

# COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRUCTURAL RESPONSE OF A BUILDING USING THE EMMEDUE SYSTEM AND THE CONFINED MASONRY SYSTEM

Elmer Jesús Linares Vigo, Ing.<sup>1</sup>; Miguel Angel, Mosqueira-Moreno Dr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú. [n00026370@upn.pe](mailto:n00026370@upn.pe)  
Universidad Privada Del Norte (UPN). Cajamarca, Perú. [miguel.mosqueira@upn.pe](mailto:miguel.mosqueira@upn.pe)

*Abstract– The present study was carried out with the purpose of comparing the structural response between the Emmedue system and Confined Masonry. For which; the structural modeling of a multifamily dwelling located in the city of Cajamarca was carried out, taking into account the characteristics and considerations for each system (EMMEDUE AND MASONRY) proposed in the E.030 "Earthquake Resistant Design" standards, E.060 "Reinforced Concrete" standard and the standard E.070 "Masonry", and suggestions dictated by Eng. San Bartolome referring to the Emmedue system. For the structural modeling of the building, the ETABS Software was used, performing the static and dynamic seismic analyzes under different load states for each system. When making the comparison of the structural behavior of the building between the Emmedue and Confined Masonry systems; We conclude that when using the Masonry system in the building, it shows a better structural behavior since it generates less stress and drift compared to the Emmedue system.*

**Keywords:** *Emmedue, Masonry, structural response.*

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.74>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN USANDO EL SISTEMA EMMEDUE Y EL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

Elmer Jesús Linares Vigo, Ing.<sup>1</sup>; Miguel Angel, Mosqueira-Moreno Dr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú. [n00026370@upn.pe](mailto:n00026370@upn.pe)  
Universidad Privada Del Norte (UPN). Cajamarca, Perú. [miguel.mosqueira@upn.pe](mailto:miguel.mosqueira@upn.pe)

**Resumen**– El presente estudio se realizó con la finalidad de comparar la respuesta estructural entre el sistema Emmedue y Albañilería Confinada. Para lo cual; se realizó el modelamiento estructural de una vivienda multifamiliar ubicada en la ciudad de Cajamarca, teniendo en cuenta las características y consideraciones para cada sistema (EMMEDUE Y ALBAÑILERÍA) propuestas en las normas E.030 “Diseño Sismorresistente”, norma E.060 “Concreto armado” y la norma la E.070 “Albañilería”, y sugerencias dictadas por el por el Ing. San Bartolomé referidas al sistema Emmedue. Para el modelamiento estructural de la edificación se utilizó el Software ETABS, realizando los análisis sísmicos estático y dinámico bajo diferentes estados de carga para cada sistema. Al realizar la comparativa del comportamiento estructural de la edificación entre los sistemas Emmedue y Albañilería Confinada; concluimos que al utilizar el sistema de Albañilería en la edificación muestra un mejor comportamiento estructural pues genera menores esfuerzos y derivas en comparación al sistema Emmedue.

**Palabras clave:** Emmedue, Albañilería, respuesta estructural.

**Abstract**– The present study was carried out with the purpose of comparing the structural response between the Emmedue system and Confined Masonry. For which; the structural modeling of a multifamily dwelling located in the city of Cajamarca was carried out, taking into account the characteristics and considerations for each system (EMMEDUE AND MASONRY) proposed in the E.030 "Earthquake Resistant Design" standards, E.060 "Reinforced Concrete" standard and the standard E.070 "Masonry", and suggestions dictated by Eng. San Bartolome referring to the Emmedue system. For the structural modeling of the building, the ETABS Software was used, performing the static and dynamic seismic analyzes under different load states for each system. When making the comparison of the structural behavior of the building between the Emmedue and Confined Masonry systems; We conclude that when using the Masonry system in the building, it shows a better structural behavior since it generates less stress and drift compared to the Emmedue system.

**Keywords:** Emmedue, Masonry, structural response.

## I. INTRODUCCIÓN

Para realizar el presente artículo nos basamos en la tesis “Variación de la respuesta estructural de una edificación al modificar el sistema de Albañilería Confinada a un sistema Emmedue, Cajamarca 2020”. [1], del repositorio de la

Universidad Privada del Norte, tomando diferentes datos y características tanto para resultados y diferentes conceptos.

La poblacional mundial está creciendo de manera acelerada y según la INEI en el 2020, en el Perú ya existen 32 millones 625 mil 948 personas; siendo uno de los países que más incremento poblacional ha tenido. [2]

El departamento de Cajamarca tiene una población de más de 1 341 012 habitantes entre población urbana y rural (INEI 2017 – Censos nacionales de población y vivienda); y solo la ciudad de Cajamarca cuenta con algo más de 348 mil habitantes. [2]

Al ver el crecimiento poblacional que está experimentando el Perú y particularmente la ciudad de Cajamarca; la necesidad de vivienda se hace un tema preocupante ya que, según el INEI; para el 2016 nuestro país alcanzó un déficit habitacional de 1.1 millones y en el departamento de Cajamarca está cerca de 108 mil unidades. [2]

En los últimos años el sector inmobiliario ha generado diversos proyectos de edificaciones para vivienda, pero como sabemos en términos económicos, para las personas de bajos recursos es difícil de acceder. También se han producido productos del fondo mi vivienda; sin embargo, tampoco se ha tenido el efecto esperado ya que el déficit habitacional persiste en la gran mayoría de las familias del Perú y en el departamento de Cajamarca.

Si bien es cierto, que la falta de viviendas existe en nuestro país, no es el único problema existente; también está presente el sector informal (autoconstrucción) el cual es predominante en la construcción de viviendas del Perú; [3]; el 80% de viviendas en el Perú son construcciones informales y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a sismos de alta intensidad y en zonas periféricas de las ciudades esta cifra llega al 90% [3].

Teniendo en cuenta que la región de Cajamarca se encuentra situada en la zona sísmica 3 [4]; la cual tiene un nivel de alto de peligro sísmico. Por lo tanto, la posibilidad de que ocurra un sismo en Cajamarca; causando una catástrofe con pérdida de vidas humanas y materiales (hogares afectados y destruidos) siempre estará presente.

En las últimas décadas los edificios de viviendas en el Perú se han construido con muros de albañilería confinada y en los últimos 15 – 20 años se viene utilizando el concreto armado como sistema de construcción. [5]. La región de Cajamarca

tiene como segundo material preponderante el ladrillo, ya que; el 22.2% de sus viviendas están construida con este material, un 70.3% construidas a base de adobe o tapial y el 5.3% con material precario (quincha, piedra con barro, triplay, calamina, estera u otro material). [2]. Con relación a la estadística mencionada; el INEI afirma que, en la ciudad de Cajamarca; más de la mitad de sus viviendas han sido construidas con Albañilería Confinada.

Como vemos se mantiene el uso de materiales y sistemas constructivos convencionales; sin embargo, la problemática de los puntos mencionados nos permite ver la necesidad de investigar nuevos sistemas constructivos que generen confort, garantía, economía (haga factible el acceso a una vivienda) y sobre todo seguridad. Y no solo dedicarse a la perfección de los sistemas ya existentes como es el caso del sistema de albañilería confinada.

Es por eso que en la presente investigación presentamos como una alternativa de construcción al sistema Emmedue, presentando sus características principales para su uso. Para lo cual, planteamos realizar una comparación de la respuesta estructural de una edificación para vivienda entre los sistemas de albañilería confinada y Emmedue.

- La respuesta estructural de las edificaciones durante su vida útil; dependerá de la adecuada estructuración que se proporcione a los edificios frente a las diversas solicitaciones que se le puede presentar, ya sean; tanto cargas permanentes (peso propio, acabados, carga viva, etc.) como eventuales (sobrecargas, sismo, viento, etc.); teniendo en cuenta que, los componentes estructurales deben tener una disposición simultánea y características (Físicas y Mecánicas) adecuadas. [6]
- La constitución estructural de una edificación consiste en disponer y distribuir adecuadamente los componentes de la estructura de forma adecuada y teniendo en cuenta la disposición de la arquitectura, así mismo manteniendo una estructura lo más simétrica y uniforme posible. [7].
- El análisis estructural se considera como el conjunto de acciones que determinan el comportamiento estructural de una Edificación ante diversas fuerzas externas que la podrían llevar al colapso total o parcial. [8].

El análisis tiene tres etapas básicas:

- La estructura debe ser idealizada; a través de un modelo factible de evaluar por métodos de cálculo aptos y adecuados.
- Determinación de las fuerzas para el diseño de los elementos estructurales.
- En la modelación de la estructura se debe tener en cuenta los efectos de las fuerzas de diseño.
- Sabemos que la fuerza sísmica está relacionada al comportamiento estructural de las edificaciones. En nuestro caso; la acción sísmica es idealizada en función a la normativa peruana de diseño Sismorresistente E.030, la cual se rige por criterios de superposición modal y descomposición. Entre las variables; de las cuales dependerá el espectro de diseño, tenemos al periodo

fundamental de la estructura, estado actual del suelo local entre otros etc.

El diseño Sismorresistente se realizará conforme a los lineamientos de la norma técnica de diseño Sismorresistente E.030 - 2019, teniendo como filosofía de diseño:

- Se deberá Prevenir las pérdidas de vidas humanas.
- Garantizar que los servicios básicos de la edificación tendrán continuidad.
- La estructura deberá presentar el mínimo de daños posibles.

El hecho que una estructura pueda cumplir con los principios antes mencionados está unido a su capacidad de disipar energía. La disipación se presenta en los elementos estructurales como tal (vigas, columnas, muros, losas). Debiéndose comprobar que en circunstancias última de diseño (flexión, tracción, compresión, pandeo, etc.) y de servicio (fatiga, agrietamiento, deflexiones y vibraciones, etc.) la edificación debe tener un comportamiento estructural adecuado de sus componentes. [9].

- Para las edificaciones, las propiedades que más interesan en el diseño son:
  - Las deflexiones excesivas pueden producir desplazamientos horizontales exagerados que afecten desfavorablemente el uso de la estructura; o vibraciones que produzcan incomodidad. [4]
  - Los desplazamientos para estructuras regulares se encontrarán multiplicando los coeficientes de 0.75R por los valores conseguidos del análisis Elástico lineal con las demandas sísmicas limitadas. Y serán multiplicados por 0.85R en el caso de que la estructura sea irregular [4].
  - Las derivas de los pisos consecutivos de una estructura son los desplazamientos relativos que se producen en su entrepiso. Al someter una estructura a las fuerzas sísmicas,  $\Delta_i$ , los entrepisos sufren desplazamientos horizontales,  $\Delta_i$ .
  - Los desplazamientos relativos de igual forma serán afectados por 0.75R y 0.85R, según la estructura sea regular o irregular; respectivamente. [4].

En la tabla 1, la norma técnica E.030 establece límites de derivas permisibles en cada sistema.

Tabla 1. Límites Para La Distorsión Del Entrepiso

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>(<math>\Delta_i/h_{ei}</math>)</b>
Sistema de Concreto Armado	0,007
Sistema de Acero	0,010
Sistema de Albañilería	0,005
Sistema de Madera	0,010
Estructuras con muros de ductilidad limitada y concreto armado.	0,005

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019. [4]

- Los Sistemas Constructivos han sido siempre herramientas fundamentales para el desarrollo de la vida del hombre, la construcción y la arquitectura. Es por ello

que la experimentación con los diversos materiales tanto naturales en los inicios de la humanidad como los artificiales en su posterior desarrollo ha permitido la mejor satisfacción de los requerimientos básicos de habitabilidad y confort. Siendo los sistemas constructivos, el conjunto integral de materiales y elementos constructivos que combinados según determinadas reglas tecnológicas conforman una edificación completa la cual es vital en el progreso de la humanidad. [10]

Los sistemas constructivos tratados en esta investigación serán: La Albañilería confinada y Emmedue.

En el Perú El Ministerio De Vivienda, Construcción y Saneamiento a través de la resolución ministerial N°. 045-2010-VIVIENDA aprobó el sistema Emmedue en el año 2009 y simultáneamente; el mismo año entro al país. [12].

- El Sistema Constructivo Emmedue tiene en sus caras laterales una malla electro soldada de alta resistencia, uniéndose entre sí por grapas de acero y cuyo núcleo es el poli estireno expandido. [12]. Los muros Emmedue se conforman lanzando capas de mortero con un equipo neumático y con la presión adecuada para proporcionar la rigidez y resistencia adecuada al panel (EPS), además las mallas adheridas al núcleo del panel le proporcionaran una ductilidad y resistencia complementarias a la producida por el mortero. [12]

Los materiales componentes del sistema Emmedue son: Núcleo Central, Acero de Refuerzo, Concreto, Espigas de acero corrugado (dowells)

- Núcleo Central: Está conformado por el alma de tecnopor expandido con un peso específico varía entre los 13 - 25 kg/m<sup>3</sup> y con un espesor que varía entre los 40 mm y los 400 mm. [13]
- Acero De Refuerzo: El acero para la malla electro-soldada se encuentra adherido en ambas caras del núcleo de tecnopor unidas entre sí por conectores; los cuales son del mismo material de acero liso galvanizado y con similares características a los de la malla. La fluencia del acero galvanizado para la malla de acero de sistema Emmedue tiene un  $f_y = 6120 \text{ Kg/cm}^2$  y un diámetro de  $\phi = 2.50 \text{ mm}$  - 3.00 mm y el diámetro para los conectores son de  $\phi = 3.00 \text{ mm}$ . Para el encuentro entre muros perpendiculares y ángulos pronunciados se utilizan las mallas angulares. [13]
- Concreto: El concreto utilizado en las paredes del sistema Emmedue tendrá espesores que varíaran de 2.5 a 4cm de acuerdo a la resistencia requerida en el diseño y la construcción de la edificación; y tendrá una resistencia mínima a compresión de  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para los muros y las losas. Para el caso de losas se utilizará se tendrá en cuenta una capa superior sometida a compresión con un espesor mínimo de 5cm y de 3cm para la capa inferior. [13].
- Espigas de acero corrugado (dowells): Los muros Emmedue tienen que tener una continuidad tanto en la cimentación como también entre muros de pisos subsecuentes; para lo cual se colocan las espigas de acero corrugado con un diámetro de  $\phi = 6.00 \text{ mm}$  y así, se puedan conectar entre sí los elementos mencionados. [14]

La Clasificación Paneles Emmedue: Existe una gran variedad de poli estireno expandido con refuerzo adicional, están clasificados de acuerdo a la tipología de los paneles Emmedue, ámbito de aplicación, medidas estándares y accesorios complementarios. [14].


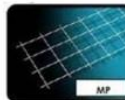
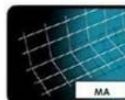
Tabla 2. Tipos de Panel Emmedue

TIPO	APLICACIÓN	Ø DEL ALAMBRE	TRAMADO	RESISTENCIA DEL MORTERO REQUERIDA
PSME (Panel Simple Modular Estructural)	Construcción Integral de Mamposterías	Longitudinal: 2.5 Transversal: 2.5	Longitudinal: 7.5 Transversal: 7.5	210 Kg/cm <sup>2</sup>
PSMR (Panel Simple Modular Reforzado)	Losa de Cubierta Conformación de gradas	Longitudinal: 3 Transversal: 2.5	Longitudinal: 7.5 Transversal: 7.5	210 kg/cm <sup>2</sup> para la carpeta superior de compresión o la que resulte del cálculo estructural. ( $\epsilon = 5 \text{ cm}$ ) 210 Kg/cm <sup>2</sup> para la carpeta inferior. ( $\epsilon = 3 \text{ cm}$ )

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Resolución Ministerial para la Memoria Descriptiva General Del Sistema Emmedue, 2010. [11]

La clasificación de las mallas electro soldadas: Las mallas del sistema Emmedue tienen diámetros entre 2.5 y 3 mm y se elaboran con alambre de acero galvanizado de alta resistencia. Estas mallas se utilizan en el reforzamiento de puertas y ventanas (MU), losas (ME), aristas de uniones entre paredes y encuentros de losa con pared (MA), dando continuidad a malla entre paneles. Las mallas se fijan en las caras laterales del tecnopor con la ayuda de alambre de acero o grapas. [15]

Tabla 3. Tipos de mallas electrosoldadas.

MALLA ENTERA	MALLA PLANA	MALLA ANGULAR	MALLA "U"
Para las losas y paredes se utiliza la malla entera; la cual servirá como un refuerzo adicional.	Las mallas planas son colocadas diagonalmente con una inclinación de 45° para reforzar tanto las paredes como las ventanas. Además, están mallas son útiles en zonas donde existen empalmes y en partes que se haya tenido que cortar la malla de refuerzo	En las uniones de muros con losa y muro contra muro se colocan las mallas angulares tanto en la zona interior como en la exterior del encuentro entre paneles.	En las puertas y ventanas se usa la malla en U; la cual sirve como refuerzo en el remate de los mencionados.
			

Fuente: Panecons. (2014, Julio). Memoria Descriptiva Sistema Emmedue. [Online]. Available: [https://www.slideshare.net/javer\\_7/memoria-descriptiva-sistema-m2-72807476](https://www.slideshare.net/javer_7/memoria-descriptiva-sistema-m2-72807476). [15]

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Técnicas de recolección de datos

Para el presente artículo se recopiló la información necesaria, utilizando las siguientes técnicas:

- Se realizó la observación directa; con el objetivo de determinar el uso de la edificación, alturas y demás medidas y datos existentes en la edificación, datos que nos ayudaran a realizar el modelamiento estructural y poder comparar la variación del comportamiento entre los sistemas de Albañilería y Emmedue.

- Se realizó una investigación bibliográfica; teniendo en cuenta las herramientas teóricas y prácticas que nos permitan tener una mayor perspectiva de las propiedades y características de cada sistema (Albañilería y Emmedue); determinando si la edificación cumple con los requisitos necesarios para su aplicación.

- El modelamiento estructural de la edificación, se realizó utilizando el programa Etabs; teniendo en cuenta una serie de etapas recomendadas por la norma E.030 (2019), las cuales no ayudaron a determinar las acciones sísmica de la estructura, considerando las siguientes partes: peligro sísmico, caracterización del edificio, distorsiones admisibles, análisis estático y análisis dinámico.

Obteniendo los datos necesarios para realizar la comparación de los sistemas, determinando la variación de su respuesta estructural de la edificación entre el sistema Emmedue y Albañilería.

- Para realizar el modelamiento estructural de la edificación; se utilizaron las siguientes propiedades para cada tipo de sistema, así pues; para el sistema de Albañilería confinada ( $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_m = 32500 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_c = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ ) en el sistema Emmedue ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_{cm} = 30000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_{cl} = 15000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f_y = 6,120 \text{ kg/cm}^2$ ). Para el modelamiento de la cimentación, nos agenciamos de un estudio de suelos en una ubicación cercana a la estructura analizada. Considerando un tipo de suelo intermedio S2 y con capacidad portante de  $0.906 \text{ kg/cm}^2$ .

Los datos fueron procesados de la siguiente manera:

- Modelamiento estructural del edificio para vivienda con el sistema de Albañilería confinada.
- Procesamiento de datos generado por el análisis Sismo Estático y Dinámico para el sistema de Albañilería Confinada aplicado en la edificación para vivienda multifamiliar en la ciudad de Cajamarca.
- Modelamiento estructural del edificio para vivienda con el sistema de Emmedue.
- Procesamiento de datos generado por el análisis Sismo Estático y Dinámico para el sistema Emmedue aplicado en la edificación para vivienda multifamiliar en la ciudad de Cajamarca.
- Comparación de resultados entre el sistema de albañilería confinada y Emmedue del edificio para vivienda Multifamiliar para la ciudad de Cajamarca.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se muestran a continuación son parte de la tesis Variación de la respuesta estructural de una edificación al

modificar el Sistema de albañilería confinada a un sistema Emmedue, Cajamarca 2020 realizada por Linares Vigo, E. J. (2020). [1]

#### Peso de la Vivienda

Tabla 4. Pesos de la vivienda con los Sistemas de Albañilería y Emmedue.

Load Case/Combo	Peso de Vivienda		
	Albañilería P (Ton)	Emmedue P (Ton)	% Diferencial de Peso
Peso Propio	518.098	297.650	42.55%
CM	137.312	79.537	42.08%
CV	90.958	90.928	0.03%
CVT	12.605	12.605	0.00%
Peso Total	758.97	480.721	36.66%

Fuente: "Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020" por Linares, E. J., 2020. [1]

En la tabla 4 observamos que el peso total de la edificación para el sistema de albañilería es de 758.97 Ton y para el sistema Emmedue de 480.721 Ton. existiendo una diferencia de 36.66% entre ambos sistemas, siendo el sistema Emmedue el más liviano. [1]

#### Períodos y Frecuencias

Tabla 5. Periodos y frecuencias de la vivienda.

Case	Mode	Periodos y frecuencias					
		Albañilería		Emmedue		Diferencia Period (%)	Diferencia Frequency (%)
		Period	Frequency	Period	Frequency		
		sec	cyc/sec	sec	cyc/sec		
Modal	1	0.425	2.354	0.556	1.797	23.56%	23.66%
Modal	2	0.288	3.467	0.366	2.733	21.31%	21.17%
Modal	3	0.234	4.277	0.293	3.417	20.14%	20.11%
Modal	4	0.108	9.283	0.155	6.463	30.32%	30.38%
Modal	5	0.081	12.359	0.105	9.508	22.86%	23.07%
Modal	6	0.066	15.071	0.083	12.038	20.48%	20.12%
Modal	7	0.052	19.246	0.078	12.75	33.33%	33.75%
Modal	8	0.042	24.012	0.055	18.067	23.64%	24.76%
Modal	9	0.035	28.708	0.054	18.604	35.19%	35.20%
Modal	10	0.035	28.939	0.044	22.879	20.45%	20.94%
Modal	11	0.029	34.372	0.044	22.917	34.09%	33.33%
Modal	12	0.028	35.892	0.039	25.397	28.21%	29.24%
Modal	13	0.025	40.587	0.033	30.559	24.24%	24.71%
Modal	14	0.024	42.021	0.032	31.702	25.00%	24.56%
Modal	15	0.02	48.948	0.027	37.647	25.93%	23.09%

Tomada de: "Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020" por Linares, E. J., 2020. [1]

Analizando la tabla 5, se observa que el periodo de vibración del sistema de albañilería es de 0.425 seg. con una frecuencia de 2.354 cyc/seg, mientras que en el sistema Emmedue el periodo de vibración es 0.556 seg; y una frecuencia 1.797 cyc/seg, existiendo una diferencia porcentual en el periodo de



23.56% y 23.66% en la frecuencia, esto debido a que la rigidez de la albañilería es mayor. [1]

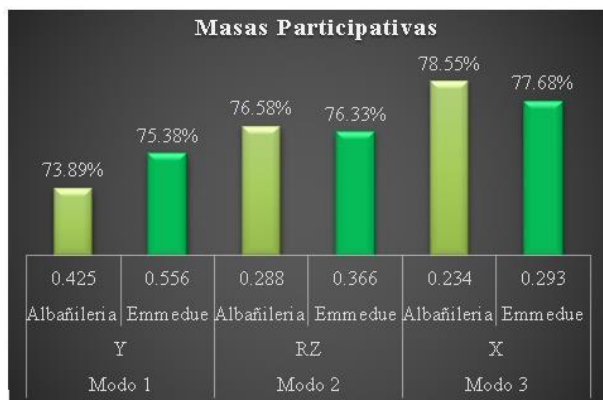


Figura 1. Masas Participativas del Modelamiento de Vivienda; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

Para los periodos y masas participativas de la vivienda, la figura 1 nos muestra los 3 primeros modos principales para ambos sistemas con una participación en el primer modo de 75.38% para el sistema Emmedue y del 73.83% en Albañilería siendo ambos traslacionales en la dirección Y, para el segundo modo se obtuvo un movimiento rotacional con masas participativas de 76.33% y 76.20%, respectivamente. Por último, para el tercer modo se obtuvo una masa participativa traslacional en dirección X del 77.68% en Emmedue y 77.01% en Albañilería. Aclarando que la suma de masas efectivas de nuestra edificación en ambos sistemas supera el 90% de la masa de la estructura como lo indica la norma E.030 – 2019. Lo que demuestra que en ambos casos son similares el aporte de movimiento en las direcciones analizadas. [1]

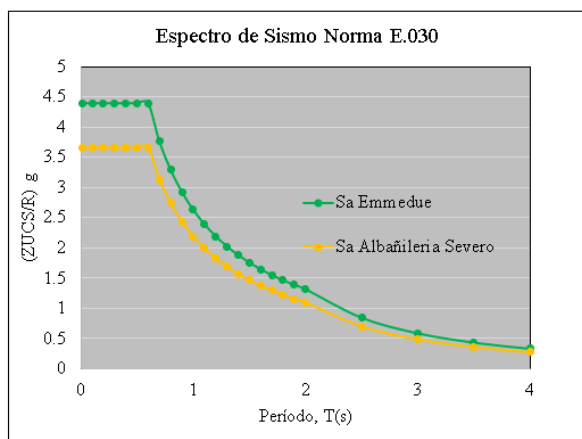


Figura 2. Espectro de Pseudo aceleración; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

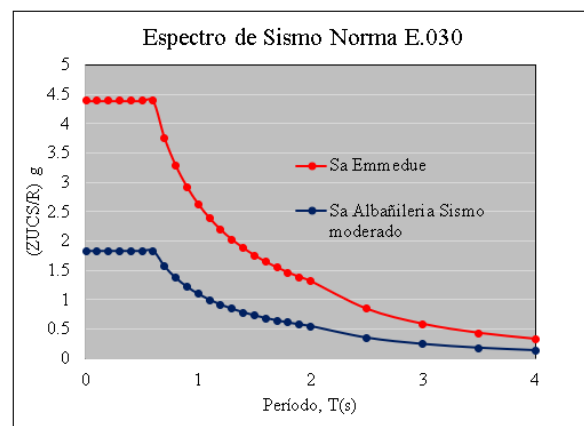


Figura 3. Espectro de Pseudo aceleración; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

Las figuras 2 y 3 nos muestra, los espectros sísmicos para cada sistema; teniendo el sistema Emmedue el mayor de los espectros frente al sismo severo y moderado de Albañilería.

Tabla 6. Centro de masa y rigidez para la Excentricidad de la vivienda.

Centros de Masa y Rigidez											
Diafragma	Albañilería					Emmedue					% Diferencial de Excentricidad
	Centro de Masa (m)		Centro de Rigidez (m)		Excentricidad Propia (m)	Centro de Masa (m)		Centro de Rigidez (m)		Excentricidad Propia (m)	
	X	Y	X	Y		X	Y	X	Y		
D5	9.316	4.035	8.879	4.338	0.532	9.957	4.271	8.320	4.193	1.639	67.57%
D4	9.382	4.071	8.940	4.329	0.512	9.978	4.311	8.360	4.198	1.622	68.41%
D3	9.402	4.081	9.020	4.323	0.452	9.984	4.323	8.398	4.207	1.590	71.56%
D2	9.412	4.087	9.117	4.331	0.383	9.987	4.328	8.422	4.230	1.568	75.55%
D1	9.416	4.091	9.182	4.379	0.370	9.983	4.331	8.385	4.276	1.599	76.83%

Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

Comparando la excentricidad propia de la estructura; la tabla 6 nos indica que para el sistema de albañilería existe una separación máxima de 0.532m entre el CM y el CR; asimis mo en el sistema Emmedue se tiene una separación máxima de 1.639m; con una diferencia de excentricidades entre sistemas del 67.57%. Lo que refleja que en la albañilería el CM y CR, se encuentra mejor compensado por tener mayor rigidez. [1]

Tabla 7. Cortante Basal en dirección X de la vivienda.

Base Reactions en X				
Albañilería		Emmedue		% Diferencial
Load Case/Combo	FX (Tonf)	Load Case/Combo	FX (Tonf)	
S_EST_Xs	253.853	S_EST_Xs (2.5)	180.253	28.99%
S_DIN_Xs	201.199	S_DIN_Xs (2.5)	143.859	28.50%
S_DIN_Xm	100.573	S_DIN_Xs (2.5)	143.859	30.09%
S_DIN_Xm-ESC Max	114.204	S_DIN_Xs (2.5)	143.859	
		ESC Max	162.236	29.61%

Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

La tabla 7 nos muestra el cortante Basal en X, para el caso del sismo estático hay una diferencia entre sistemas de 28.99%; siendo el menor cortante basal para el sistema Emmedue con un valor de 180.253 Ton. De igual manera la comparación del

sismo dinámico en Emmedue entre los sismos dinámicos severo y moderado de albañilería se tiene diferencias del 28.50% y 30.09%. Esto indica que la acumulación progresiva de fuerzas cortantes en cada piso reflejado en la base para el sistema Emmedue requiere de menor esfuerzo al corte en comparación al sistema de albañilería. [1]

Tabla 8. Cortante Basal en dirección Y de la vivienda.

Base Reactions en Y				
Albañilería		Emmedue		Diferencial %
Load Case/Combo	FY (Tonf)	Load Case/Combo	FY (Tonf)	
S_EST_Ys	253.853	S_EST_Ys (2.5)	180.253	28.99%
S_DIN_Ys Max	194.086	S_DIN_Ys (2.5) Max	139.658	28.04%
S_DIN_Ym Max	97.017	S_DIN_Ys (2.5) Max	139.658	30.53%
S_DIN_Ym-ESC Max	114.204	S_DIN_Ys (2.5) ESC Max	162.233	29.61%

Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

El cortante Basal en Y, en la tabla 8 para el caso del sismo estático hay una diferencia entre sistemas de 28.99%; siendo el menor cortante basal para el sistema Emmedue con un valor de 180.253 Ton. De igual manera la comparación del sismo dinámico en Emmedue entre los sismos dinámicos severo y moderado de albañilería se tiene diferencias del 28.04% y 30.53%. aquí también podemos decir que la acumulación progresiva de fuerzas cortantes en cada piso reflejado en la base; en el caso del sistema Emmedue requieren de menor esfuerzo al corte en comparación al sistema de albañilería. [1]

Tabla 9. Derivas de articulaciones en dirección X de la vivienda.

Joint Drifts					
Story	Albañilería		Emmedue		Diferencia Fi (%)
	Load Case/Combo	Drift X	Load Case/Combo	Drift X	
Story5	S_EST_Xs	0.0007	S_EST_Xs (2.5)	0.0012	45.88%
	S_DIN_Xs Max	0.0006	S_DIN_Xs (2.5)Max	0.0011	44.81%
Story4	S_EST_Xs	0.0008	S_EST_Xs (2.5)	0.0014	46.00%
	S_DIN_Xs Max	0.0006	S_DIN_Xs (2.5)Max	0.0012	45.58%
Story3	S_EST_Xs	0.0008	S_EST_Xs (2.5)	0.0014	46.12%
	S_DIN_Xs Max	0.0007	S_DIN_Xs (2.5)Max	0.0012	45.70%
Story2	S_EST_Xs	0.0007	S_EST_Xs (2.5)	0.0013	46.72%
	S_DIN_Xs Max	0.0006	S_DIN_Xs (2.5)Max	0.0011	45.95%
Story1	S_EST_Xs	0.0005	S_EST_Xs (2.5)	0.0009	46.70%
	S_DIN_Xs Max	0.0004	S_DIN_Xs (2.5)Max	0.0007	46.48%
Máximo	S_DIN_Xs Max	0.0007	S_DIN_Xs (2.5)Max	0.0012	45.70%
Máximo	S_EST_Xs	0.0008	S_EST_Xs (2.5)	0.0014	46.12%

Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

Tabla 10. Derivas de articulaciones en dirección Y de la vivienda.

Joint Drifts					
Story	Albañilería		Emmedue		Diferencia Fi (%)
	Load Case/Combo	Drift Y	Load Case/Combo	Drift Y	
Story5	S_EST_Ys	0.0024	S_EST_Ys (2.5)	0.0051	53.13%
	S_DIN_Ys Max	0.0024	S_DIN_Ys (2.5) Max	0.0045	46.94%
Story4	S_EST_Ys	0.0030	S_EST_Ys (2.5)	0.0059	48.88%
	S_DIN_Ys Max	0.0025	S_DIN_Ys (2.5) Max	0.0052	51.48%
Story3	S_EST_Ys	0.0030	S_EST_Ys (2.5)	0.0061	51.21%
	S_DIN_Ys Max	0.0025	S_DIN_Ys (2.5) Max	0.0053	53.18%
Story2	S_EST_Ys	0.0026	S_EST_Ys (2.5)	0.0056	53.62%
	S_DIN_Ys Max	0.0021	S_DIN_Ys (2.5) Max	0.0048	56.43%
Story1	S_EST_Ys	0.0014	S_EST_Ys (2.5)	0.0034	59.36%
	S_DIN_Ys Max	0.0011	S_DIN_Ys (2.5) Max	0.0029	62.56%
Máximo	S_DIN_Ys Max	0.0025	S_DIN_Ys (2.5)Max	0.0053	53.18%
Máximo	S_EST_Ys	0.0030	S_EST_Ys (2.5)	0.0061	51.21%

Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En las tablas 9 y 10, podemos observar desplazamientos y derivas por piso, por diafragma y de articulaciones en ambos sistemas (albañilería y Emmedue) tanto para el sismo estático como para el dinámico y en ambas direcciones de análisis (XX, YY). Siendo mayores los desplazamientos y derivas en el sistema Emmedue en un 45-55% frente a los resultados de albañilería confinada. [1]

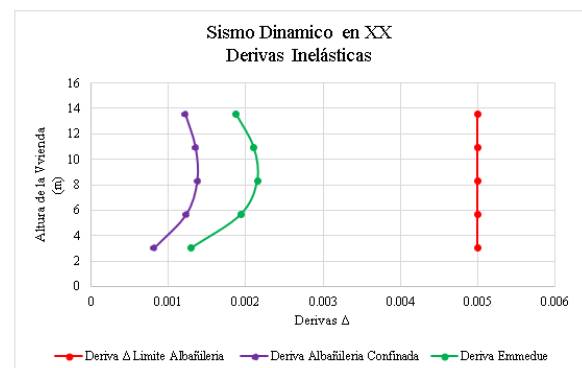


Figura 4. Derivas Inelásticas de la Vivienda en X; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la Figura 4, tenemos las derivas elásticas e inelásticas para el sismo dinámico en la dirección X; teniendo diferencia entre los sistemas de Albañilería y Emmedue de 35 – 37%. Se puede observar también que ambos sistemas se comportan de manera adecuada; ya que no sobrepasan la deriva máxima establecida por la norma E.030 (0.005), obteniendo valores máximos de las

derivadas inelásticas de 0.0012 para albañilería y de 0.002 para el sistema Emmedue. [1]

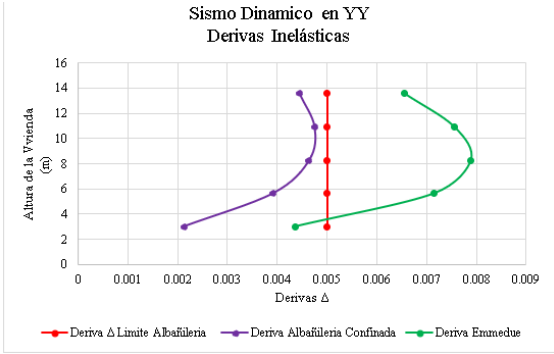


Figura 5. Derivas Inelásticas de la Vivienda en Y; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la Figura 5, tenemos las derivas elásticas e inelásticas para el sismo dinámico en la dirección Y; en la cual se obtuvo una diferencia de 32 – 51% entre los sistemas de Albañilería y Emmedue. Además, se observó también que para el sistema Emmedue se obtuvo una deriva máxima con un valor de 0.008 por lo que sobrepasa la deriva máxima establecida por la norma E.030 (0.005), y por el contrario el sistema de albañilería se comportó de manera adecuada ya que la deriva inelástica tuvo un valor de 0.0046; el cual no sobrepasa la deriva límite de 0.005 en dirección Y, por lo tanto, se tiene mayor rigidez en la dirección Y para Albañilería. [1]

Tabla 11. Cortantes por Piso en la dirección X.

Story Forces en X (Ton)												
Albañilería						Emmedue						%
Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4	Story5	Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4	Story5	Diferencial
S_EST_Xs	253.85	233.97	197.75	144.57	74.43	S_EST_Xs(2.5)	180.25	166.26	140.65	103.04	53.43	28.99%
S_DIN_Xs	201.20	186.45	159.97	120.91	65.71	S_DIN_Xs(2.5)	143.86	133.40	114.51	86.64	47.33	28.50%
S_DIN_Xm	100.57	93.20	79.97	60.44	32.85	S_DIN_Xs(2.5)	143.86	133.40	114.51	86.64	47.33	30.09%
S_DIN_Xm-ESC	114.20	105.83	90.80	68.63	37.30	S_DIN_Xs(2.5) ESC	162.24	150.44	129.13	97.71	53.38	29.61%

Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la tabla 11, tenemos los cortantes por piso para los sismos estático y dinámico en la dirección X; los cortantes máximos para Albañilería son de 253.85 Ton y de 201.20 Ton, respectivamente. Para el sistema Emmedue el cortante máximo es de 143.86 Tn en el sismo dinámico y un cortante máximo de 180.25 para el sismo estático. Por lo cual se tiene diferencias entre el 28% y 30% entre sistemas para sus respectivos cortantes. Siendo la albañilería una estructura con mayor peso, masa y rigidez la acumulación progresiva de fuerzas cortantes mayores a las del sistema Emmedue. [1]

Tabla 12. Cortantes por Piso en la dirección Y.

Story Forces en Y (Ton)												
Albañilería						Emmedue						%
Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4	Story5	Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4	Story5	Diferencial
S_EST_Ys	253.85	233.97	197.75	144.57	74.43	S_EST_Ys(2.5)	180.25	166.26	140.65	103.04	53.43	28.99%
S_DIN_Ys	194.09	181.30	156.81	119.77	66.65	S_DIN_Ys(2.5)	139.66	130.10	111.80	84.40	46.13	28.04%
S_DIN_Ym	97.02	90.63	78.38	59.87	33.32	S_DIN_Ys(2.5)	139.66	130.10	111.80	84.40	46.13	30.53%
S_DIN_Ym-ESC	114.20	106.68	92.27	70.48	39.22	S_DIN_Ys(2.5) ESC	162.23	151.13	129.87	98.04	53.59	29.61%

Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

La tabla 12, nos presenta los cortantes por piso para los sismos estático y dinámico en la dirección Y; los cortantes máximos para Albañilería son de 253.85 Ton y de 194.09 Ton, respectivamente. Para el sistema Emmedue el cortante máximo es de 139.66 Tn en el sismo dinámico y un cortante máximo de 180.25 para el sismo estático. Por lo cual se tiene diferencias entre el 28% y 30% entre sistemas para sus respectivos cortantes. Siendo la acumulación progresiva de fuerzas cortantes mayores en el sistema de Albañilería respecto al sistema Emmedue. [1]

Carga Axial P en Muros

En este punto, se mostraron los cortantes en ambas direcciones (X, Y) para los diferentes casos de carga en los muros de Albañilería y Emmedue.

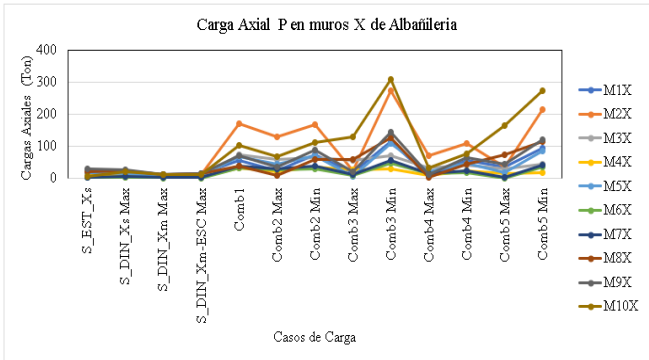


Figura 6. Carga Axial en muros de Albañilería del 1er Piso en Dirección X; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 6 podemos observar que los muros M2X y M10X son los muros más esforzados por acción de las cargas axiales. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos axiales a los muros; tenemos primero al Comb3 Min, además de la carga Comb5 Min, que también exige mayores esfuerzos a los muros de Albañilería en la dirección X. [1]

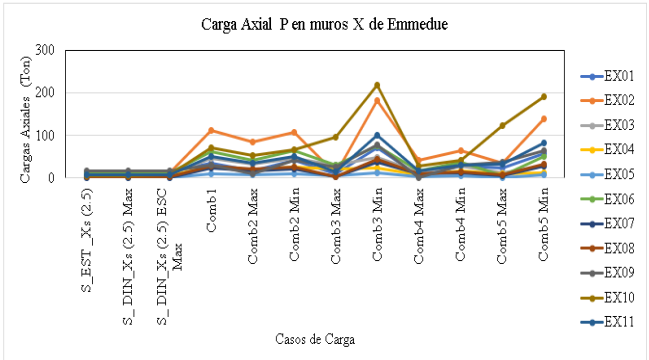


Figura 7. Carga Axial en muros Emmedue del 1er Piso en Dirección X; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]



En la figura 7 podemos observar que los muros EX02 y EX10 son los muros más esforzados por acción de las cargas axiales. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos axiales a los muros; tenemos primero al Comb3 Min, además de la carga Comb5 Min, que también exige mayores esfuerzos a los muros Emmedue en la dirección X. [1]

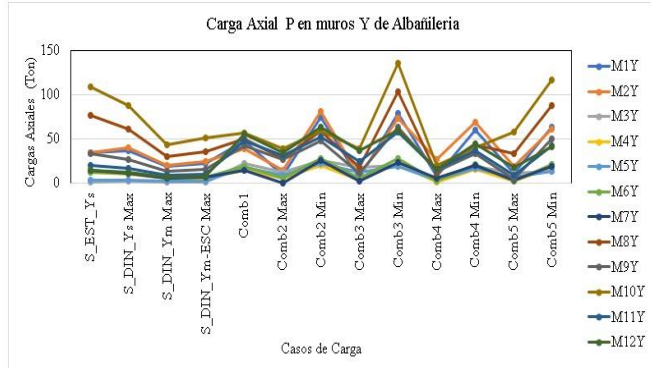


Figura 8. Carga Axial en muros de Albañilería del 1er Piso en Dirección Y; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 8 podemos observar que los muros M8Y y M10X son los muros más esforzados por acción de las cargas axiales. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos axiales a los muros; tenemos primero al Comb3 Min, además de la carga Comb5 Min, que también exige mayores esfuerzos a los muros de Albañilería en la dirección Y. [1]

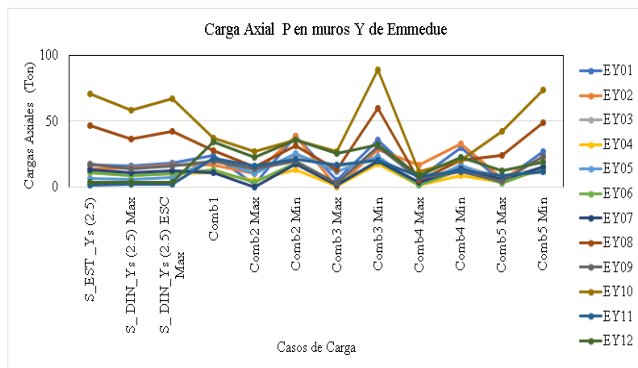


Figura 9. Carga Axial en muros Emmedue del 1er Piso en Dirección Y; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 9 podemos observar que los muros EY08 y EY10 son los muros más esforzados por acción de las cargas axiales. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos axiales a los muros; tenemos primero al Comb3 Min, además de la carga Comb5 Min, que también exige mayores esfuerzos a los muros Emmedue en la dirección Y. [1]

## Cortantes V2 en Muros

En este punto, se mostraron los cortantes en ambas direcciones (X, Y) para los diferentes casos de carga en los muros de Albañilería y Emmedue.

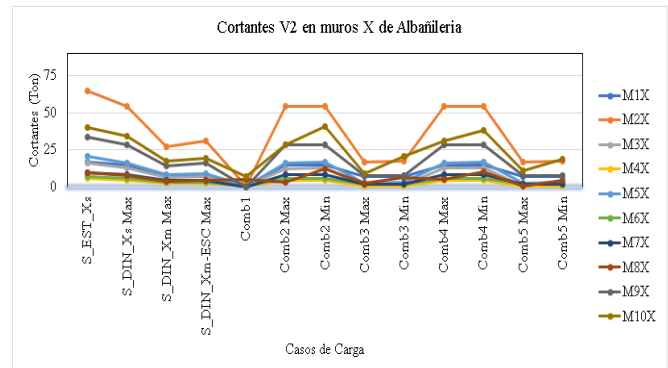


Figura 10. Cortantes en muros de Albañilería del 1er Piso en Dirección X; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 10 podemos observar que los muros M2X y M10X son los muros más esforzados por acción de los cortantes. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos cortantes en los muros; tenemos primero al caso de carga S\_EST\_Xs, además de las cargas Comb2Max, Comb2Min, Comb4Max, Comb4Min y la carga S\_DIN\_Xs Max, que también exige mayores esfuerzos cortantes en los muros de Albañilería de la dirección X. [1]

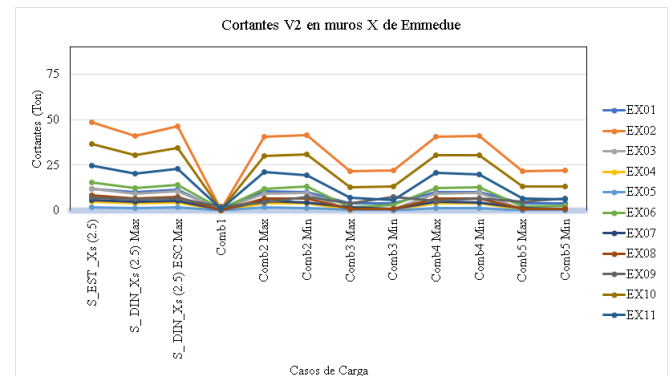


Figura 11. Cortantes en muros Emmedue del 1er Piso en Dirección X; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 11 podemos observar que los muros EX02 y EX10 son los muros más esforzados por acción de los cortantes. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos cortantes en los muros; tenemos primero al caso de carga S\_EST\_Xs, además de las cargas Comb2Max, Comb2Min, Comb4Max, Comb4Min y la carga S\_DIN\_Xs Max, que también exige mayores esfuerzos cortantes en los muros Emmedue de la dirección X. [1]

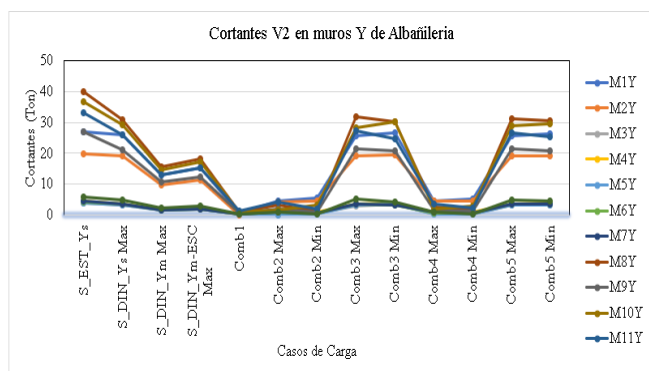


Figura 12. Cortantes en muros de Albañilería del 1er Piso en Dirección Y; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 12 podemos observar que los muros M10Y y M11Y son los muros más esforzados por acción de los cortantes. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos cortantes en los muros; tenemos primero al caso de carga S\_EST\_Ys, además de las cargas Comb3Max, Comb3Min, Comb5Max, Comb5Min y la carga S\_DIN\_Ys Max, que también exige mayores esfuerzos cortantes en los muros de Albañilería de la dirección Y. [1]

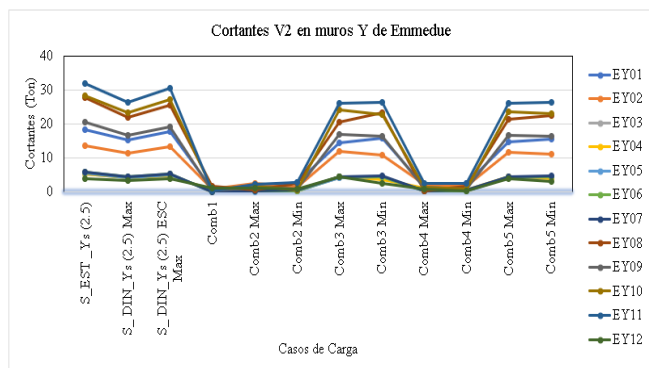


Figura 13. Cortantes en muros Emmedue del 1er Piso en Dirección Y; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 13 podemos observar que los muros EY10 y EY11 son los muros más esforzados por acción de los cortantes. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos cortantes en los muros; tenemos primero al caso de carga S\_EST\_Ys, además de las cargas Comb3Max, Comb3Min, Comb5Max, Comb5Min y la carga S\_DIN\_Ys Max, que también exige mayores esfuerzos cortantes en los muros Emmedue de la dirección Y. [1]

#### Momento Flector M3 en Muros

En este punto, se mostraron los momentos flectores en ambas direcciones (X, Y) para los diferentes casos de carga en los muros de Albañilería y Emmedue.

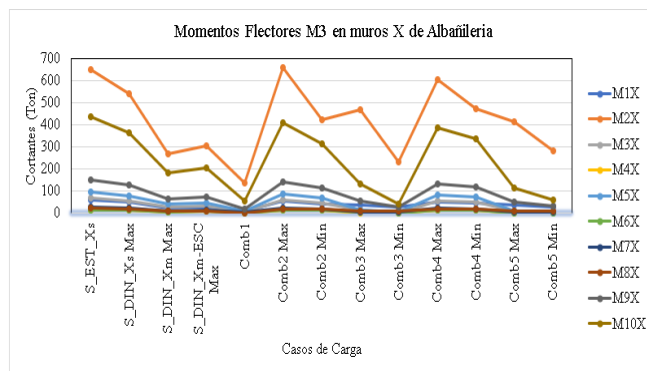


Figura 14. Momentos en muros de Albañilería del 1er Piso en Dirección X; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 14 podemos observar que los muros M2X y M10X son los muros más esforzados por acción de los momentos flectores. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos por los momentos flectores en los muros; tenemos primero al caso de carga S\_EST\_Xs, además de las cargas Comb2Max, Comb2Min, Comb4Max, Comb4Min y la carga S\_DIN\_Xs Max, que también exige mayores esfuerzos cortantes en los muros de Albañilería de la dirección X. [1]

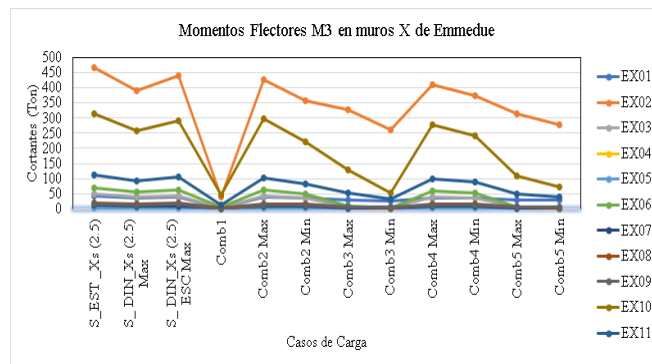


Figura 15. Momentos en muros Emmedue del 1er Piso en Dirección X; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

En la figura 15 podemos observar que los muros EX02 y EX10 son los muros más esforzados por acción de los momentos flectores. Además, se puede ver que entre las cargas que solicitan mayores esfuerzos por los momentos flectores en los muros; tenemos primero al caso de carga S\_EST\_Xs, además de las cargas Comb2Max, Comb2Min, Comb4Max, Comb4Min y la carga S\_DIN\_Xs Max, que también exige mayores esfuerzos cortantes en los muros Emmedue de la dirección X. [1]

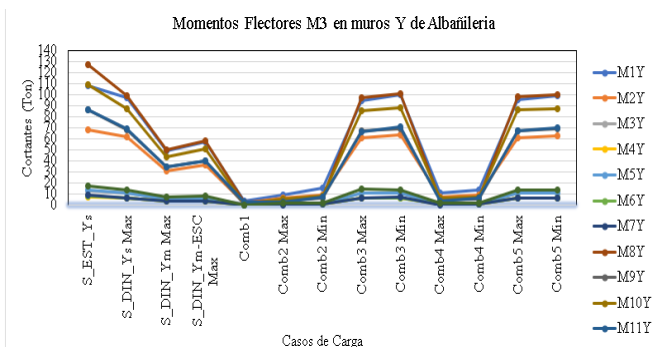


Figura 16. Momentos en muros de Albañilería del 1er Piso en Dirección Y; Tomada de: “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020” por Linares, E. J., 2020. [1]

De los resultados mostrados, Se verifica que el edificio de vivienda multifamiliar, configurado con un sistema de Albañilería tiene una mejor respuesta estructural, respecto del sistema Emmedue, evaluados frente a solicitaciones sísmicas definidos en la Norma sísmica E.030 2019. La principal razón de la diferencia en la respuesta estructural de ambos sistemas radica en sus módulos de Elasticidad; el cual como vimos son diferentes y a pesar de que el sistema Emmedue actúa en base a concreto y siguiendo la recomendación del Ing. san Bartolomé en su Informe técnico de Evaluación Experimental del sistema Emmedue; se optó por colocar un módulo de Elasticidad tanto para los muros como para la losa Emmedue de 30000 Kg/cm<sup>2</sup> y 15000 Kg/cm<sup>2</sup>; respectivamente, valores que son menores en 86.29% y un 93.14% con respecto al módulo de Elasticidad del concreto ( $E_{\text{Concreto}} = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$ ). Lo cual influyo en el comportamiento de la edificación; ya que usando el sistema Emmedue; la respuesta estructural fue inferior respecto del sistema de Albañilería confinada. Sin embargo, como se observa en los resultados; con respecto a las derivas máximas inelásticas ambos sistemas tuvieron una buena respuesta estructural en la dirección en X; lo cual no ocurrió en la dirección Y, ya que; el sistema Emmedue sobrepasó el valor límite de la deriva para albañilería (0.005) establecido por la norma Sismorresistente E.030 (2019). [1]

#### IV. CONCLUSIONES

Comparando los resultados del modelamiento estructural de la edificación con muros de Albañilería confinada; se observa que presenta menores derivas, con respecto al modelamiento de la edificación con muros Emmedue. Teniendo una diferencia porcentual de 36.28% y 41.17% en la dirección X y dirección Y; respectivamente.

El sistema Emmedue genera menores esfuerzos en comparación con muros de Albañilería presentando diferencias entre el 41 – 48% en la carga axial, para el cortante del 39 – 54% y en el momento se tuvo una diferencia del 34 – 42%. El coeficiente de reducción de fuerzas R para el sistema Emmedue tuvo un valor de  $R = 2.5$ , en el sistema de Albañilería Confinada tenemos dos valores para el sismo moderado y severo;  $R = 6$  y  $R = 3$ ; respectivamente. Realizando una comparación entre los factores R de cada sistema, tenemos como resultado que difieren en un 58.3. % y 16.6%.

La diferencia de los centros de masa y rigidez del edificio para ambos sistemas (Albañilería Y Emmedue) en las direcciones (X, Y), se encuentran dentro del límite ( $0.05L_x$ ,  $0.05L_y$ ) permitido por la norma E.030. Y, de acuerdo a los resultados la diferencia de excentricidades entre ambos sistemas se encuentra entre 67 – 76%; teniendo la Albañilería una separación máxima de 0.532m y en Emmedue una separación de 1.639m. Concluyendo que el CM y CR de la Albañilería, se encuentra mejor compensado por tener mayor rigidez.

#### AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada Del Norte, por ser el centro que me brindó la oportunidad de realizar el presente artículo en base a la tesis “Variación De La Respuesta Estructural De Una Edificación Al Modificar El Sistema De Albañilería Confinada A Un Sistema Emmedue, Cajamarca 2020”.

#### REFERENCIAS

- [1] E. J. Linares Vigo. Variación de la Respuesta Estructural de una edificación al modificar el sistema de albañilería confinada a un sistema Emmedue, Cajamarca 2020.
- [2] Instituto Nacional De Estadística E Informática, 2017.
- [3] Cámara Peruana de La Construcción, 2018.
- [4] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Lima, Perú: El Peruano, 2019.
- [5] H. Gallegos & C. Casabonne. Albañilería Estructural. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.
- [6] J. O. Jaramillo Jiménez. Ingeniería estructural. 3ra. Ed, 2014.
- [7] F. Abanto Castillo. Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. 2da. Ed. Lima, 2017.
- [8] R. Rochel Awad. Análisis y diseño sísmico de edificaciones, 2nd. Ed, 2012.
- [9] W. Cutimbo Choque, Concreto Armado, 2016.
- [10] Mac Donnell, Horacio P. Análisis de los Sistemas Constructivos, 2008.
- [11] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Resolución Ministerial para la Memoria Descriptiva General Del Sistema Emmedue, 2010.
- [12] A. San Bartolomé Ramos. “Evaluación Experimental Del Sistema Constructivo M2”. PANELES Y CONSTRUCCIONES PANECONS S.A., SUCURSAL PERÚ, NF-LE-350-0, 2009.
- [13] Candiracci et al. Manual Técnico Sistema Constructivo Emmedue, 2014.
- [14] M2 Emmedue, Advanced Building System, Sistema Constructivo Emmedue, Especificaciones Técnicas, 2010.
- [15] Panecons. (2014, Julio). Memoria Descriptiva Sistema Emmedue. [Online]. Available: [https://www.slideshare.net/javer\\_7/memoria-descriptiva-sistema-m2-72807476](https://www.slideshare.net/javer_7/memoria-descriptiva-sistema-m2-72807476).
- [16] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E.060. Concreto Armado. Lima, Perú: El Peruano, 2009.
- [17] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E.070 Albañilería. Lima, Perú: El Peruano, 2006.
- [18] A. San Bartolomé Ramos. Análisis de Edificaciones, 2006.
- [19] American Concrete Institute, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19) (Versión en español y en sistema métrico SI), Cap. 11, 2019.
- [20] D. Torres, A. Palacios & G. Torres. Ayudas de diseño para sistemas portantes Emmedue de paneles de hormigón armado con núcleo de E.P.S. (sistema de poliestireno expandido), 2013.