

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v5i10edespoc0071>

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES QUE BRINDA UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON MUROS PORTANTES DE HORMIGÓN ARMADO: COMPARACIÓN RESPECTO AL MÉTODO TRADICIONAL

STRUCTURAL CHARACTERISTICS PROVIDED BY A HOUSE BUILT WITH LOAD-BEARING WALLS OF REINFORCED CONCRETE: COMPARISON WITH THE TRADITIONAL METHOD

Zevallos-Ludeña Iván Enrique ^{1*}; Zevallos-Mendoza Iván Enrique ²;
Zevallos-Loor Marcos Geovanny ³

¹ Ingeniero Civil, Estudiante de la Maestría en Ingeniería Civil, Mención Construcción de Vivienda Social, Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí. Docente de Apoyo del Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. enrique.zevallos@utm.edu.ec.

¹ Ingeniero Civil, Magister en Gerencia Educativa, Profesor Principal 1, tiempo completo del Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: ivan.zevallos@utm.edu.ec.

¹ Ingeniero Civil, Magister en Ciencias de la Ingeniería mención Estructuras, Magister en Ciencias de la Ingeniería mención Energía. Profesor Principal 1, tiempo completo del Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura. Universidad de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: marcos.zevallos@utm.edu.ec.

Resumen

Nuestro país Ecuador, localizado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, en la zona de más alta sismicidad del planeta, es interactuado por la placa de Nazca, generándose a más de la actividad tectónica, la volcánica y sus sistemas de fallas locales, lo que hace de cada región un lugar de mucha de la actividad sísmica. Específicamente en el cantón Portoviejo, provincia Manabí, estos desastres naturales han causado severos daños en muchas obras civiles construidas y consecuentemente pérdidas humanas debido en algunos casos a procesos sísmicos de altas magnitudes y en otros a la mala práctica ingenieril. Uno de los problemas más comunes que se da en los sistemas constructivos tradicionales es la deficiencia de rigidez y resistencia ante la carga lateral en una y/o dos direcciones, como también en algunas ocasiones, la poca resistencia de los elementos estructurales, ante la carga gravitatoria requerida por la poca sección de columnas y/o ante el insuficiente soporte de la cimentación. Es por esto que se introduce un modelo diferente tanto para el diseño como para la construcción, para el caso de vivienda de interés social de uno y dos pisos, para solventar el déficit habitacional y sobre todo para salvaguardar la vida de quienes las habitan, basado en la utilización de muros portantes construidos con encofrados metálicos a base de formaletas y la utilización de losas macizas para la cubierta, entepiso y cimentación, brindando grandes fortalezas estructurales, tema de interés en el presente tratado. Se quiere demostrar mediante un análisis comparativo las características estructurales de la vivienda de interés social, entre sistemas constructivos tradicionales y sistemas de muros portantes construidos con encofrados metálicos a base de formaletas, para lo cual se utilizó un análisis síntesis, la estadística descriptiva, estadística inferencial, criterios de expertos, modelación - simulación, para cada tarea de investigación realizada.

Palabras clave: ingeniería civil, construcción de viviendas, vivienda muros portantes, método tradicional, comparación.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 06 de julio de 2022.

Fecha de aceptación: 27 de septiembre de 2022.

Fecha de publicación: 14 de octubre de 2022.



Abstract

Our country Ecuador, located in the Pacific Ring of Fire, in the zone with the highest seismicity on the planet, is interacted by the Nazca plate, generating more than tectonic activity, the volcanic activity and its local fault systems, which makes each region a site of much seismic activity. Specifically in the Portoviejo canton, Manabí province, these natural disasters have caused severe damage to many civil works built and consequently human losses due in some cases to high-magnitude seismic processes and in others to poor engineering practice. One of the most common problems that occurs in traditional construction systems is the lack of rigidity and resistance to lateral load in one and/or two directions, as well as, on some occasions, the low resistance of the structural elements due to gravitational load. required by the small section of columns and/or due to the insufficient support of the foundation. This is why a different model is introduced for both design and construction, in the case of one- and two-story low-income housing, to solve the housing deficit and, above all, to safeguard the lives of those who inhabit them, based on in the use of load-bearing walls built with metal formwork based on forms and the use of solid slabs for the roof, mezzanine and foundation, providing great structural strengths, a topic of interest in this treatise. It is wanted to demonstrate through a comparative analysis the structural characteristics of social housing, between traditional construction systems and load-bearing wall systems built with metal formwork based on forms, for which a synthesis analysis, descriptive statistics, inferential statistics were used, expert criteria, modeling - simulation, for each research task carried out.

Keywords: civil engineering, home building, households, bearing walls, traditional method, comparison.

1. Introducción

El planeta tierra constituido inicialmente por una sola placa tectónica, se encuentra en la actualidad debido a su proceso de acción dinámica conformado por varias placas, sobre las cuales surgen los diferentes continentes, regiones y países existentes. Resultante de este proceso dinámico, se genera una alta sismicidad la misma que se encuentra localizada en diferentes zonas establecidas luego de muchos estudios y monitoreos a lo largo de toda la superficie terrestre, poniendo

en riesgo a la población y a la infraestructura existente.

Los desastres naturales azotan las diferentes regiones y continentes de nuestro planeta. Uno de ellos es la actividad sísmica, la misma que genera fuertes movimientos del suelo y en consecuencia la afectación de toda la infraestructura u obra civil existente en la zona considerada.

Ecuador se encuentra localizado en el Cinturón de Fuego del océano Pacífico, en una de las zonas altamente sísmicas y es interactuado por la placa tectónica, oceánica de Nazca, que se localiza frente a la

costa occidental de América del Sur cuyo borde oriental se encuentra en una zona de subducción bajo la placa Sudamericana. "Ecuador se encuentra dentro de un particular movimiento tectónico. Un sector del territorio forma parte de la microplaca denominada "Bloque andino", la cual pertenece a la placa sudamericana." (Quinde y Reinoso, 2016, p.3) Esta interacción generó en su momento, el surgimiento de sistemas montañosos con su correspondiente actividad sísmica y también, sistemas de fallas activas, lo que sintetizamos en lo siguiente: "En el Ecuador debido a que la interacción de las placas Nazca y Sudamericana produce fuerzas muy importantes sobre los bordes de ambas placas, se producen fracturas en el interior de ellas, denominándose fallas geológicas" (Rivadeneira et al., 2007, p.21).

La provincia de Manabí está expuesta a amenazas o peligros naturales entre los cuales destacan sismicidad, tsunamis, inundaciones, deslizamientos, sequias entre otros, Manabí es una región de alto riesgo sísmico por encontrarse en una zona de subducción de las placas marinas

contra las continentales, las mismas que tienen mucha actividad sísmica, estos desastres naturales afectan inmediatamente a las estructuras de viviendas y sobre todo a aquellas que no cumplen con las normas estipuladas en su construcción dando como resultado gran porcentaje de desastres.

En el cantón Portoviejo, estos desastres naturales han causado un gran impacto estructural ocasionando numerosas pérdidas humanas, debido a las malas prácticas en la construcción "La construcción de edificios de hormigón armado en Portoviejo se consolidó en la nueva zona comercial en los años 80 del siglo pasado, diseñadas con normas antiguas." (Aguilar y Mieles, 2016, p. 258).

En los últimos tiempos, en el año 1979 hubo un fuerte sismo en Ecuador. El más reciente es el terremoto de Pedernales el 16 de abril de 2016, con una magnitud de 7.8° en la escala de Richter, afectando varias ciudades y causando alrededor de 900 muertes, más de 10000 heridos y varios desaparecidos.

Los códigos y las normas, así como las exigencias en los procesos constructivos, cambiaron drásticamente y se incentivó mucho desde el aparato estatal, una atención inmediata a los damnificados, se implementaron planes de vivienda y programas destinados a auxiliar con una edificación de interés social.

Existe una nueva tecnología constructiva, que ofrece muchas bondades en varios aspectos, pero específicamente en el análisis de la respuesta estructural, el modelo nos genera una gran respuesta mostrando el eficiente comportamiento de la vivienda de interés social ante el evento sísmico.

Esta nueva tecnología constructiva, se basa en la utilización de paredes auto soportantes y losas construidas con encofrados metálicos o “formaletas”, que no es más que una armazón enlazada fuertemente y sirve para establecer el molde de dichos elementos constitutivos: paredes y losas. “En algunos países de América se utiliza la palabra “formaleta” que quiere decir: armazón enlazada fuertemente que sirve para formar el molde de los elementos constructivos en una obra

civil.” (Medrando y Abreu, 2017, p. 19).

En este sistema de construcción de vivienda de interés social, se construye utilizando básicamente hormigón armado, material que ofrece gran rigidez y resistencia a la aplicación de solicitaciones externas (cargas gravitatorias y sísmicas), generando un concepto de “cajón” monolítico, de extraordinaria respuesta estructural.

Debemos resaltar el efecto “cajón” que se genera, logrando controlar eficientemente bien, los desplazamientos lineales y angulares, controlados con toda armonía en las exigencias de los códigos y normas constructivas en lo referente a la deriva de piso y a la torsión en planta.

Adicionalmente y con el agravante de que, en nuestra provincia Manabí, gran parte de los suelos poseen baja capacidad portante, la utilización de la losa como solución de la cimentación, se ajusta extraordinariamente a los requerimientos exigidos.

Observaremos en el análisis, los asentamientos diferenciales y las posibilidades de construcción en

suelos que no nos exigen capacidades portantes importantes. “Existen procedimientos primordiales antes de una construcción como lo es el cambio de suelo, este es uno de los elementos claves porque desde aquí parte uno de los inicios de la construcción de calidad” (Alcívar, et al. 2019). Esto servirá para conocer qué tipo de cimentación es la más adecuada para la obra a construir, así como la estructura en relación al peso que soportará.

El presente trabajo intenta demostrar mediante un análisis comparativo las características estructurales de la vivienda de interés social, entre sistemas constructivos tradicionales y sistemas de muros portantes utilizando el análisis síntesis, la estadística descriptiva, estadística inferencial, criterios de expertos, modelación - simulación, para cada tarea de investigación realizada con el fin de conocer cómo se comporta la vivienda de interés social a base de paredes auto soportantes y losas respecto de la respuesta ante el sismo, comparada con la edificación construida con métodos tradicionales.

2. Materiales y métodos

Este estudio se realizó a partir de planos arquitectónicos de una vivienda tipo de 66m² para la primera planta y 132 m² para dos plantas, las características del diseño estructural de la vivienda de muros portantes constan de: Una losa de cimentación paredes de muros auto soportantes y una losa de cubierta para la primera planta, para la segunda planta partimos de una losa de cimentación, paredes de muros portantes, losa de entre piso, paredes portantes y una losa de cubierta.

Para el método tradicional en el modelo de la vivienda de una planta consta de: plintos, cadenas, columnas, vigas bandas y losas alivianadas de cubierta. Las características para la segunda planta con el método tradicional constan de: plintos, cadenas, columnas, vigas bandas, losas alivianadas, columnas, vigas bandas y losa de cubierta.

Se realizó este análisis comparativo basándonos en un modelo matemático utilizando un software de análisis estructural y

dimensionamiento de edificios (ETABS) “Esta información fue validada con una encuesta realizada a seis ingenieros expertos en la especialidad de estructuras donde se pregunta cuáles son los softwares estructurales que más utilizan, el cual 83.33% de los encuestado respondieron que utilizan el programa Etabs” (Estrada y Verde, 2020, p. 4). a través del cual se obtuvieron los diferentes datos sobre los detalles de las características empleadas en el estudio, el utilizar el ETABS fue la solución para encontrar las diferencias entre estos dos tipos de sistemas constructivos.

El estudio se analizó mediante la recolección de datos arrojados por el software Etabs haciendo una comparación detallada de los aspectos más relevantes en nuestra vivienda tipo como: desplazamiento lateral, torsión en planta, capacidad portante del suelo y asentamientos diferenciales que distinguen un sistema constructivo del otro.

Se utilizó un análisis síntesis, “El análisis de la información posibilita descomponerla en busca de lo que es esencial en relación con el objeto de estudio, mientras que la síntesis puede llevar a generalizaciones que

contribuyen paso a paso a la solución del problema científico” (Rodríguez y Pérez, 2017, p.182) la estadística descriptiva “La estadística descriptiva está orientada a la presentación de datos mediante tablas y gráficas que permiten resumir o describir el comportamiento de los mismos, sin realizar inferencias sobre ellos debido a que son obtenidos de una parte de la población.” (Posada, 2016. P.14), la estadística inferencial “Es necesario mencionar que el análisis inferencial forma parte de los protocolos de investigación con el fin de obtener conclusiones inferidas de la muestra y generalizada a la población”. (Ríos & Peña, (2020), p.193)

3. Resultados (análisis e interpretación de los resultados)

Los valores de derivas inferiores al establecido en la norma son de 0.02, mostrando que la estructura de pórtico de hormigón armado del sistema tradicional en su diseño estructural cumple con los requisitos mínimos de sismorresistencia propuestos por la norma ecuatoriana de la construcción NEC-15 (peligro

sísmico) (Yaguana, 2016). Es por esto que se puede decir que los porcentajes de la deriva de piso obtenidas para la vivienda del sistema de método tradicional de un piso y dos pisos de esta investigación cumplen con los requisitos de la norma anteriormente mencionada.

Para la deriva de piso de muros portantes al ser modelado con el software SAP 2000.V15 se pudo identificar que este sistema ha obtenido resultados positivos con derivas inferiores los mismos que en el primer sistema en el que queda demostrado que su estructura es rígida y sismorresistente, cumpliendo la normativa vigente NEC-15 (peligro sísmico) (Yagua, 2016).

En el análisis del sistema de muros portantes de la investigación actual para una y dos plantas se observan datos de mayor confianza con respecto al método tradicional.

En el diseño estructural será necesario que tenga la capacidad para resistir las fuerzas sísmicas especificadas en la norma, se toma en cuenta la ubicación para establecer el perfil de suelo, así

como también considerar las derivas de piso, ante dichas cargas inferiores a las permitidas, que pueda disipar energía de deformación inelástica, haciendo uso de las técnicas de diseño por capacidad o a través del uso de dispositivos de control sísmico.

“La torsión generalmente ocurre cuando existe excentricidad entre el centro de masas del piso y su centro de rigidez” (Medina y Medina, 2017). En el sistema tradicional para una vivienda de uno y dos pisos en este estudio cumplen con los parámetros señalados según la norma establecida sin embargo en el sistema de muros portantes se pudo apreciar una ventajosa diferencia de la torsión en planta ante el método tradicional.

“Si el módulo de deformación del terreno crece con la profundidad, esto puede contribuir a atenuar los asentamientos diferenciales entre zapatas asociados a la variación de sus dimensiones” (Pulido y Rueda, 2019, p.28). Los asentamientos diferenciales en el sistema constructivo tradicional de esta investigación muestran los diferentes resultados de

asentamientos hacia el suelo para una vivienda de un piso y dos pisos mientras que en el sistema de muros portantes se cuenta con una losa de cimentación repartiendo las cargas uniformemente sin tener deformaciones o asentamientos.

“Se denomina como capacidad de carga admisible de una cimentación aquella carga que al ser aplicada no provoque falla o daños en la estructura soportada, con la aplicación de un factor de seguridad” (Nij, 2009, p.29). En nuestro estudio podemos identificar los resultados de presión admisible situados en ciertas zapatas dependiendo del peso ya sea de un piso o dos pisos de igual forma en nuestro estudio podemos comparar los resultados con un alto porcentaje de diferencia en presión ya que el sistema de muros portantes trabaja con una losa de cimentación.

Tanto en las viviendas de interés social construidas con muros portantes de hormigón armado, como las de construcción con procedimientos tradicionales, se midieron parámetros de alto interés que redundan en la seguridad de quienes las habitan, a saber: Desplazamiento lateral de las

edificaciones; Torsión en planta de las viviendas; Asentamientos diferenciales de la cimentación; Capacidad portante del suelo de fundación.

En las viviendas construidas con muros portantes, se utilizó como subestructura, la losa de cimentación, en cambio en las viviendas de construcción tradicional, la subestructura consiste en zapatas aisladas. Esto obedece a los patrones de construcción que se da ya sea por reglamento o por costumbrismo.

Mediante el análisis comparativo realizado a través del software de modelación ETABS se obtuvieron los datos que registran los diferentes resultados en cada una de las alternativas planteadas en los objetivos propuestos, demostrando así las características, ventajas y desventajas entre un sistema de construcción y otro.

Cabe indicar que el análisis se ha realizado para el caso de viviendas de uno y dos pisos, por ser las características de edificaciones más generalizadas en nuestro medio.

Mostramos estos resultados:

3.1. Figuras y Tablas

Tabla 1. Desplazamiento lateral de las edificaciones

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DE HORMIGÓN ARMADO: DERIVAS DE PISO			
CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA		DERIVAS INELÁSTICAS (%)	CONTROL (%)
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	0.1806 % (Ver Figura 1-a)	Menor al 2% OK
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	3.00 m		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes	0.00165 % (Ver Figura 1-b)	Menor al 2% OK
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	2.52 m.		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	0.4002 % (Ver Figura 1-c)	Menor al 2% OK
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	6.00 m.		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes	0.00405 % (Ver Figura 1-d)	Menor al 2% OK
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	5.04 m.		

Elaboración propia (2022)

Tabla 2. Torsión en planta de las viviendas

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DE HORMIGÓN ARMADO: TORSIÓN EN PLANTA			
CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA		Maxim	Contr
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	1.147 (Ver Figura 2-a)	< 1.2
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	3.00 m		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes	1.10 (Ver Figura 2-b)	< 1.2
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	2.52 m.		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	1.149 (Ver Figura 2-c)	< 1.2
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	6.00 m.		

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes	1.091 (Ver Figura 2-d)	< 1.2
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	5.04 m.		

Elaboración propia (2022)

Tabla 3. Asentamientos diferenciales de la cimentación

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DE HORMIGÓN ARMADO: ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES			
CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA		Zapatras Aisladas Δ (mm.)	Losa de Cimentación Δ (mm.)
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	Eje (B-3) (-0.031980) (Ver Figura 3-a)	
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	3.00 m		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes		Eje (B-3) (-0.000052) (Ver Figura 3-b)
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	2.52 m.		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	Eje (B-3) (-0.012124) (Ver Figura 3-c)	
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	6.00 m.		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes		Eje (B-3) (-0.000074) (Ver Figura 3-d)
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	5.04 m.		

Elaboración propia (2022)

Tabla 4. Capacidad portante del suelo de fundación.

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DE HORMIGÓN ARMADO: CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO			
CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA		Zapatras Aisladas σ_s (T/m ²)	Losa de Cimentación σ_s (T/m ²)
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	Eje (B-3) (9.94) (Ver Figura 4-a)	
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	3.00 m		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes		Eje (B-3) (5.71) (Ver Figura 4-b)
PISOS DE LA VIVIENDA	1		
ALTURA DE LA VIVIENDA	2.52 m.		

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Tradicional	Eje (B-3) (10.10) (Ver Figura 4-c)	
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	6.00 m.		

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Muros Portantes	Eje (B-3) (8.57) (Ver Figura 4-d)	
PISOS DE LA VIVIENDA	2		
ALTURA DE LA VIVIENDA	5.04 m.		

Elaboración propia (2022)

Figura 1-a. Desplazamiento lateral de las edificaciones. Método tradicional, piso 1.

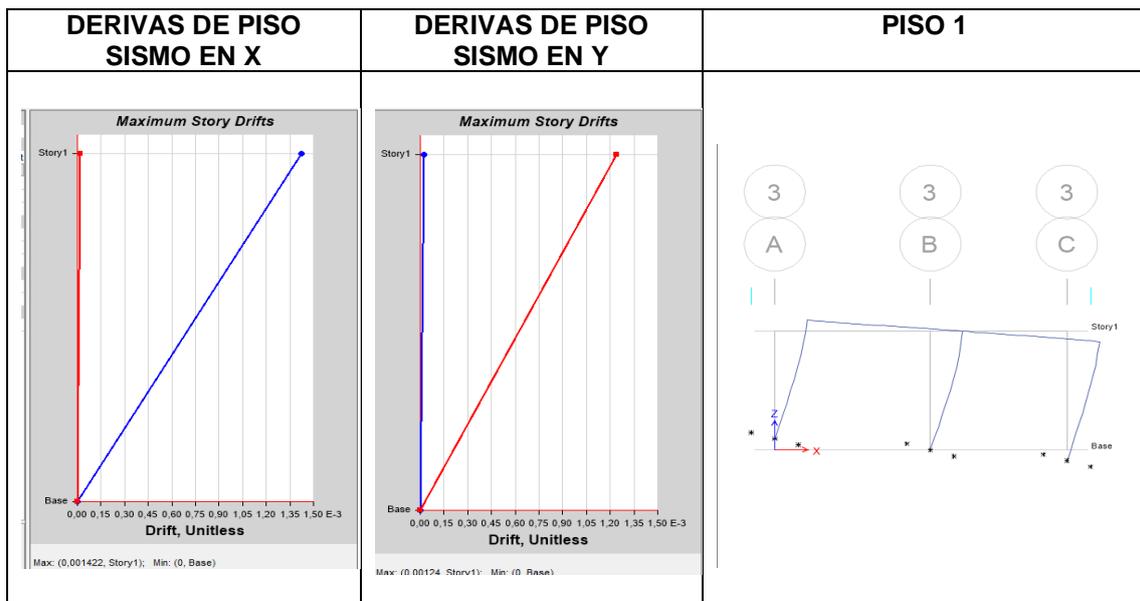


Figura 1-b. Desplazamiento lateral de las edificaciones. Sistema de muros portantes, piso 1.

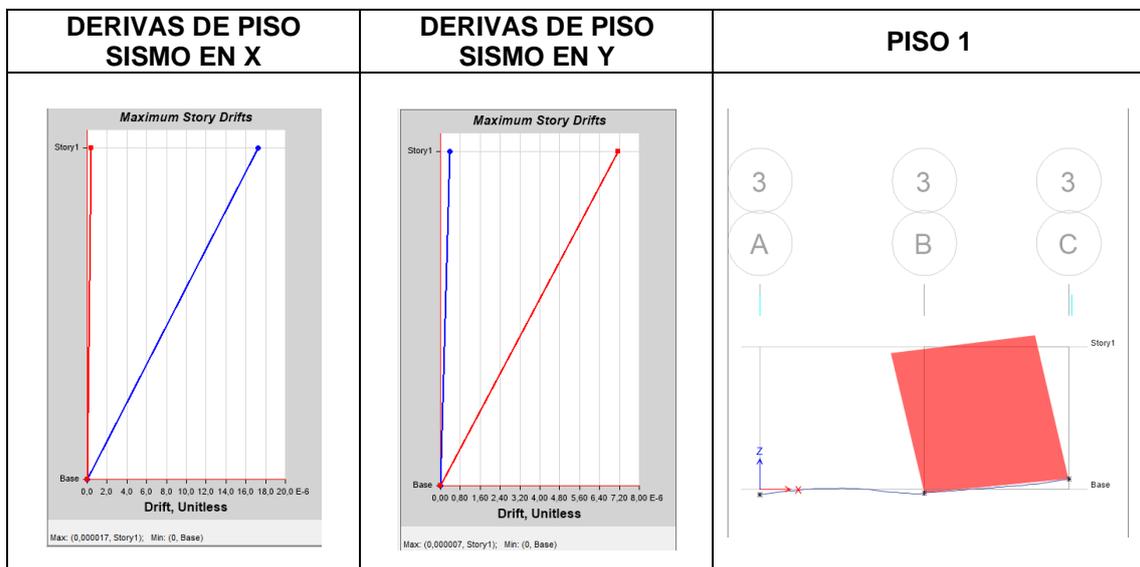


Figura 1-c. Desplazamiento lateral de las edificaciones. Método tradicional, piso 2.

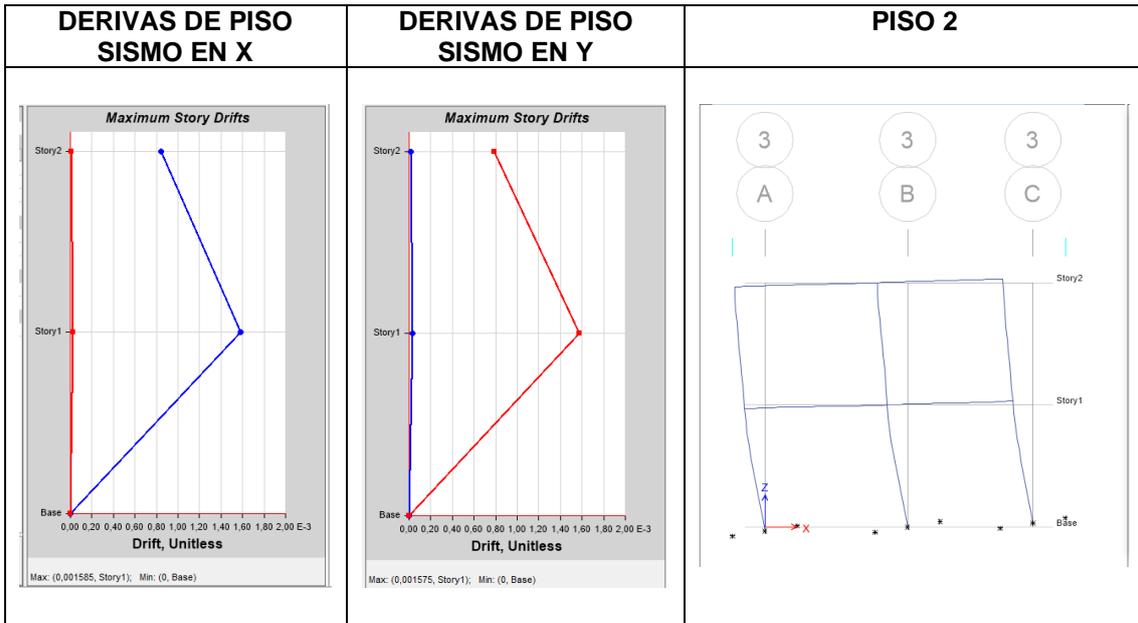


Figura 1-d. Desplazamiento lateral de las edificaciones. Sistema de muros portantes, piso 2.

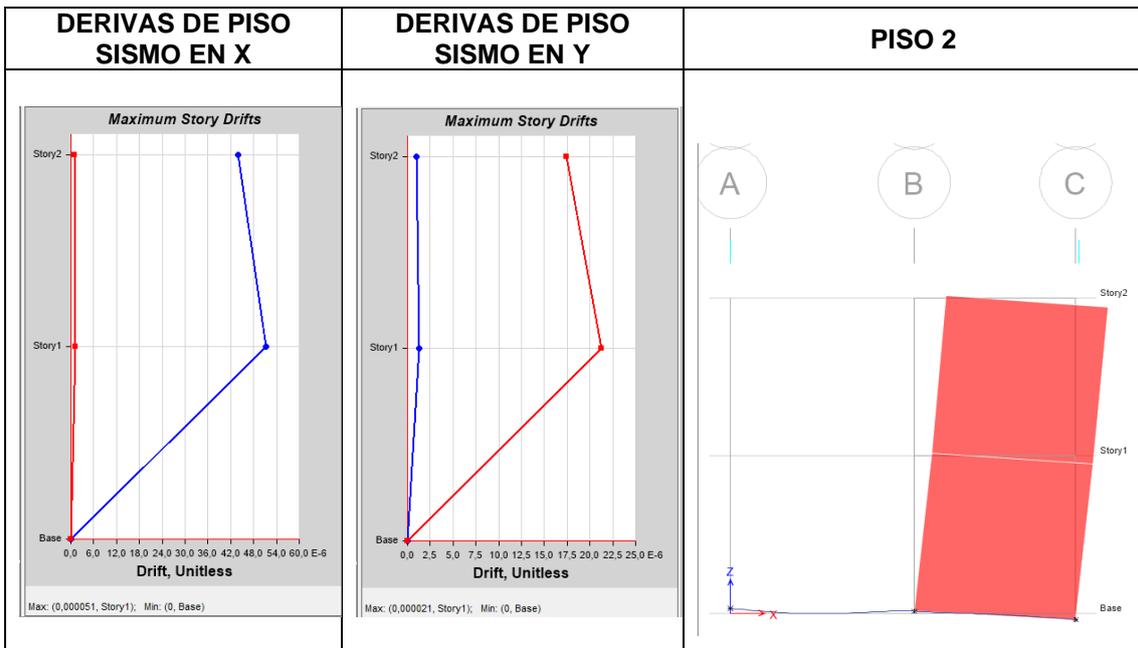


Figura 2. Torsión en planta de las viviendas.

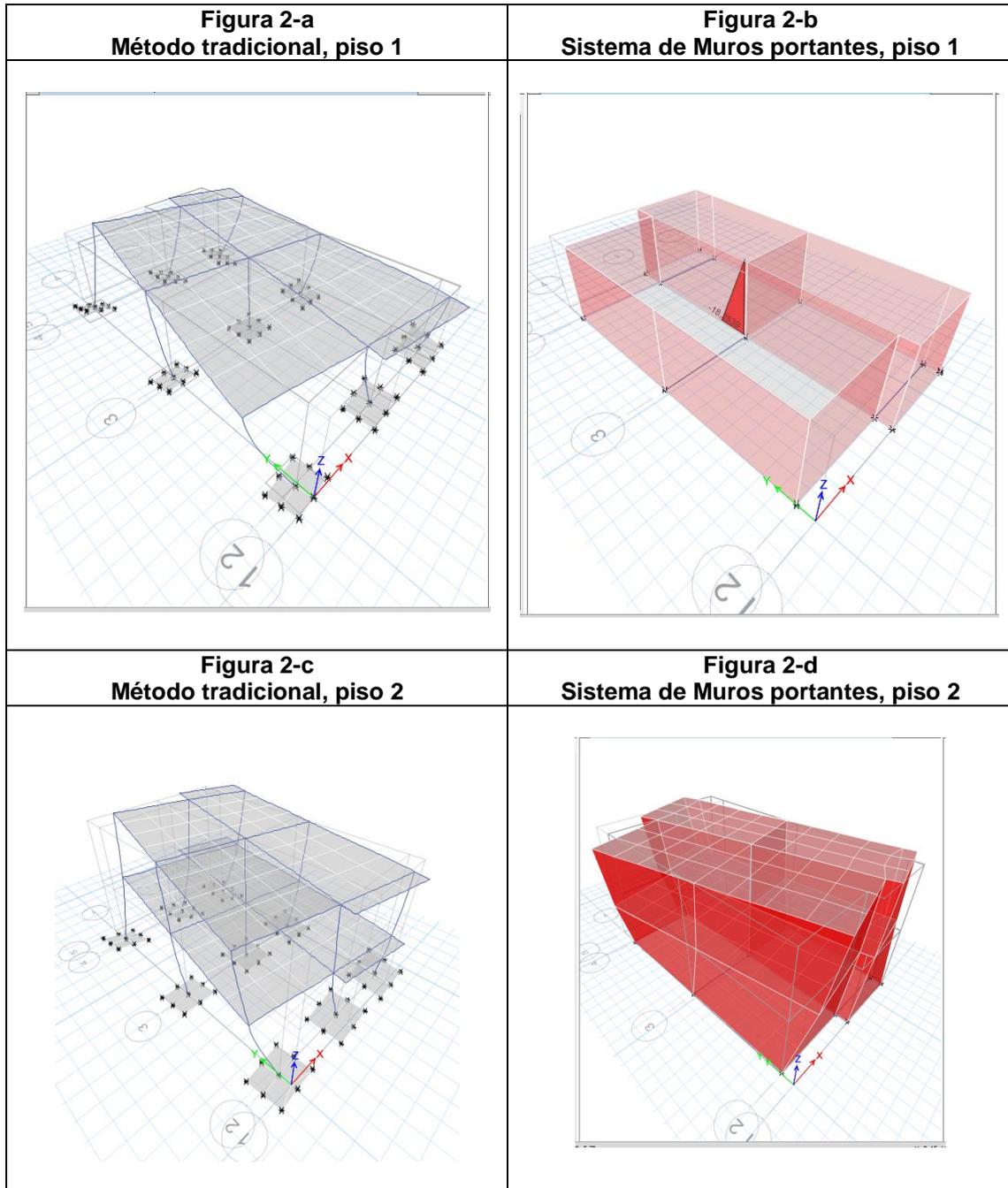


Figura 3. Asentamientos diferenciales de la cimentación, consistente en zapatas aisladas para la construcción tradicional y losa de cimentación para la construcción con muros portantes.

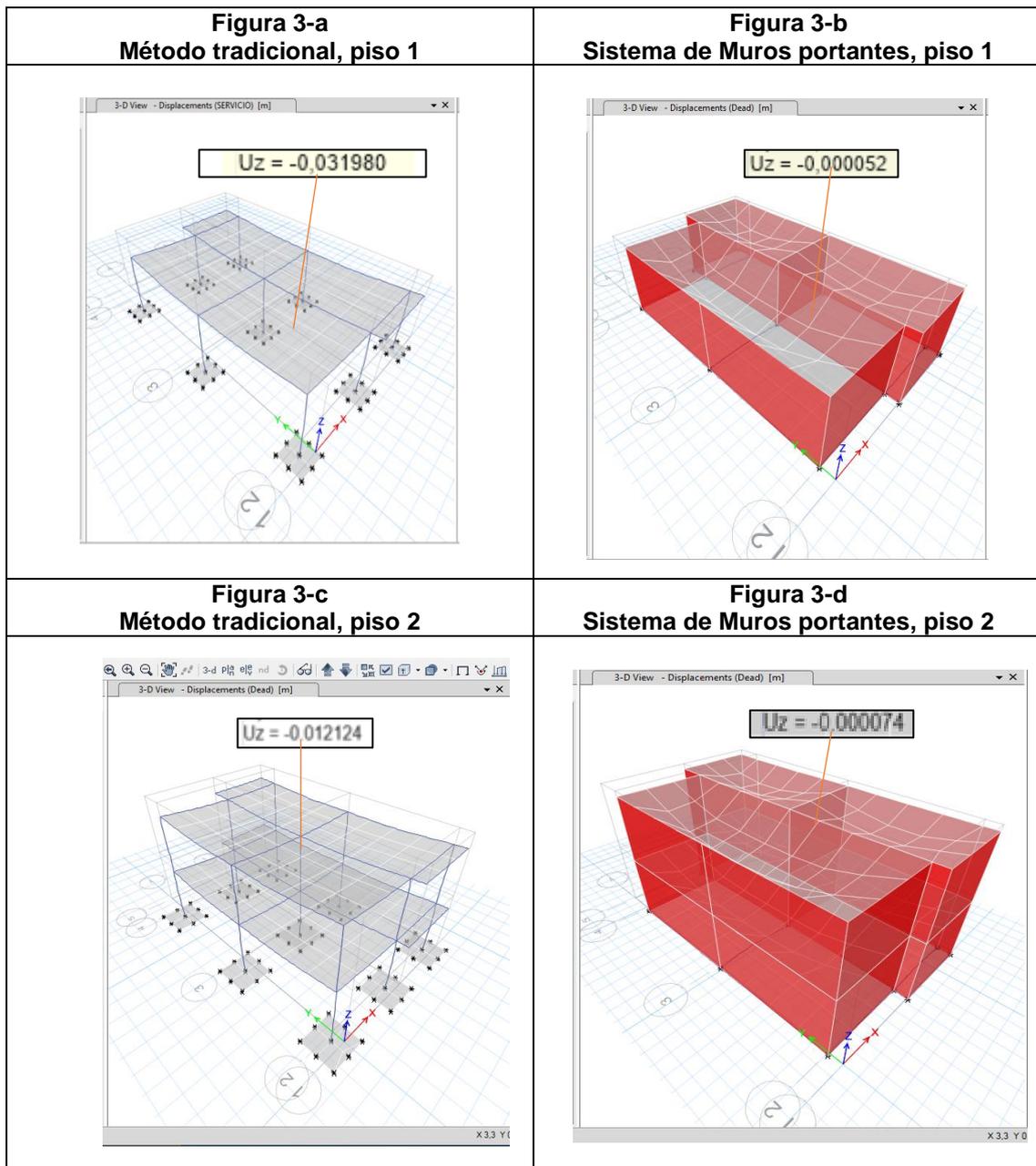
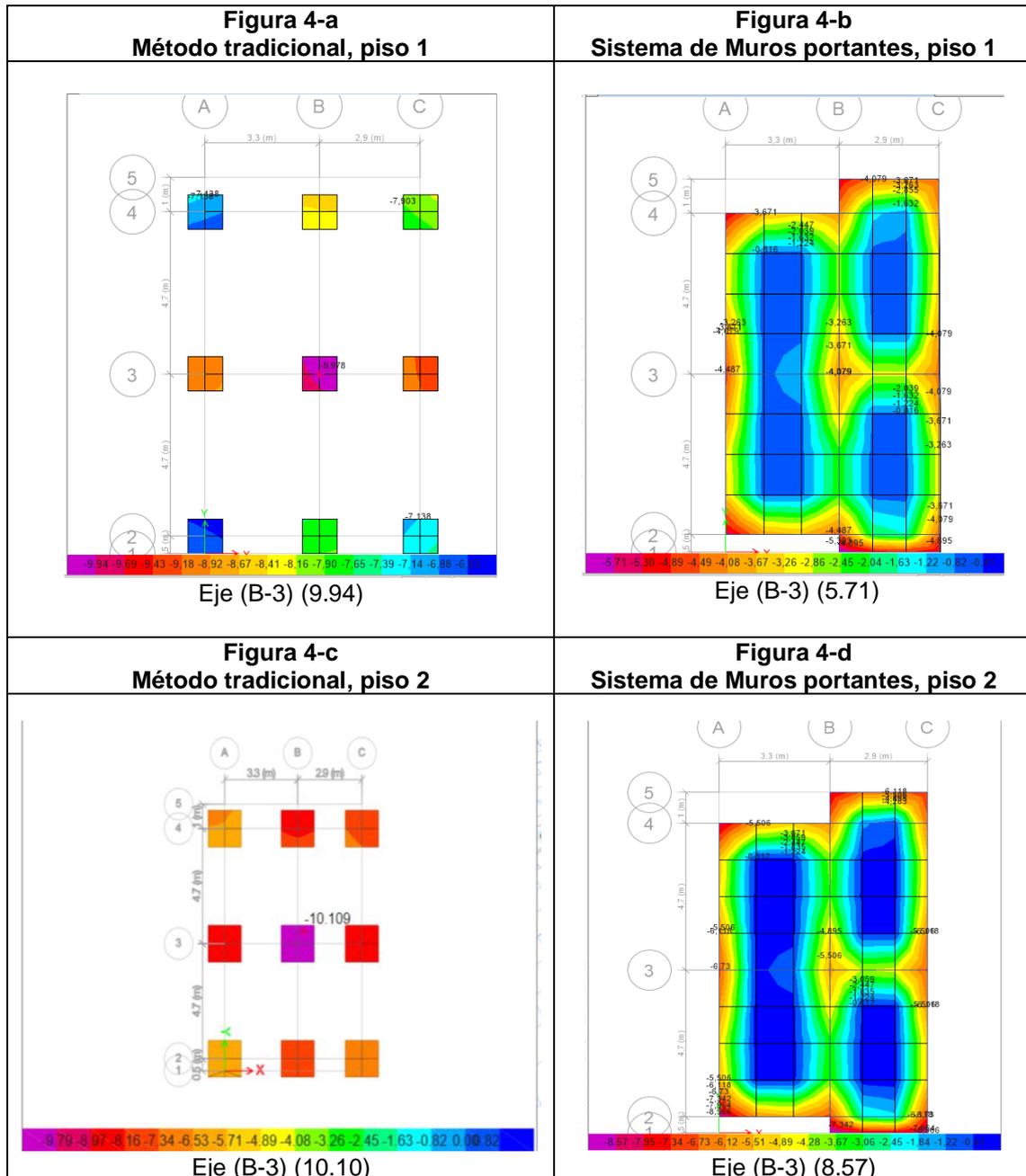


Figura 4. Capacidad portante del suelo, consistente en zapatas aisladas para la construcción tradicional y losa de cimentación para la construcción con muros portantes.



4. Conclusiones

Siendo el interés del presente trabajo, demostrar las características estructurales que brinda una vivienda construida con muros portantes de hormigón armado,

respecto de la construida con métodos tradicionales, podemos afirmar:

- La deriva de piso, o desplazamiento lateral de la vivienda tanto de uno como de dos pisos, respecto de la acción de la carga de sismo, siempre es menor para los sistemas contruidos con muros portantes.

Construcción con Muros Portantes - Un piso	Construcción Tradicional - Un piso
$\Delta = 0.00165 \% < 1.2 \% \text{ (NEC)}$	$\Delta = 0.1806 \% < 1.2 \% \text{ (NEC)}$
Construcción con Muros Portantes - Dos pisos	Construcción Tradicional - Dos pisos
$\Delta = 0.00405 \% < 1.2 \% \text{ (NEC)}$	$\Delta = 0.4002 \% < 1.2 \% \text{ (NEC)}$

- La Torsión en Planta de la vivienda tanto de uno como de dos pisos, respecto de la acción de la carga de sismo, siempre es menor para los sistemas contruidos con muros portantes.

Construcción con Muros Portantes - Un piso	Construcción Tradicional - Un piso
Valor max. = 1.10 < 1.2 (control)	Valor max. = 1.147 < 1.2 (control)
Construcción con Muros Portantes - Dos pisos	Construcción Tradicional - Dos pisos
Valor max. = 1.091 < 1.2 (control)	Valor max. = 1.149 < 1.2 (control)

- El asentamiento diferencial de la cimentación de la vivienda tanto de uno como de dos pisos, respecto de la acción de las cargas aplicadas, siempre es menor para los sistemas contruidos con muros portantes a base de losas de cimentación, que, para el caso de las zapatas aisladas, utilizadas en la construcción tradicional.

Construcción con Muros Portantes - Un piso	Construcción Tradicional - Un piso
$\delta = -0.000052 \text{ mm.}$	$\delta = -0.031980 \text{ mm.}$
Construcción con Muros Portantes - Dos pisos	Construcción Tradicional - Dos pisos
$\delta = -0.000074 \text{ mm.}$	$\delta = -0.012124 \text{ mm.}$

- La Capacidad Portante del suelo de fundación de la vivienda tanto de uno como de dos pisos, respecto de la acción de las cargas aplicadas, siempre es menor para los sistemas

construidos con muros portantes a base de losas de cimentación, que, para el caso de las zapatas aisladas, utilizadas en la construcción tradicional.

Construcción con Muros Portantes - Un piso	Construcción Tradicional - Un piso
$\sigma_s = 5.71 \text{ T/m}^2$	$\sigma_s = 9.94 \text{ T/m}^2$
Construcción con Muros Portantes - Dos pisos	Construcción Tradicional - Dos pisos
$\sigma_s = 8.57 \text{ T/m}^2$	$\sigma_s = 10.10 \text{ T/m}^2$

Como conclusión final, se puede recalcar que el tipo de vivienda construida con el sistema de muros portantes ofrece una alternativa que brinda mejores resultados estructurales ante la comparación con el método tradicional que presentó menor porcentaje de confiabilidad estructural, analizado en el presente estudio comparativo.

Bibliografía

Aguiar, R., y Mielles, Y. (2016). Análisis de los edificios que colapsaron en Portoviejo durante el terremoto del 16 de abril de 2016. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, 21(3). <https://utm.edu.ec/investigaci>

[on/phocadownload/publicaciones/Publicaciones-Regionales/2016/2016%20ANLISIS%20DE%20LOS%20EDIFICIOS%20QUE%20COLAPSARON%20EN%20PORTOVIEJO%20DURANTE%20EL%20TERREMOTO%20DEL%2016%20DE%20ABRIL%20DE%202016.pdf](https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1193/Ana%cc%81lisis%20comparativos%20de%20facti)

Dias, D. y Abreu, C. (2017) Análisis Comparativos de Factibilidad entre Sistema de Construcción con Formaletas Metálicas vs Método Construcción de Mampostería Armada [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. Archivo digital. <https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1193/Ana%cc%81lisis%20comparativos%20de%20facti>

- bilidad%20entre%20sistema%20de%20construccio%cc%81n%20con%20formaletas%20meta%cc%81licas%20vs%20me%cc%81todo%20construccio%cc%81n%20de%20maposteri%cc%81a%20armada.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Estrada, S. y Verde, J. (2020) Análisis comparativo del diseño estructural con la aplicación del software Etabs respecto al método tradicional de un edificio de cinco pisos con semisótano ubicado en el distrito de San Martín de Porres – Lima [Tesis de grado, Facultad de Ingeniería y Arquitectura]. Archivo digital https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7712/estrada_rss-verde_hjk.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Génesis, Alcívar & Alcívar, Jairo & Arequipa, María & Astudillo, Ángel & Avilés, Manuel & Alcívar Véliz, María Luisa. (2019). Importancia del cambio de suelo en construcciones civiles. "Zona Cero" (Portoviejo). https://www.researchgate.net/publication/337741052_Importancia_del_cambio_de_suelo_en_construcciones_civiles_Zona_Cero_Portoviejo
- Hall, M. L. (2011). Los terremotos del Ecuador del 5 de marzo de 1987: Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos. In Los terremotos del Ecuador del 5 de marzo de 1987: Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos (pp. 144-144). <https://dipecholac.net/docs/files/257-los-terremotos-en-ecuador.pdf>
- Medina, C., & Medina, S. (2017). Coeficiente irregularidad en planta a partir del análisis de torsión en estructuras irregulares. *Revista Politécnica*, 39(2), 51-60. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v39n2/2477-8990-rpolit-39-02-00051.pdf>
- Nij, J. (2009). Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas. [Tesis de grado, Universidad De San Carlos de Guatemala]. Archivo digital http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3004_C.pdf
- Posada, G. (2016) Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos. Fondo Editorial Luis Amigó. https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/120_Book-elementos_basicos.pdf
- Pulido, A. y Rueda, O. (2019) Instrumentación y control de asentamientos para obras de ingeniería civil con la ayuda de la geomática, [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. Archivo digital

- <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23954/1/Instrumentaci%C3%B3n%20y%20Control%20de%20Asentamientos%20Para%20Obras%20de%20Ingenieria%20Civil%20Con%20La%20Ayuda%20De%20La%20Geom%C3%A1tica.pdf>
- Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Ingeniería sísmica*, (94), 1-26. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ris/n94/0185-092X-ris-94-00001.pdf>
- Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, (82), 175–195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rivadeneira, F. Segovia, M. Alvarado, A. Eged, J. Troncoso, L. Vaca, S. Yepes, H. (2007) *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador* (1era ed). Corporación Editora Nacional
- <https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/35-breves-fundamentos-sobre-los-terremotos-en-el-ecuador/file>
- Ríos, A. R., & Peña, A. M. P. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19), 191-208.
- Yaguana, M. (2016) Comparar el diseño estructural de viviendas modelo entre las urbanizaciones ciudad palmera y ciudad verde de la ciudad de Machala [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. Archivo digital http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/8022/1/TTUAIC_2016_IC_CD0044.pdf