D f_y) = 45 D;$$

Donde:

$$D = \text{diámetro de la barra} \leq 3/4"$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

En tanto que la longitud de desarrollo de la parte recta de una barra que termina en gancho estándar es:

$$L_{dg} = 318 D / \sqrt{f'_c} \geq 8 D$$

ó

$$L_{dg} = 15 \text{ cm.}$$

Esto último conlleva a que las columnas deban tener un peralte adecuado (mínimo 20 cm), de modo que permita anclar el refuerzo longitudinal empleado en las soleras.

- F) En previsión del corrimiento de la falla diagonal del muro sobre los elementos de confinamiento, debe existir concentración mínima de estribos en las esquinas del marco de confinamiento.

Según la Norma E-070:

longitud a confinar es 50 cm o 2.5 d (d = peralte de la columna o solera).

Al respecto (basada en los múltiples ensayos realizados en la PUCP) se aconseja utilizar como mínimo el siguiente espaciamiento entre estribos:

[‘] $\phi 1/4"$, 1 @ 5, 4 @ 10 cm, resto @ 25 cm (montaje)

Con una zona a confinar igual a 45 cm o 1.5 d (menor a la especificada en la Norma E-070), adicionando por lo menos 2 estribos en los nudos.

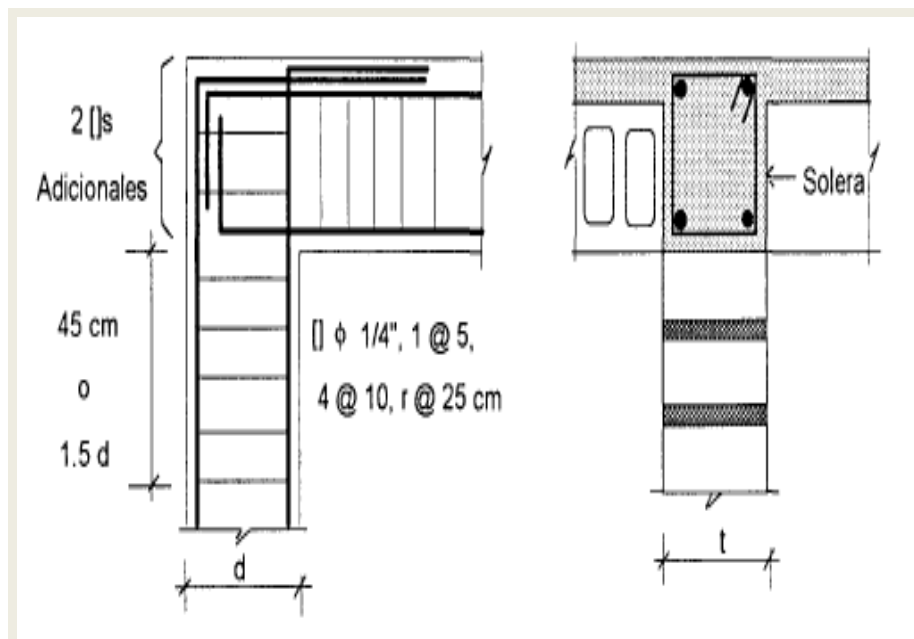


Figura 9: Disposición mínima de estribos según ensayos realizados en la PUCP.

Fuente: Bartolomé, A. (1994) Construcciones de Albañilería.

- G) Debe señalarse que los múltiples ensayos realizados sobre muros confinados indican que, cuando ellos están sujetos a una elevada carga vertical (definida como un esfuerzo axial que excede el 5% de la resistencia a compresión de las pilas de albañilería: $\sigma > 0.05 f'm$), tienen un mal comportamiento sísmico, disminuyendo drásticamente su ductilidad. Para evitar este problema, debe adicionarse una cuantía mínima de refuerzo horizontal (0.001), el cual debe ser

continuo y anclado en las columnas con ganchos verticales. El doblaje de estos ganchos debe ser vertical, en previsión de fallas por anclaje que podrían generarse cuando se formen fisuras horizontales de tracción por flexión en las columnas. Sin embargo, aun existiendo ese refuerzo horizontal, el esfuerzo axial actuante no debe exceder de $0.15 f'm$.

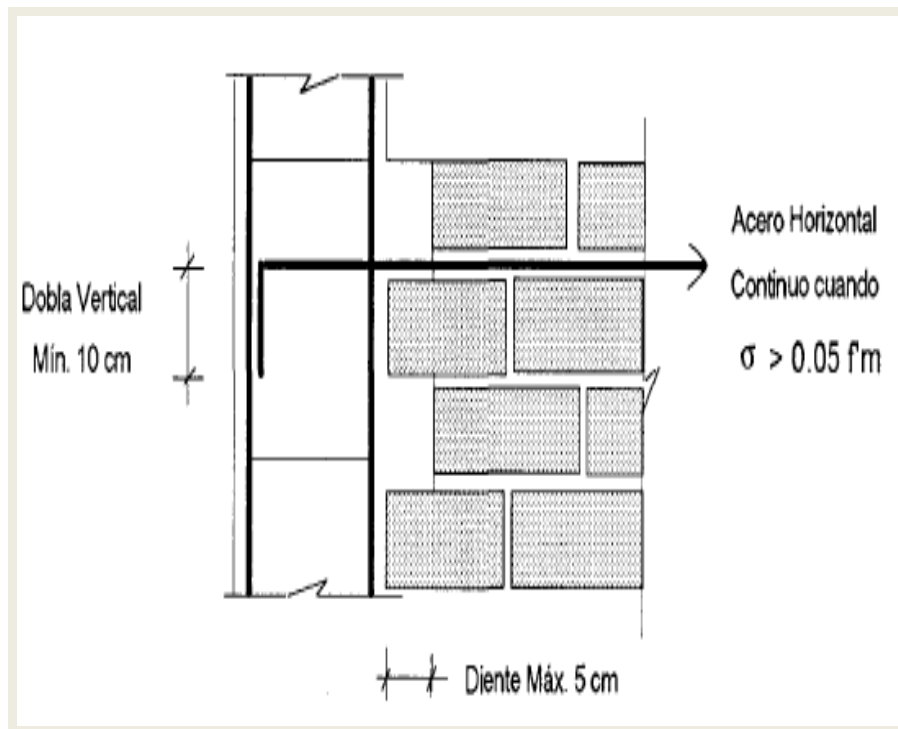


Figura 10: Detalle del anclaje del refuerzo horizontal continuo en un muro confinado.

Fuente: Bartolomé, A. (1994) Construcciones de Albañilería

1.6.4. Parámetro de Rigidez Relativa

La relación entre la rigidez relativa de los confinamientos y la del paño de albañilería puede ser cuantificada mediante el parámetro de rigidez relativa (b_s), definido por la ecuación:

$$b_s = \left(\frac{E_m t}{4EIh} \right)^{1/4}$$

Donde:

- E_m = Módulo de elasticidad del muro
- t = Espesor del muro
- EI = Rigidez a la flexión del confinamiento vertical
- h = Altura del entrepiso

De acuerdo con la evaluación de los múltiples ensayos efectuados en muros confinados sometidos a cargas coplanares, es posible identificar el comportamiento probable de un muro confinado sobre la base del valor del parámetro de rigidez. Gallegos & Casabonne (2005).

Cuando b_s es menor que 0.11/cm, lo que indica que los confinamientos son muy rígidos en comparación con el paño de albañilería, el comportamiento puede asimilarse, como en el caso de los pórticos rellenos, al de un pórtico contra venteados. Cuando, de otro lado, b_s es mayor que, 0.14/cm, se trata de confinamientos muy flexibles, que se mimetizan con el paño de albañilería: en este caso, el comportamiento puede asumirse como homogéneo y, en consecuencia, similar al de un muro de albañilería armada. El comportamiento cuando b_s se encuentra entre los valores señalados – rango que además corresponde a los muros confinados usuales en la práctica – es difícil de predecir; consecuentemente, el diseño de muros ubicados en este rango de rigidez relativa debe ser conservador. Esto se logra asumiendo que son posibles las dos condiciones extremas y definiendo las características resistentes con las condiciones más desfavorables. Gallegos & Casabonne (2005).

1.6.5. Comportamiento

De acuerdo con los diferentes análisis llevados a cabo en muros confinados (usualmente con valores de rigidez relativa inferiores a 0.125/cm), utilizando la herramienta de elementos finitos y la verificación mediante ensayos, se puede asegurar que una vez concluido el transitorio, breve e irrecuperable comportamiento elástico de los muros confinados sometidos a carga lateral creciente los confinamientos se deforman y se apoyan contra el paño de albañilería a través de una acción diagonal, que obliga al paño de albañilería a funcionar como puntal diagonal en compresión. El sistema es así análogo a un pórtico arriostrado con diagonales, aunque debe reconocerse que la competencia lateral del sistema de confinamientos que actúa solo es muy débil para cargas laterales y que, como consecuencia, la analogía tiene limitaciones severas. Gallegos & Casabonne (2005).

Al aumentarse la carga horizontal, el muro confinado puede sufrir – alternativa o conjuntamente – dos modos de falla. La primera falla posible, aunque improbable, es el aplastamiento de una (o las dos) esquina(s) del paño de albañilería, donde ocurren las concentraciones del esfuerzo de compresión. Esta falla está gobernada, por lo tanto, por la

intensidad del esfuerzo de compresión en la esquina y por la resistencia a la compresión de la albañilería. La intensidad está relacionada con la longitud de contacto, la que a su vez es función del parámetro de rigidez. Los análisis indican que la longitud de la zona aplastada del paño de albañilería se puede estimar mediante la fórmula:

$$a = 1.5/bs$$

Donde:

bs = parámetro de rigidez

Si se asume que la resistencia última de la albañilería corresponde a la de un bloque rectangular vertical de altura “a” – que es la dimensión antes determinada – de ancho igual al espesor del muro y a un esfuerzo uniforme igual a la resistencia a la compresión de la albañilería (f'_m), es relativamente simple determinar la magnitud de la fuerza horizontal que causa el aplastamiento.

La segunda forma de falla corresponde a los modos potenciales de falla de los confinamientos. Al aumentarse la carga, los confinamientos pueden fallar, antes del aplastamiento del paño de albañilería, por alguno de los siguientes motivos: 1) falla por tracción en el confinamiento vertical, derivada ya sea de falla en la armadura o en sus anclajes; 2) falla por corte – corte fricción – en los confinamientos horizontales o verticales, y 3) falla por acción combinada de acciones directas y momentos en los mismos confinamientos. Gallegos & Casabonne (2005).

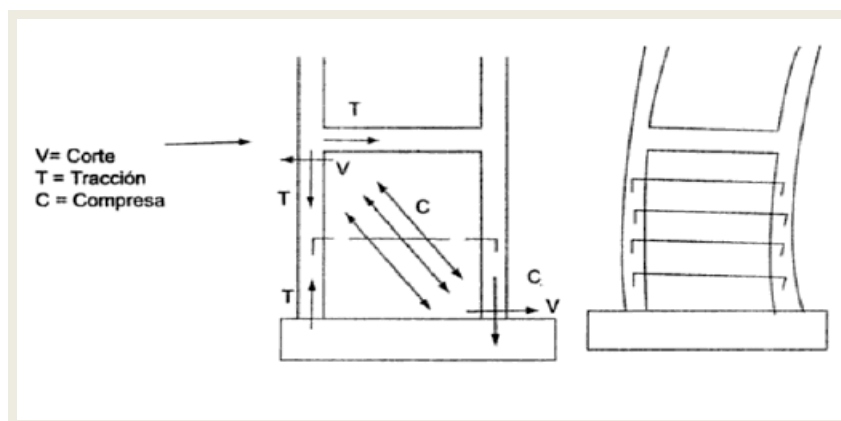


Figura 11: Comportamiento de muro confinado con confinamiento de rigidez controlada y refuerzo horizontal que integra comportamientos del panel con el de confinamiento vertical y fuerzas internas actuantes.

Fuente: Gallegos, H. & Casabonne, C. (2005), Albañilería Estructural.

1.7. Definición de términos básicos.

VIGA INTERMEDIA DE CONCRETO ARMADO. Elemento estructural construido con concreto y acero de refuerzo diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes en una sola dirección. Actúa como apoyo a la viga principal en distribuir las cargas verticales y las solicitaciones de movimientos laterales, también actúa como arriostre de las columnas, evitando la fisura de los elementos de albañilería. Tiene función en los ensayos para encontrar las dimensiones adecuadas que deba ser sometida a condiciones críticas monotónicas y que contribuya a soportar condiciones como movimientos sísmicos.

RESISTENCIA. Es la capacidad que tiene un cuerpo para oponerse a la rotura frente a las solicitaciones externas. La resistencia se determinará al observar, la curva carga vs desplazamiento y se observará lo que pasa de la zona elástica a la zona inelástica. (<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>)

RIGIDEZ. Es la capacidad que tiene un cuerpo para oponerse a las deformaciones frente a las solicitaciones externas. Se dividirá la carga última de su zona elástica entre el desplazamiento lo que se pueden relacionar geoméricamente, esto se realiza para cada muro ensayado. (<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>)

1.8. Formulación de la hipótesis.

La utilización de una viga de concreto armado al interior de un muro de albañilería confinada tiene la posibilidad de mejorar las propiedades mecánicas de un muro confinado como la resistencia y la rigidez frente a solicitaciones externas para edificaciones en la Esperanza con fecha de estudio 2018.

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLOGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores Lógicos	Espacio	Tiempo
La utilización de una viga de concreto armado al interior de un muro de albañilería confinada mejorará las propiedades mecánicas como la resistencia y la rigidez frente a solicitaciones externas.	Viga de Concreto Armado	Muro de Albañilería Confinada	Mejorará	Laboratorio de Estructuras de la Universidad Nacional de Trujillo	2018
	Resistencia				
	Rigidez				

Material y Métodos.

2.1. Material:

- a) Materiales
- b) Humano.
- c) Servicios.
- d) Otros

2.2. Material de estudio

2.2.1. Población.

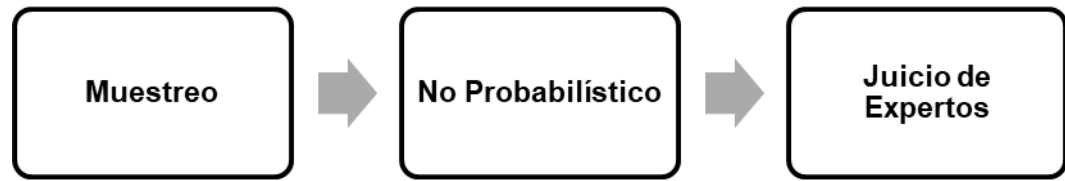
La presente investigación tiene una población estadística de 9 probetas, para evaluar las propiedades de resistencia y rigidez en muros de albañilería confinada; sobre esta población se evaluarán las propiedades previamente definidas, para luego contrastar la hipótesis supuesta, y al mismo tiempo interpretar los resultados obtenidos durante el proceso experimental.

Propiedad	Peralte de Viga (cm)	N° Probetas
Resistencia al corte y Rigidez	0	3
	14	3
	23	3

2.2.2. Muestra.

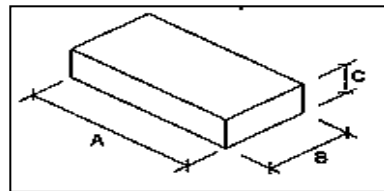
La presente investigación tiene como muestreo no probabilístico, debido a que cada elemento (muro confinado) de la población no tiene la misma probabilidad de pertenecer a la misma muestra, ya que las dimensiones de las unidades de albañilería no son iguales para todos, por otro lado, las propiedades que le conferirá la viga al muro no serán las mismas debido a muchos factores como el medio ambiente, el uso de encofrado, etc.

Por otro lado, el tipo de muestreo es por juicio de experto, ya que la muestra seleccionada será de acuerdo a lo que el experto piensa que son los mejores elementos para responder a los objetivos particulares de la presente investigación.



Las dimensiones de las unidades de albañilería serán:

Unidad de Albañilería	Dimensiones		
	A (m)	B (m)	C (m)
	0.24	0.14	0.09



La proporción del mortero será de:

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por metro cubico de mortero		
		Cemento (bolsas)	Arena (m3)	Agua (m3)
1:3	0.57	11.2	0.96	0.272

Las dimensiones de los elementos de confinamiento:

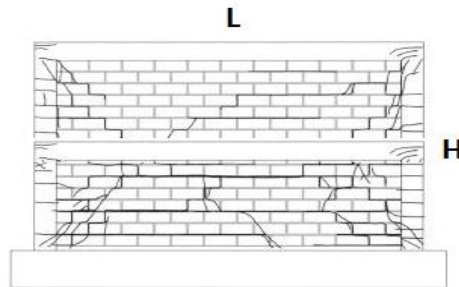
Elemento	Dimensiones de los elementos de confinamiento	
	b (m)	h (m)
Solera	0.14	0.20
Columnas	0.14	0.25

Las dimensiones de la viga intermedia:

Viga Intermedia de Concreto Armado	Dimensiones	
	b (m)	h (m)
	0.14	variable

Las dimensiones de las probetas a ensayar (muro confinado):

Muro confinado a ensayar	Dimensiones	
	L (m)	H (m)
	2.00	2.00



La viga de concreto armado se ubicará en la parte central del muro antes mencionado.

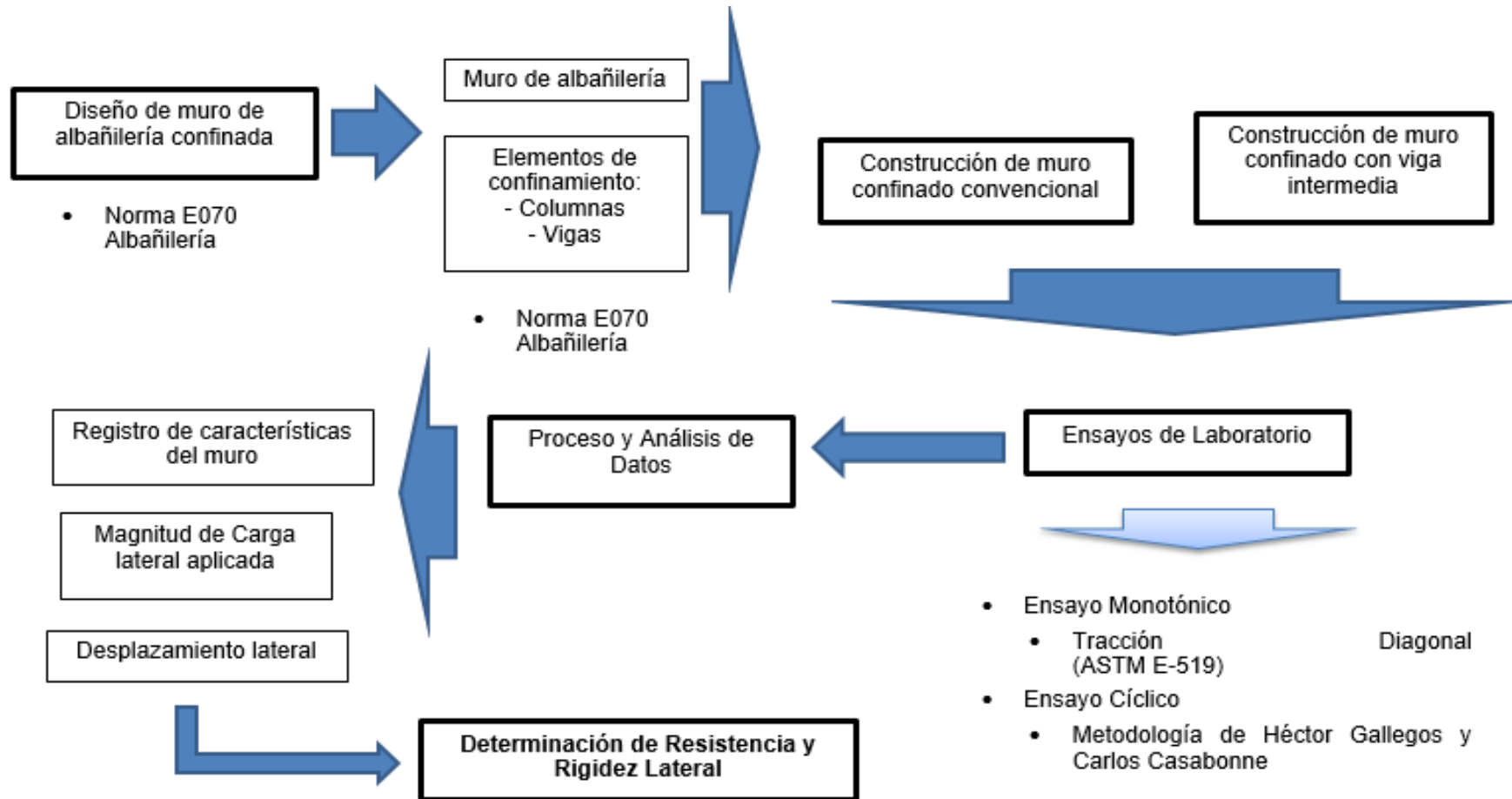
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos

2.3.1. Para recolectar datos.

En la presente investigación para obtener la información necesaria para dar respuesta a la pregunta de investigación la técnica utilizada en esta investigación es la “OBSERVACIÓN” debido a que se hará un registro visual de lo que ocurre en una situación real, específicamente el ensayo de carga monotónica de un muro confinado, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con un esquema previsto y según el problema que se estudia en esta presentación.

El instrumento que se utilizara para recolectar y registrar la información en la presente investigación será la “GUÍA DE OBSERVACIÓN” debido a que se llevara un registro de las características más importantes observadas en el muro confinado con la viga intermedia de concreto armado que se va a analizar mediante el ensayo de carga Monotónico.

2.3.2. Para procesar datos.



A. Construcción del muro de albañilería confinada

Norma E070 de Albañilería

Para la elaboración del muro de albañilería confinada, primero se conformara la cimentación (Cimiento corrido) a lo largo del muro con un concreto ciclópeo 1:10 cemento-hormigón + 30% piedra mediana (210 Kg/cm^2); incorporando las varillas de acero de las columnas de confinamiento en los extremos del tramo, que mediante la norma E070 de Albañilería nos dice que debe ser como mínimo 4 varillas de refuerzo por columna las cuales serán de $3/8''$ y para los estribos se usara acero de $1/4''$, para luego proceder al vaciado del cimiento corrido.

Luego se procede al vaciado del sobre cimiento con una mezcla de 1:8 (ó 9) cemento-hormigón + 25% piedra mediana (210 Kg/cm^2).

Luego se encimará el muro con unidades de albañilería y se aplicará un mortero con relación cemento: arena: agua de 1:3:1/2 hasta una cierta altura que será determinada en la parte de caracterización mediante un cálculo o mediante un software.

Luego se procede a la construcción de la viga intermedia de concreto armado que llevara 4 varillas de acero de $3/8''$ y un concreto de una resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 . (1 cemento, 7 arena, 5 gravilla, 30% agua en volumen)

Posteriormente se procede a seguir con la construcción de las unidades de albañilería sobre la viga.

Finalmente se procede al vaciado de las columnas, cuya resistencia será de 210 kg/cm^2 (1 cemento, 5 arena, gravilla 30% agua en volumen) y luego al vaciado de la viga solera que llevará también 4 varillas de acero de $3/8''$ y una resistencia a la compresión también de 210 kg/cm^2 .

B. Caracterización de la viga intermedia de concreto armado

Método por medio de SAP2000

Se utilizará el programa SAP2000 para modelar el muro confinado por completo y poder analizar diferentes posiciones de la viga dentro del muro, para poder determinar a qué altura debe colocarse la viga para que le confiera mejores propiedades mecánicas al muro confinado. Para ellos en el software se utilizará elementos SHELL tipo membrana con cuatro nodos, considerando una formulación isoparametrica que influye una componente de rigidez traslacional en el plano y una rigidez rotacional en la dirección normal del plano.

Los elementos de confinamiento fueron modelados usando los elementos “FRAME” unidos con elementos SHELL en los nodos, liberando para ellos los grados de libertad correspondientes a flexión.

Los modelos se analizaron con la misma cantidad de carga, para así poder compararlos y determinar el muro con las propiedades óptimas.

C. Ensayo de Corte o Tracción Diagonal (ASTM E-519)

Es el ensayo más utilizado para determinar la resistencia al corte o resistencia a la tracción diagonal es, probablemente, el de corte o compresión diagonal mostrado en la Figura 14 (a). Seguramente por la similitud de la forma de falla del ensayo con la forma de falla de ciertos muros de edificaciones ante acciones sísmicas (Figura 14 (b)) es considerado como un ensayo representativo ideal.

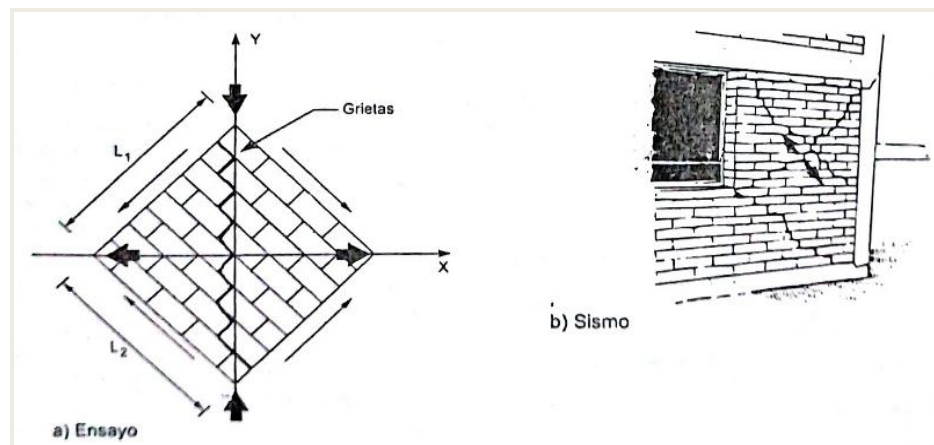


Figura 12: Similitud de la falla en el ensayo de corte (compresión diagonal) y en un sismo.

- i. Testigo, ensayo y evaluación
- ii. El testigo estándar es un murete cuadrado cuyo lado nominal mide 1.20 m. Se hace de la albañilería cuyas características se quiere determinar y del espesor de muro investigado. Se puede usar especímenes de menor dimensión, siempre y cuando se calibren los resultados puesto que estos producen resultados mayores para la misma albañilería.
Por otro lado, mientras más grandes sean las dimensiones del espécimen y más alejados estén los puntos de medición de las deformaciones los resultados son más confiables por acercarse más a la realidad y porque los resultados tienen menos variabilidad.

El dispositivo de transferencia de la carga al espécimen produce concentración de esfuerzos y debe transferir la carga uniformemente a las superficies de contacto de la albañilería para evitar fallas localizadas como la que se observa en la Figura 15.

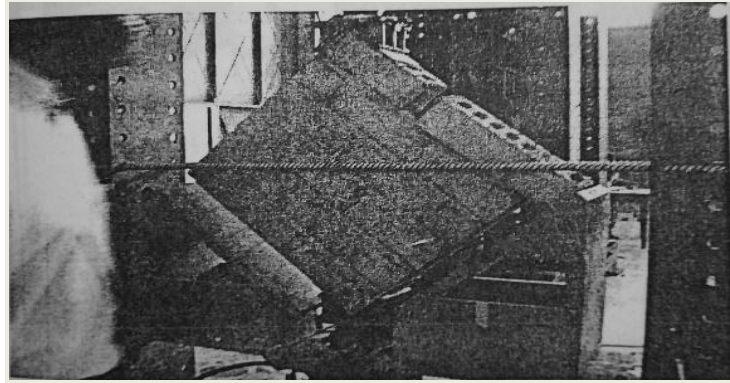


Figura 13: Prueba de murete de ladrillo de concreto.

Los testigos se elaboran en el laboratorio y no se mueven durante siete días.

Luego de eso se almacenan – no se curan – hasta la fecha del ensayo (veintiocho días después).

El ensayo consiste – cuando no se aplica la compresión perpendicular a la junta – en cargar diagonalmente el murete con una carga de compresión (ver Figura 16) creciente y a un ritmo controlado hasta la rotura.

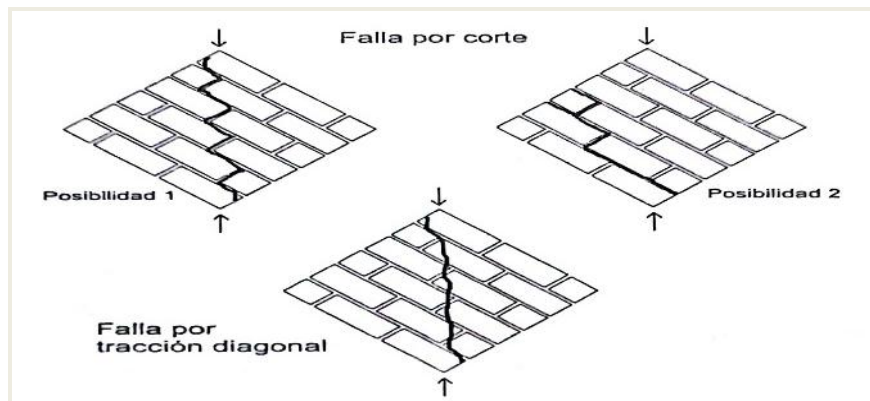


Figura 14: Formas de falla de muretes para el ensayo de corte.

El resultado del ensayo es el valor nominal unitario de corte (V'_m) obtenido a partir de la fórmula:

$$V'_m = \frac{0,71P_u}{A_n}$$

P_u : carga de rotura

A_n : área del espécimen, se calcula mediante

$$A_n = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)by$$

L_1 y L_2 son los lados reales del testigo

b es su espesor

γ es la proporción del área con relación al área bruta de las unidades

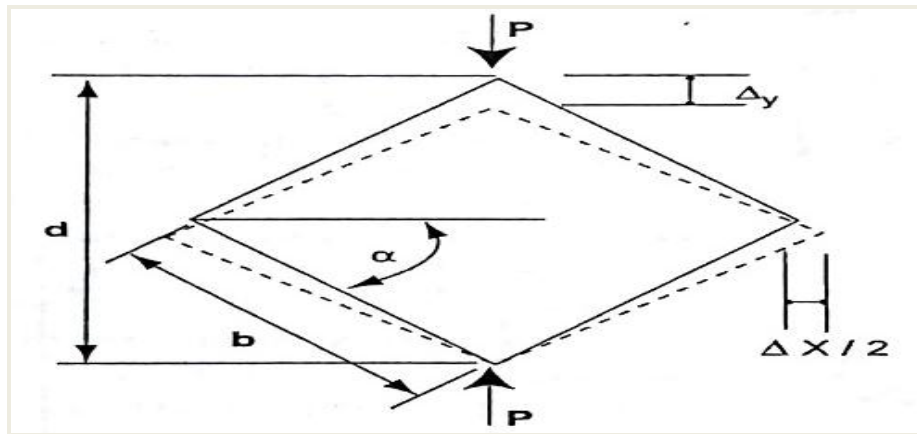


Figura 15: Esquema de deformación de panel.

La deformación por corte mostrada en el esquema de la figura, se puede calcular con la fórmula

$$\epsilon = \frac{\Delta x + \Delta y}{2 \cdot d} \left(\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha} \right)$$

Y el módulo corte con la expresión:

$$G_m = \frac{v_m}{\epsilon}$$

Cuando el ensayo incluye aplicación de compresión perpendicular a la junta (Figura 18 (a)), los resultados se expresan como un valor unitario de tracción, indicando el Angulo de falla y el esfuerzo en ese plano o, alternativamente, se expresan como una interacción entre la compresión unitaria (σ_c) y el valor nominal unitario de corte (v'_m) (Figura 18 (b)).

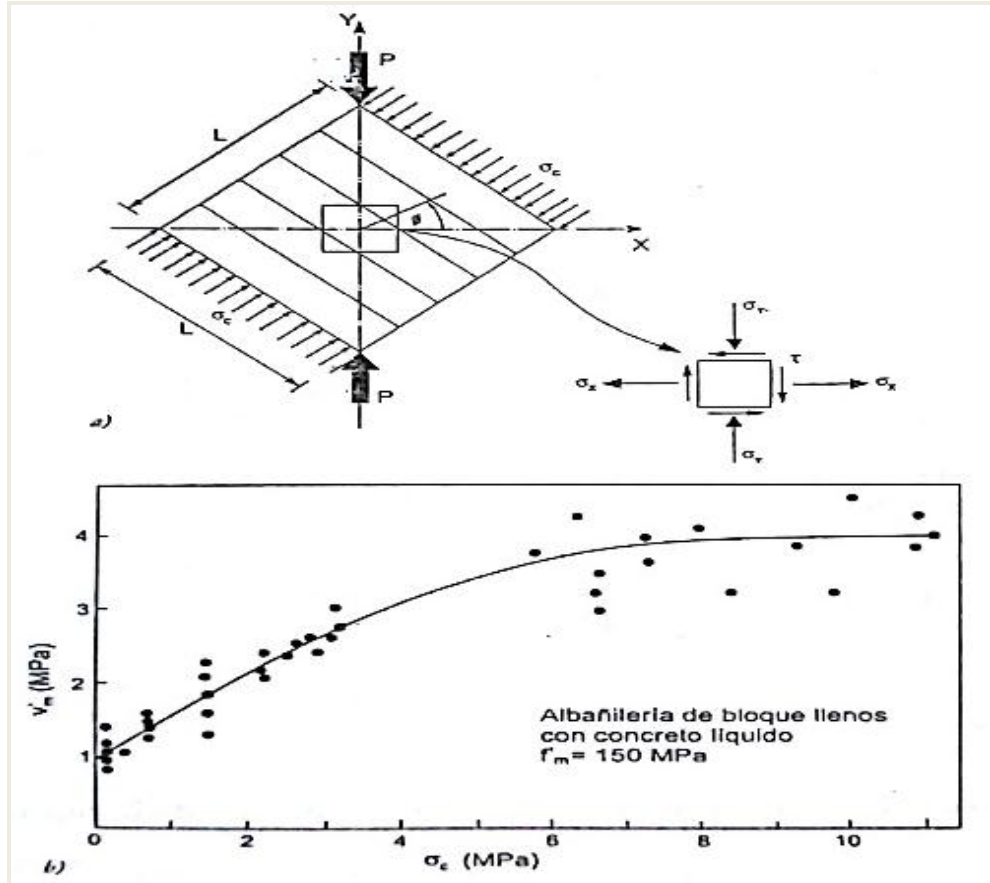


Figura 16: Ensayo de corte combinado con carga de compresión

a) Esfuerzos. b) Resultado típico.

En cualquier caso, la evaluación de los ensayos debe hacerse estadísticamente para determinar el valor característico de la resistencia al corte.

- Modo de falla

El modo de falla del testigo es generalmente por corte o tracción diagonal. Esto ocurre de manera frágil al producirse la primera grieta (Figura 20 (a)). Cuando las unidades son huecas o perforadas o de muy reducida resistencia el testigo puede fallar por aplastamiento causado por la compresión diagonal (Figura 20 (b)); esta falla puede ser de características explosivas.

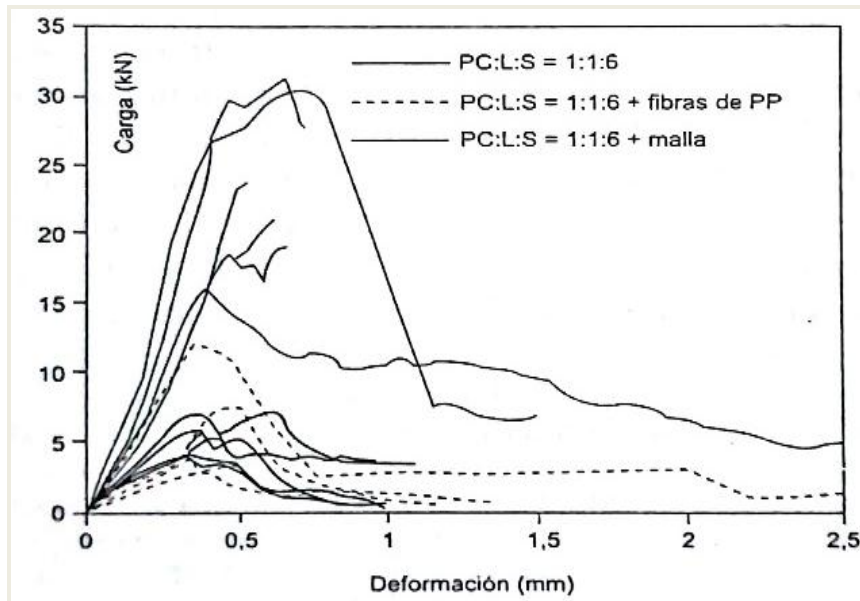


Figura 17: Compresión diagonal vs. Deformaciones verticales globales.

En general cuando no hay compresiones o estas son muy reducidas, la falla tiende a ocurrir siguiendo las juntas horizontales y verticales a un ángulo aproximado de 45° con la hilada. Cuando se aplican compresiones las grietas pueden atravesar las unidades y el ángulo de falla se hace dependiente de su magnitud. Estos hechos han conducido a establecer que la falla, en este ensayo, ocurre cuando la tracción principal alcanza su valor crítico.

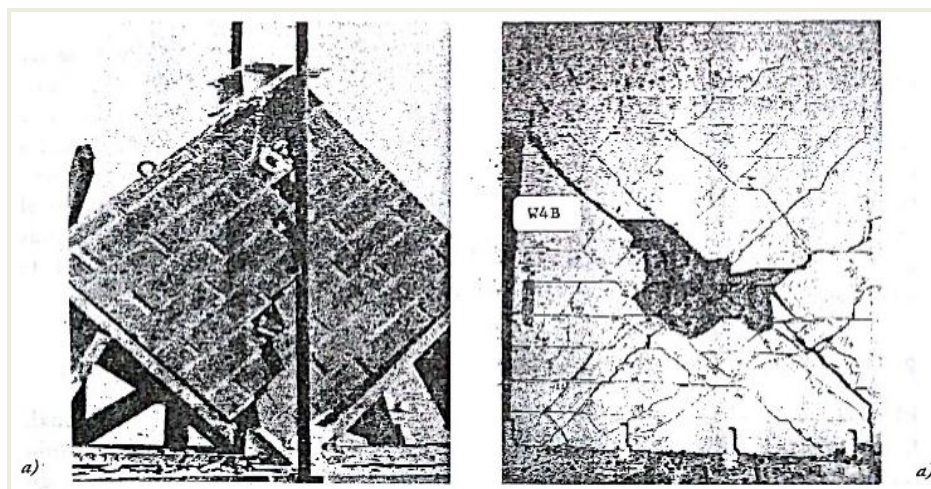


Figura 18: Muros después del ensayo de Corte.

- a) Unidades solidas: falla en tracción diagonal.
- b) unidades huecas: falla por compresión diagonal

Teoría de falla

La predicción de la resistencia a cortante del espécimen sometido a compresión diagonal depende de la solución de un problema de elasticidad bidimensional para un material no homogéneo y del conocimiento de la envolvente de falla biaxial de la albañilería. Sin embargo, si se reconoce las limitaciones de las teorías de la falla aplicables a materiales isotrópicos y homogéneos cuando el espécimen falla por las juntas, estas teorías tradicionales son útiles para evaluaciones cualitativas y comparativas.

El análisis más completo, asumiendo un material homogéneo se estableció que los esfuerzos principales para el espécimen cargado como se muestra en la figura, sin compresiones perpendiculares a la junta, ocurren en el centro del panel y son:

Tracción

$$\sigma_1 = \sigma_2 = 0,519P/bL$$

Compresión

$$\sigma_{11} = \sigma_y = 1,683P/bL$$

Corte

$$\tau_{max} = 1,101P/bL$$

Cuando se aplican fuerzas de compresión de borde estableció que los esfuerzos en el centro del panel, considerando un módulo de Poisson cero, son:

$$\sigma_x = 0,519P/bL - \frac{\sigma_c}{2}$$

$$\sigma_y = 1,683P/bL - \frac{\sigma_c}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{[4,849(P/bL)^2 + \sigma_c^2]}$$

Los esfuerzos dados por las ecuaciones anteriores no son los principales. Estos ocurren a un ángulo N con relación al eje X determinado por la ecuación:

$$\phi = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{\sigma_c}{2,202} \frac{bL}{P}\right)$$

Y los esfuerzos principales son:

$$\sigma_I = -0,582 \frac{P}{bL} - \frac{\sigma_c}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{[4,849(P/bL)^2 + \sigma_c^2]}$$

$$\sigma_{II} = -0,582 \frac{P}{bL} - \frac{\sigma_c}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{[4,849(P/bL)^2 + \sigma_c^2]}$$

El módulo de Poisson real de la albañilería, estimando valores entre 0.10 y 0.25 sin embargo el efecto de dicho modulo puede ser ignorado.

Ensayo cíclico

Luego de haber determinado el muro óptimo, con este muro se desarrollará el ensayo cíclico que consiste en colocarme una carga en la dirección a su plano con la característica que es una carga horizontal simulando a la de un sismo que va y viene en ambas direcciones, para luego proceder al análisis de datos como la rigidez y resistencia del muro confinado con la viga intermedia.

Metodología para el ensayo cíclico

Determinación de las condiciones ultimas:

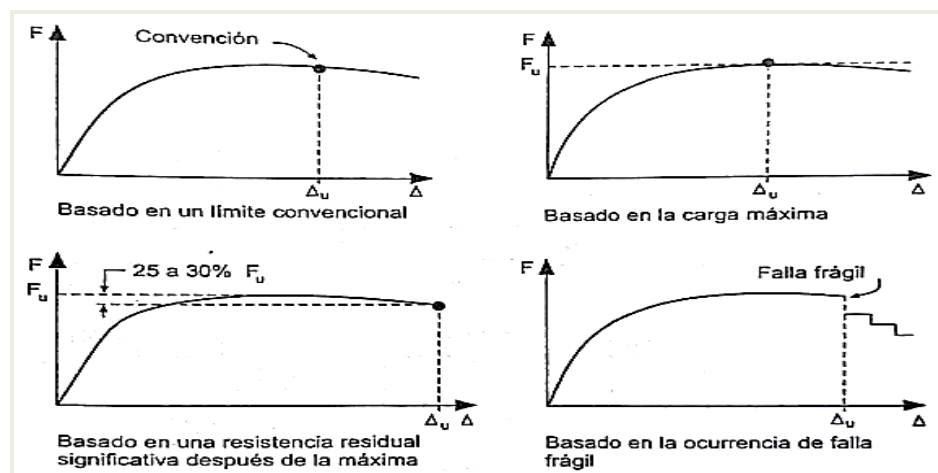


Figura 19: Determinación de las condiciones ultimas, ciclos estables.

Etapa 1

Aplicar el primer ciclo de carga hasta un valor de carga equivalente a un tercio del valor estimado (F_m) de la resistencia máxima. Con este valor determinar la deformación.

Etapa 2

Efectuar el ensayo cíclico aplicando incrementos constantes, positivos y negativos, de deformación d . Para cada incremento de deformación aplicar el número de ciclos necesarios, hasta lograr la estabilidad de los ciclos histeréticos.

Etapa 3

Concluir el ensayo cuando la carga en un ciclo determinado alcanza como valor máximo estabilizado el equivalente al 70% de la carga máxima real alcanzada durante el ensayo.

Etapa 4

Determinar el diagrama carga vs deformación unitaria de los ciclos estables. Fijar la deformación en fluencia δ_y y la deformación última disponible (δ_u). Esta determinación permite definir la ductilidad de desplazamiento máxima disponible de la relación:

$$\mu = \frac{\delta_u}{\delta_y}$$

O de la ductilidad útil para un límite de rotación o deriva prefijado:

$$\mu_\phi = \frac{\delta_\phi}{\delta_y}$$

Etapa 5

Finalmente, es posible determinar el factor de comportamiento (K) para el elemento a partir de la ecuación en la que μ representa la ductilidad máxima o la ductilidad útil y K el factor de comportamiento consecuente.

$$K = (2\mu - 1)^{1/2}$$

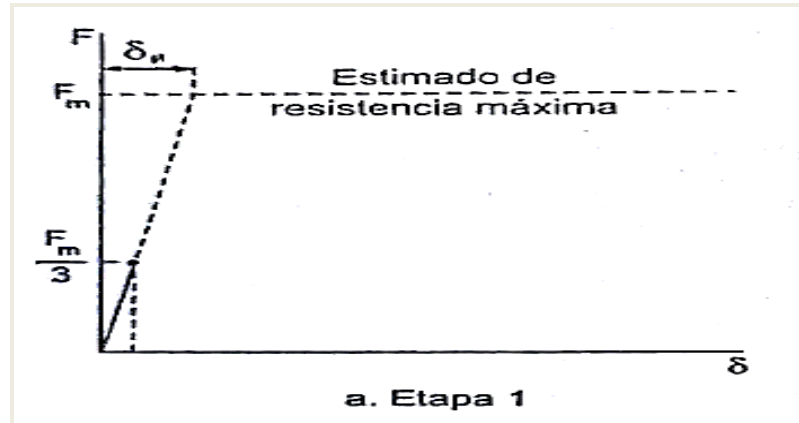


Figura 20: Metodología para el ensayo cíclico.

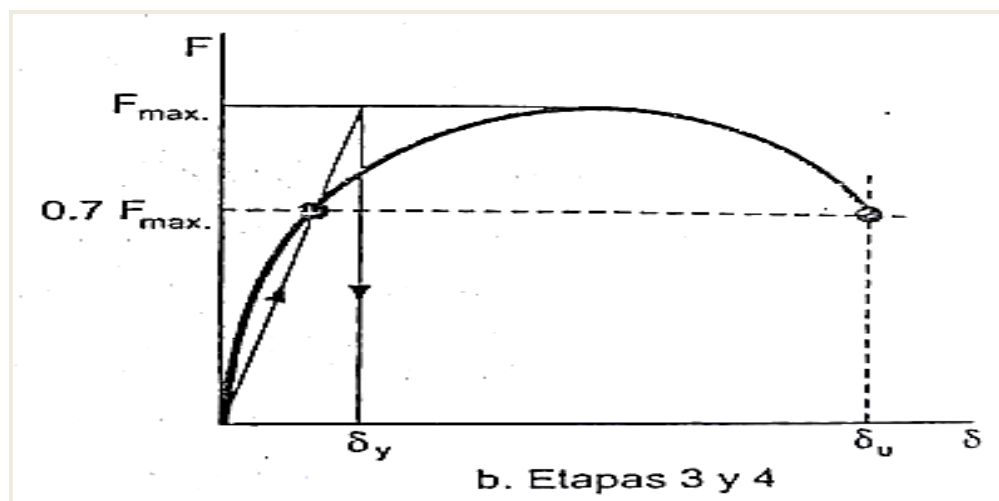


Figura 21: Metodología para el ensayo cíclico.

Procedimiento de análisis de datos

Registro de las características de muro confinado

Es la etapa preliminar del ensayo Monotónico de carga lateral, en esta etapa se toma nota de las siguientes características del muro confinado a ensayar:

- Dimensiones del muro: longitud y altura del muro.
- Espesor del muro: dimensión transversal.
- Dimensiones de viga intermedia: ancho y altura de la sección transversal de la viga.
- Resistencia de los confinamientos: resistencia a la compresión de columnas y vigas de confinamiento.
- Tipo de unidad de albañilería: características de la unidad de acuerdo a la norma técnica de albañilería E.070.
- Dosificación del mortero de pega: relación agua cemento y cemento arena.

Magnitud de la carga lateral aplicada

La carga lateral aplicada en el ensayo Monotónico fue realizado con referencia en los ensayos realizados por el ingeniero Ángel San Bartolomé, esta carga lateral fue aplicada con una velocidad de 0.5 mm/min con la finalidad de obtener resultados más confiables y que el desplazamiento sea uniforme para poder analizar los resultados.

La magnitud de la carga está basada en diferentes ensayos de muros confinados a escala real, la cual varía desde 1 ton hasta 5 ton, en este rango de la carga, esta fue aplicada hasta que el muro se agrietara y hasta pasar la zona elástica del muro.

La magnitud de la carga fue registrada en la guía de observación 5 veces para cada muro ensayado, esto de acuerdo a ensayos realizados por otros investigadores debido a que no existe norma que regule este tipo de ensayos, se registró los efectos en el muro para una carga de 1ton, 2 ton, 3 ton, 4 ton y 5 ton.

Desplazamiento lateral del muro

El desplazamiento lateral del muro confinado fue analizado de modo tal que se registró el efecto que tuvo cada magnitud de carga aplicada sobre este, para una magnitud de carga aplicada de 1 ton se registró el desplazamiento que este provoco en el muro, para una carga de 2ton se registró el desplazamiento que provoco en el muro, así hasta que se llegó a la carga de 5 ton, la cual es el límite.

Cabe señalar que en caso dicho muro fuese integrado a una edificación, las derivas o distorsiones de una estructura ya serian reguladas por la norma peruana de diseño sismo resistente E.030, la que tiene en cuenta las distorsiones límites dependiendo del tipo de sistema estructural son:

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Norma E.030



Grieta diagonal del muro

La grieta diagonal del muro se registró de manera manual con vernieres luego de cada aplicación de carga especificada anteriormente, las cargas aplicadas fueron desde 1 ton hasta 5 ton.

El registro de la grieta diagonal del muro confinado sirve como fuente de información para avalar la resistencia y rigidez del muro debido a la integración de la viga de concreto armado intermedia.

Determinación de la resistencia y rigidez lateral

Con los datos registrados en la guía de observación acerca de las magnitudes de las cargas que han sido aplicadas y sus respectivos desplazamientos que provocan cada una de ellas en el muro confinado se procedió a realizar la curva Carga lateral aplicada versus Desplazamiento, en donde analizando la carga y solo para la zona elástica se pudo determinar para cada muro ensayado cuál es su resistencia y cuál es su rigidez lateral.

La resistencia se determina al observar la curva carga vs desplazamiento, y es el valor donde la curva deja de ser lineal para convertirse en una curva irregular, es decir pasa de la zona elástica a la zona inelástica, esto se realizó para cada muro ensayado.

La rigidez lateral se determinó dividiendo la carga ultima de su zona elástica entre el desplazamiento respectivo ya que el estar en la zona elástica, se pueden relacionar geoméricamente, esto se realizó para cada muro ensayado.

2.4. Operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
Título:	“Influencia de una viga de concreto armado intermedia sobre la resistencia y rigidez en muros de albañilería confinada, La Esperanza, 2018”			
Autor:	Simón Eduardo Ramírez Gálvez			
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES/ ITEMS
La Resistencia	Es la capacidad que tiene un cuerpo para oponerse a la rotura frente a las solicitaciones externas.(Referencia Bibliográficas)	En la construcción de muros de albañilería para edificaciones como hospitales, colegios y viviendas.	Resistencia a la Rotura	-Carga Lateral -Deformaciones
La Rigidez	Es la capacidad que tiene un cuerpo para oponerse a las deformaciones frente a las solicitaciones externas.(Referencias Bibliográficas)	En la construcción de muros de albañilería para edificaciones como hospitales, colegios y viviendas.	Resistencia a las Deformaciones	-Carga Lateral -Desplazamientos -Módulo de Rigidez



VALORES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES USADOS EN LOS ENSAYOS:

1. Cimentación (Cimiento corrido)
 - ✓ $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - ✓ 4 varillas de acero de refuerzo de 3/8".
 - ✓ Estribos de acero de 1/4".
 - ✓ Relación mezcla concreto cemento 1, hormigón 10, 30% piedra mediana y 30% agua.

2. Sobre cimiento (210 Kg/cm^2).
 - ✓ $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - ✓ Relación mezcla concreto: cemento 1, hormigón 8, 25% piedra mediana y 30% agua.

3. Unidades de albañilería
 - ✓ Ladrillo de 24 cm. de largo, 14 cm. de ancho, 9 cm. de alto.
 - ✓ Mortero con relación: cemento 1, arena 3, agua 50%.

4. Viga intermedia de concreto armado
 - ✓ $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
 - ✓ 4 varillas de acero de 3/8"
 - ✓ Relación mezcla concreto: cemento 1, arena 7, gravilla 5, 30% agua.

5. Columnas
 - ✓ $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - ✓ 4 varillas de acero de 3/8".
 - ✓ Relación mezcla concreto: cemento 1, arena 3, gravilla 2 de 1/2" de piedra y 30% agua.

Resultados

En las siguientes tablas se presentan los resultados de esta investigación.

Resultados del Ensayo a Carga Lateral Monóticamente creciente

Tabla 1:

Resultados de la Resistencia de muros

MURO		Resistencia (Ton)
M-1	A	2.00
	B	1.90
	C	2.10
M-2	A	3.00
	B	3.10
	C	3.10
M-3	A	4.00
	B	4.10
	C	3.90

Fuente: Elaboración Propia

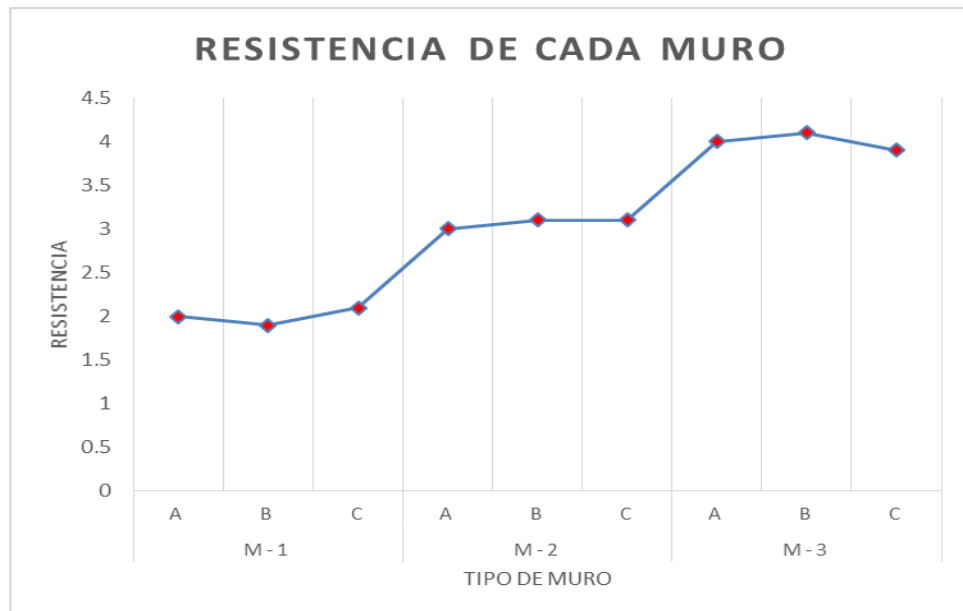


Gráfico N° 01: Resistencia de cada tipo de muro ensayado

Tabla 2:
Resultados de la Rigidez de muros.

MURO		Rigidez (Ton/cm)
M-1	A	0.33
	B	0.34
	C	0.34
M-2	A	0.38
	B	0.40
	C	0.38
M-3	A	0.44
	B	0.44
	C	0.43

Fuente: Elaboración Propia

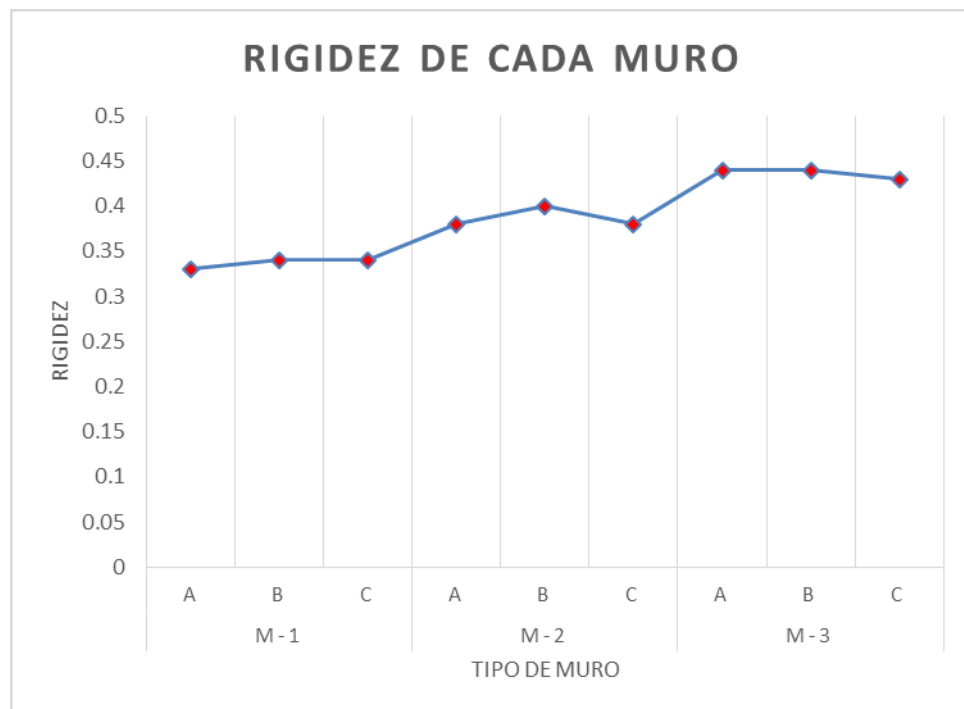


Gráfico N° 02: Rigidez de cada tipo de muro ensayado

NOTA: Tabla 1 y 2 (páginas 45 y 46) se toman de la muestra de población indicada en Material y Métodos, página 28 de la presente tesis.

Discusión

En la tabla N°01 se muestran las resistencias, a la rotura frente a carga lateral monotónicamente creciente, donde el tipo M-1 es un muro de tipo convencional, el tipo M-2 es muro con una viga de un tipo de sección, y el tipo M-3 es muro con una viga de un tipo de sección más grande que el anterior. En la figura N°01 vemos entonces como anteriormente se dijo el muro tipo M-1 se trata de un muro convencional es decir sin ningún tipo de refuerzo al interior del muro, podemos ver que dicho muro obtiene su respectiva resistencia que varía en un rango de 1.9 ton a 2.1 ton , así mismo el muro tipo M-2 que es un muro confinado con una viga al interior como refuerzo se obtiene una resistencia que varía en un rango de 3.0 ton a 3.1 ton el cual es mayor a la del muro confinado convencional, y finalmente al observar la resistencia del muro tipo M-3 que también es un muro con una viga de concreto armado al interior del muro pero con un peralte mayor al tipo M-2 presentando una mayor resistencia de 3.9 ton a 4.1 ton que los dos tipos de muros anteriormente detallados, vemos pues entonces que al incorporar una viga de concreto armado al medio de un muro confinado este resultado mejorando sus propiedades como la de resistencia a la rotura.

En la tabla N°02 se muestran las rigideces de los muros frente a carga lateral monotónicamente creciente, donde el tipo M-1 es un muro de tipo convencional, el tipo M-2 es muro con una viga de un tipo de sección, y el tipo M-3 es muro con una viga de un tipo de sección más grande que el anterior. En la figura N°02 vemos que los muros tipo M-1 que son los muros convencionales es decir sin ningún tipo de refuerzo en su interior, frente a la carga lateral monotónicamente creciente presentó una rigidez lateral que varía de 0.33 ton/cm a 0.34 ton/cm, que los muros del tipo M-2 que son los que ya cuenta con la primera viga de concreto armado como refuerzo al medio de cada uno de los mismos presentó una rigidez lateral de 0.38 ton/cm a 0.40 ton/cm mayor a la de los muros convencionales mencionados anteriormente, y finalmente que los muros tipo M-3 que contienen una viga de concreto armado de peralte mayor al de los tipo M-2 presentó una rigidez lateral que varió de 0.43 ton/cm a 0.44 ton/cm; viendo pues entonces que la viga de concreto armado ubicada al medio de los muros confinados tipo M-2 y M-3 mejoró su propiedad de rigidez lateral.

Conclusiones

1. Se determinó que la viga de concreto armado incorporada al medio del muro influye sobre la resistencia y rigidez del muro de albañilería confinada, encontrándose que le confiere características de arriostre al muro de tal modo que la resistencia a la rotura y la rigidez del muro aumentaron significativamente.
2. Se logró realizar el ensayo a carga lateral monotónicamente creciente al muro confinado con y sin viga de concreto armado incorporada al medio de acuerdo a ensayos de investigación anteriormente realizadas, donde se obtuvo que las dimensiones de la sección transversal de la viga son pieza clave para el aumento de las propiedades del muro, así mismo las mejores propiedades del muro se obtuvo con la viga de concreto armado intermedia cuyas secciones fueron de 14 cm de base por 23 cm de peralte.
3. Se registró las grietas que presentó el muro durante el ensayo a carga lateral, determinándose que a medida que la carga aumentaba estas grietas se iban expandiendo, a su vez se determinó que las grietas disminuían su espesor a medida que se le incorporaba una viga de concreto armado intermedia cada vez con mayores dimensiones. (Anexos 3 al 11)
4. Se registró los desplazamientos que presentó el muro a medida que la carga lateral iba aumentando, determinándose en todos los tipos de muros que a medida que la carga iba aumentando el desplazamiento lateral que experimentaba este también aumentaba. (Anexos 3 al 11)
5. Se determinó la máxima resistencia que presentó el muro durante su etapa elástica y también la rigidez que presentó este durante su etapa elástica de acuerdo al análisis que se le realizó a la curva Carga lateral (Resistencia) Vs Desplazamiento lateral, realizando el análisis solo en la etapa elástica. (Tabla 5 de Anexos)
6. Se recopiló los datos de máxima resistencia en la etapa elástica y la rigidez de su etapa elástica entre los muros tipo M-1 el cual fue el muro patrón es decir el muro convencional frente a los muros tipo M-2 y M-3 los cuales son muros con viga al medio incorporada. (Tabla 3 y 5 de Anexos).



Recomendaciones.

1. Se recomienda a los ingenieros dedicados en la parte del diseño estructural que, de acuerdo a los buenos resultados obtenidos en laboratorio, considerar aplicar e incorporar una viga al medio del muro, ya que se consigue mayor rigidez en una estructura y en efecto obtener un mejor comportamiento frente a las solicitaciones de fuerzas laterales como las de un sismo.
2. A los futuros tesisistas dedicados a especializarse en la rama estructural de la ingeniería civil, Investigar este sistema de mejoramiento estructural variando la cuantía de acero de refuerzo y el peralte que se usó en la viga de concreto armado intermedia, debido a que se usó la cuantía mínima reglamentaria para este ensayo.
3. Se recomienda investigar la ubicación de la viga intermedia, debido que para este ensayo solo se la ubico en la parte media del muro, habiendo la posibilidad de mejorar la rigidez y resistencia del muro ante los mismos ensayos realizados para así evitar grietas y roturas de muros.
4. Se recomienda a futuro realizar una investigación para minimizar el desplazamiento lateral de los muros, cada vez que se aumente la carga lateral.

Referencias Bibliográficas

- Ayala Antillón, A.A., Martínez Jiménez, J. J., & Trujillo Peraza, J. A. (2012). *Estudio experimental del comportamiento estructural en el plano, de la mampostería de bloque de concreto con refuerzo integral, bajo diferentes condiciones de servicio*. San Salvador.
- Bartolomé, A.S.(1994). Construcciones de Albañilería-'*Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*'. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial 1994.
- Carrillo, J., & Alcocer, S. (2011). Comportamiento a cortante de muros de concreto para vivienda. *Revista de Ingeniería Sísmica*.
- Extraído como referencia: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). Albañilería Estructural. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial 2005.
- Hernández Zamora, R. (2013). *Comportamiento de muros de mampostería de block hueco sujeto a cargas laterales reforzado con varillas de fibra en las juntas de mortero*. México.
- Marinilli, Á.,& Castilla, E. (2016). Evaluación sismorresistente de muros de mampostería confinada con dos o más columnas. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela*.
- Ogaz, O., Astroza, M., & Sierra, G. (2005). Ensayo de muros de albañilería estructural contruidos con bloques de hormigon y cuantía reducida de refuerzos. *Jornadas Chilenas del Hormigon*.
- Páez Moreno, D. F., Parra Rojas, S. X., & Montaña Gutierrez, C. A. (2009). Alternativa Estructural de refuerzo horizontal en Muros de Mampostería. *Revista Ingenierías Universidad de Medellin*.



Quiróz Cruzado, C. M. (2016). Comparacion del Comportamiento Estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los *sistemas de muros de ductilidad limitada y albañileria confinada*. Cajamarca - Perú.

Ruiz Garcia, J., & Alcocer Martinez de Castro, S. (1999). Desempeño Experimental de Estructuras de Mamposteria Confinada Rehabilitadas mediante el uso de Malla de Alambre. *Revista de Ingenieria Sísmica*.

Torres Ramirez, A. G. (2012). Comportamiento Sismico del adobe confinado. *Variable: Refuerzo Horizontal*. Lima - Perú.

ANEXOS

Anexo n° 1: Matriz de Consistencia

Título: “INFLUENCIA DE UNA VIGA DE CONCRETO ARMADO INTERMEDIA, SOBRE LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ EN MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, LA ESPERANZA 2018”

Autor:

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>¿Qué influencia tiene una viga de concreto armado intermedia sobre la resistencia y rigidez en muros de albañilería confinada?</p> <p>En la actualidad la albañilería confinada es el sistema de construcción más</p>	<p>Objetivo general: Determinar la influencia que tiene de una viga de concreto armado intermedia sobre la resistencia y rigidez en muros de albañilería confinada.</p> <p>Objetivos específicos - Introducir una</p>	<p>A nivel Internacional: • Marinilli & Castilla (2016) En su investigación “Evaluación Sismo resistente de muros de mampostería con dos o más machones”. • (Páez Moreno, 2009) En su investigación “Alternativa Estructural de Refuerzo horizontal en muros de mampostería”.</p>	<p>Hipótesis General: La utilización de una viga de concreto armado interior de un muro de albañilería confinada mejorará las propiedades mecánicas como la</p>	<p>Variable independiente: Viga de concreto armado intermedia, a partir de esta depende la otra variable, debido a que la inclusión de esta influirá directamente en las propiedades del muro de albañilería confinada.</p> <p>Variable dependiente Resistencia y Rigidez en muros de albañilería confinada.</p>	<p>Diseño de Investigación: Experimental Puro.</p> <p>Unidad de estudio: Muro de albañilería confinada.</p> <p>Población: Está constituida por 3 muros confinados a escala real, diseñados según E060.</p>

<p>usado en nuestro país, entre el 70 a 90% de confiando de edificaciones, sin embargo, debido a los fuertes sismos a los que está sometido nuestra zona, este sistema estructural falla debido a los enormes desplazamientos provocados por las fuerzas del sismo debido a poca resistencia y rigidez de estos muros.</p> <p>viga de C°A° al medio del muro con albañilería con diferentes peraltes.</p> <p>Modelar el muro con la viga en uno de los softwares Etabs o Sap2000.</p> <p>Analizar el muro confinado en SAP2000 o en Etabs frente a cargas paralelas y perpendiculares al plano del muro.</p> <p>Registrar las deformaciones que presente el muro al analizarlo.</p>	<p>(Hernández Zamora, 2013) En su investigación “Comportamiento de muros de mampostería de block hueco sujeto a cargas laterales, reforzado con varillas de fibra de vidrio en las juntas de mortero”.</p> <p>(Ayala Antillón, 2012) En su investigación “Estudio experimental del comportamiento estructural en el plano de la mampostería de bloque de concreto con refuerzo integral, bajo diferentes condiciones de servicio”.</p> <p><u>A nivel Nacional:</u></p>	<p>resistencia y la rigidez frente a solicitaciones externas.</p>	<p><u>Dimensiones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la Compresión diagonal - Resistencia a las Deformaciones 	<p><u>Técnicas:</u></p> <p><u>instrumentos y procedimientos de recolección de datos</u></p> <p>Técnica:</p> <p>Observación</p> <p>Instrumento:</p> <p>Guía de Observación</p> <p><u>Métodos e instrumentos de análisis de datos</u></p> <p>Método:</p> <p>Estadística inferencial</p> <p>Instrumento:</p> <p>Análisis de varianza</p>
---	---	---	---	--



- Comparar los resultados obtenidos con un muro de albañilería confinada convencional.
- (Torres Ramírez, 2012) En su tesis “Comportamiento sísmico del adobe confinado, variable: refuerzo horizontal”.
- (San Bartolomé, 2004) En su tesis “Propuesta normativa para el diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada”.



Anexo n° 2: Ficha de Observación

Autor:

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : _____ Fecha : 28/10/2018
 Numero de Ensayo : _____ Codigo: _____

Características de Probeta	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificación de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm ²)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)

CIP90402
Ing. Paredes Esteban J.



Anexo n° 3: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 1 – M1-A

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico Fecha : 28/10/2018
 Numero de Ensayo : N° 01 Codigo: M1-A

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificacion de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm2)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
	0	0	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPEJOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
1	2.00	2.00	0.14	1.00	3.00	0.00	2.00	0.33	0.33
				2.00	6.00	1.00		0.33	
				3.00	12.00	1.50		0.25	
				4.00	18.00	3.00		0.22	
				5.00	25.00	5.00		0.20	



Anexo n° 4: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 1 – M1-B

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico Fecha : 28/10/2018
 Numero de Ensayo : N° 02 Codigo: M1-B

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificacion de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm2)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
	0	0	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
1	2.00	2.00	0.14	1.10	3.20	0.00	1.90	0.34	0.34
				1.90	5.80	1.00		0.33	
				2.90	11.90	1.50		0.24	
				4.10	18.10	3.00		0.23	
				4.90	24.90	5.00		0.20	



Anexo n° 5: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 1 – M1-C

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico Fecha : 28/10/2018
 Numero de Ensayo : N° 03 Codigo: M1-C

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificacion de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm2)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
0	0	0	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
1	2.00	2.00	0.14	0.90	2.80	0.00	2.10	0.32	0.34
				2.10	6.00	1.00		0.35	
				3.10	11.90	1.50		0.26	
				3.90	18.10	3.00		0.22	
				5.00	24.90	5.00		0.20	



Anexo n° 6: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 2 – M2-A

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico

Fecha : 28/10/2018

Numero de Ensayo : N° 04

Codigo: M2-A

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificacion de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm2)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
	14	14	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (Ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
2	2.00	2.00	0.14	1	2.60	0.00	3.00	0.38	0.38
				2	5.20	0.80		0.38	
				3	8.20	1.20		0.37	
				4	15.00	2.50		0.27	
				5	22.00	4.30		0.23	



Anexo n° 7: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 2 – M2-B

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico Fecha : 28/10/2018
 Numero de Ensayo : N° 05 Codigo: M2-B

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificación de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm ²)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
	14	14	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (Ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
2	2.00	2.00	0.14	1.1	2.55	0.00	3.10	0.43	0.40
				2.1	5.40	0.80		0.39	
				3.1	8.00	1.20		0.39	
				4	15.20	2.50		0.26	
				5	21.90	4.30		0.23	



Anexo nº 8: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 2 – M2-C

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico
Numero de Ensayo : Nº 06

Fecha : 28/10/2018
Codigo: M2-C

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificacion de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm2)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
	14	14	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (Ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
2	2.00	2.00	0.14	0.9	2.50	0.00	3.10	0.36	0.38
				2.1	5.40	0.80		0.39	
				3.1	8.00	1.20		0.39	
				4.1	15.20	2.50		0.27	
				5	21.90	4.30		0.23	



Anexo n° 09: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 3 – M3-A

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico Fecha : 28/10/2018
 Numero de Ensayo : N° 07 Codigo: M3-A

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificacion de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm2)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
	14	23	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (Ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
3	2.00	2.00	0.14	1	2.20	0.00	4.00	0.45	0.44
				2	4.50	0.60		0.44	
				3	6.80	1.00		0.44	
				4	9.30	2.20		0.43	
				5	20.30	4.00		0.25	

Anexo n° 10: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 3 – M3-B

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañilería Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico Fecha : 28/10/2018
Numero de Ensayo : N° 08 Código: M3-B

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad KK-18 huecos	Tipo de Cemento Tipo V	Dosificación de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm ²) 175
	b (cm) 14	h (cm) 23			c/arena 01:03	agua/c 0.57	

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPELOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (Ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
3	2.00	2.00	0.14	0.9	2.10	0.00	4.10	0.43	0.44
				2.1	4.70	0.60		0.45	
				3	6.80	1.00		0.44	
				4.1	9.30	2.20		0.44	
				5	20.30	4.00		0.25	



Anexo nº 11: Resultados del Ensayo Monotónico de Carga Lateral – Muro 3 – M3-C

GUIA DE OBSERVACION

Influencia de una Viga de Concreto Armado Intermedia sobre la Resistencia y Rigidez en muros de Albañileria Confinada, La Esperanza 2018

Tipo de Ensayo : Ensayo Monotónico Fecha : 28/10/2018
Numero de Ensayo : Nº 09 Codigo: M3-C

CÓDIGO DE PROBETA	Viga Intermedia		Tipo de unidad	Tipo de Cemento	Dosificacion de mortero		Resistencia de Confinamientos (kg/cm2)
	b (cm)	h (cm)			c/arena	agua/c	
	14	23	KK-18 huecos	Tipo V	01:03	0.57	175

ITEM	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CARGA LATERAL (Ton)	DESPLAZAMIENTO LATERAL (cm)	GRIETA DIAGONAL (mm)	RESISTENCIA (Ton)	RIGIDEZ (Ton/cm)	RIGIDEZ (Ton/cm)
3	2.00	2.00	0.14	1	2.30	0.00	3.90	0.43	0.43
				2.1	4.80	0.60		0.44	
				2.9	6.80	1.00		0.43	
				3.9	9.10	2.20		0.43	
				5	20.30	4.00		0.25	

Anexo n° 12: Resumen de Resultados obtenidos del ensayo Monotónico de Carga

Lateral

MURO		Resistencia (Ton)	Rigidez (Ton/cm)
M-1	A	2.00	0.33
	B	1.90	0.34
	C	2.10	0.34
M-2	A	3.00	0.38
	B	3.10	0.40
	C	3.10	0.38
M-3	A	4.00	0.44
	B	4.10	0.44
	C	3.90	0.43

Anexo n° 13: Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
Título:	“Influencia de una viga de concreto armado intermedia sobre la resistencia y rigidez en muros de albañilería confinada, La Esperanza, 2018”			
Autor:	Simón Eduardo Ramírez Gálvez			
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES/ ITEMS
La Resistencia	Es la capacidad que tiene un cuerpo para oponerse a la rotura frente a las solicitaciones externas.	En la construcción de muros de albañilería para edificaciones como hospitales, colegios y viviendas.	Resistencia a la Rotura	-Carga Lateral -Deformaciones
La Rigidez	Es la capacidad que tiene un cuerpo para oponerse a las deformaciones frente a las solicitaciones externas.	En la construcción de muros de albañilería para edificaciones como hospitales, colegios y viviendas.	Resistencia a las Deformaciones	-Carga Lateral -Desplazamientos -Módulo de Rigidez.

Anexo n° 14: Análisis Estadístico (ANAVA) y Prueba “F”

Planteamiento de hipótesis.

- **Hipótesis alterna (H₁):** la viga intermedia si afecta significativamente a la resistencia.
- **Hipótesis nula (H₀):** la viga intermedia no afecta significativamente en la resistencia.

Nivel de significancia.

- En ingeniería se trabaja con un 95% de confianza ($\alpha = 0.05$)
Criterio de Rechazo.
Se rechaza la hipótesis nula (H₀) si $F_0 > F_{\alpha, V1, V2}$, donde:
- F_0 se obtiene experimentalmente
- $F_{\alpha, v1, v2}$ Se obtiene de tablas estadísticas.

Cálculo para el análisis de varianza (ANAVA).

En la **Tabla N°02**. Se presentan los datos individuales y totalizados de las durezas medidas en (HV) con respecto al tiempo de recocido, que permiten realizar el análisis de varianza respectivo.

Tabla 3:

Análisis de varianza (ANAVA) con los resultados de Resistencia

MURO	Resistencia (Ton)			SUMATORIA	PROMEDIO
	A	B	C		
M-1	2.00	1.90	2.10	6.00	2.00
M-2	3.00	3.10	3.10	9.20	3.07
M-3	4.00	4.10	3.90	12.00	4.00

Repeticiones (r) =3, niveles (a_i) =3, N. Total de pruebas (N) = (a_i)(r)

1.1. Cálculo del término de corrección

$$C = \frac{Y^2}{N}$$

$$C = \frac{(6+9.2+12)^2}{3 \times 3} = 82.2$$

1.2. Cálculo de la suma total de cuadrados (SS_T)

$$SST = \sum_{i=1}^{a=3} \sum_{j=1}^{n=3} Y_{ij}^2 - C$$

$$SST = [(2^2) + (1.9)^2 + (2.10)^2 \dots + (3.9)^2] - 82.2$$

$$SST = 6.06$$

1.3. Cálculo de la suma de cuadrados debido a los tratamientos (SS_{trat})

$$SS_{trat} = \frac{\sum_{i=1}^{a=3} Y_i^2}{r} - C$$

$$= \frac{(6)^2 + (9.2)^2 + (12)^2}{3} - 82.2$$

$$SS_{trat} = 6.013$$

1.4. Cálculo de la suma de cuadrados debido al error (SS_E)

$$SS_E = SS_T - SS_{trat}$$

$$SS_E = 6.06 - 6.013$$

$$SS_E = 0.047$$

1.5. Cálculo de la Media de la Suma de Cuadrados debido a los Tratamientos (MS_{trat})

$$MS_{trat} = \frac{SS_{trat}}{ai-1}$$

$$MS_{trat} = \frac{6.013}{2}$$

$$MS_{trat} = 3.0065$$

1.6. Cálculo de la Media de la Suma de Cuadrados debido al error (MS_E)

$$MS_E = \frac{SS_E}{N - ai}$$

$$MS_E = \frac{0.047}{9 - 3}$$

$$MS_E = 0.0078$$

1.7. Cálculo de la Función Fo

$$F_o = \frac{MS_{trat}}{MS_E}$$

$$F_o = \frac{6.013}{0.0078}$$

$$F_o = 770.9$$

2. Cálculo del F_(0.05) teórico

- *grados de libertad* $(a_i - 1) = (3 - 1) = 2$
- *grados de libertad del error* $[a_i(r - 1)] = [3(3 - 1)] = 6$

Tabla de puntos porcentuales de la distribución F 0.05, V1, V2; donde se tabulan los datos utilizados para el cálculo del "F" teórico.

Tabla 4:

V2 \ V1	V1						
	1	2	3	4	5	6	7
2	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.0
3	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35
4	10.73	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.88
5	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.08
6	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88
7	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21
8	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79

Tabla 5:

Cuadro resumen del análisis de varianza para la Resistencia (HV)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F _o	F _{0.05,2,6}
Tiempo de revenido	2	1264.67	632.335	770.9	5.14
error	6	15.33	2.56		
total	8	1280			

DECISIÓN:

Para un nivel de significancia del 5% se observa que $F_0 = 770.9$ obtenido experimentalmente para los datos de la resistencia, es mayor que $F_{0.05, 2, 6} = 5.14$; por lo tanto, se acepta la hipótesis, es decir el de la viga intermedia afecta significativamente a la resistencia del muro.

Planteamiento de hipótesis.

- **Hipótesis alterna (H_1):** la viga intermedia si afecta significativamente a la rigidez. A mayor tamaño de la viga intermedia mayor rigidez (Ton/cm).
- **Hipótesis nula (H_0):** la viga intermedia no afecta significativamente en la rigidez.

Nivel de significancia.

- En ingeniería se trabaja con un 95% de confianza ($\alpha = 0.05$)

Criterio de Rechazo.

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si $F_0 > F_{\alpha, V_1, V_2}$, donde:

- F_0 se obtiene experimentalmente
- F_{α, v_1, v_2} Se obtiene de tablas estadísticas.

Cálculo para el análisis de varianza (ANAVA).

En la **tabla N° 05**. Se presentan los datos individuales y totalizados de las durezas medidas en (HV) con respecto al tiempo de recocido, que permiten realizar el análisis de varianza respectivo.

Análisis de varianza (ANAVA) con los resultados de Rigidez

MURO	Rigidez (Ton/cm)			SUMATORIA	PROMEDIO
	A	B	C		
M-1	0.33	0.34	0.34	1.01	0.34
M-2	0.38	0.40	0.38	1.16	0.39
M-3	0.44	0.44	0.43	1.31	0.44

Tabla 6:

Análisis de varianza (ANAVA) con los resultados de Rigidez

Repeticiones (r) = 3, niveles (a_i) = 3, N. Total de pruebas (N) = (a_i)(r)

2.1. Cálculo del término de corrección

$$C = \frac{Y^2}{N}$$

$$C = \frac{(1.01+1.16+1.31)^2}{3 \cdot 3} = 1.35$$

2.2. Cálculo de la suma total de cuadrados (SS_T)

$$SST = \sum_{i=1}^{a=3} \sum_{j=1}^{n=3} Y_{ij}^2 - C$$

$$SST = [(0.33^2) + (0.34)^2 + (0.34)^2 \dots + (4.43)^2] - 1.35$$

$$SST = 0.011$$

2.3. Cálculo de la suma de cuadrados debido a los tratamientos (SS_{trat}).

$$SS_{trat} = \frac{\sum_{i=1}^{a=3} Y_i^2}{r} - C$$

$$= \frac{(1.01)^2 + (1.16)^2 + (1.31)^2}{3} - 1.35$$

$$SS_{trat} = 0.0106$$

2.4. Cálculo de la suma de cuadrados debido al error (SS_E).

$$SS_E = SS_T - SS_{trat}$$

$$SS_E = 0.011 - 0.0106$$

$$SS_E = 0.0004$$

2.5. Cálculo de la Media de la Suma de Cuadrados debido a los Tratamientos (MS_{trat})

$$MS_{trat} = \frac{SS_{trat}}{a-1}$$

$$MS_{trat} = \frac{0.0106}{2}$$

$$MS_{trat} = 0.0053$$

2.6. Cálculo de la Media de la Suma de Cuadrados debido al error (MS_E)

$$MS_E = \frac{SS_E}{N - ai}$$

$$MS_E = \frac{0.0004}{9 - 3}$$

$$MS_E = 0.000067$$

2.7. Cálculo de la Función Fo

$$F_o = \frac{MS_{trat}}{MS_E}$$

$$F_o = \frac{0.0053}{0.000067}$$

$$F_o = 79.1$$

3. Cálculo del $F_{(0.05)}$ teórico.

- *grados de libertad* $(ai - 1) = (3 - 1) = 2$
- *grados de libertad del error* $[ai(r - 1)] = [3(3 - 1)] = 6$

Tabla 7:

Tabla de puntos porcentuales de la distribución F 0.05, V1, V2; donde se tabulan los datos utilizados para el cálculo del "F" teórico.

V ₂ \ V ₁	V ₁						
	1	2	3	4	5	6	7
2	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.0
3	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35
4	10.73	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.88
5	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.08
6	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88
7	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21
8	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79

Tabla 8:

Cuadro resumen del análisis de varianza para la Rigidez (HV)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F _o	F _{0.05,2,6}
Tiempo de revenido	2	1264.67	632.335	79.1	5.14
error	6	15.33	2.56		
total	8	1280			

DECISIÓN:

Para un nivel de significancia del 5% se observa que $F_o = 79.1$ obtenido experimentalmente para los datos de la resistencia, es mayor que $F_{0.05, 2, 6} = 5.14$; por lo tanto, se acepta la hipótesis, es decir la viga intermedia afecta significativamente a la rigidez del muro.