

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Modificación de la rigidez lateral en un edificio de concreto armado por la presencia de tabiquería con revestimiento de mortero de cemento**

Tesis para obtener el grado académico de Bachiller en Ingeniería Civil

**Autor:**

Rahfo Ghimer Arcana Aquino

**Asesor:**

Mg. Herson Duberly Pari Cusi

Juliaca, noviembre del 2023

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Herson Duberly Pari Cusi, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“MODIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ LATERAL EN UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO POR LA PRESENCIA DE TABIQUERÍA CON REVESTIMIENTO DE MORTERO DE CEMENTO”** del autor **Rahfo Ghimer Arcana Aquino**, tiene un índice de similitud de 11% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 30 días del mes de noviembre del año 2023.



---

Ing. Herson Duberly Pari Cusi



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 29 día(s) del mes de noviembre del año 2022, siendo las 16:00 horas,

se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Juliaca, bajo la dirección del (de la)

presidente(a): Mg. Henry Antonio Aguilar Chuquinio, el(la)

secretario(a): Mg. Efraim Velasquez Mamani y los demás miembros:

Mg. Edwin Parillo Escarano

y el(la) asesor(a) Ing. Herson Duberly Pari Cusi

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de

investigación titulado: Modificación de la rigidez lateral en un edificio de concreto armado por la presencia de tabiquería con revestimiento de mortero de cemento

de los (las) egresados (as): a) Rafel Ghimer Arcana Aquino

b)

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en

Ingeniería Civil  
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando ..... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por ..... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Rafel Ghimer Arcana Aquino

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Candidato/a (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ..... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]  
Presidente/a

[Firma]  
Asesor/a

[Firma]  
Candidato/a (a)

[Firma]  
Miembro

[Firma]  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
1 Introducción	10
2 Metodología	11
3 Resultados	21
4 Conclusiones	25
5 Referencias Bibliográficas	30
6 Anexos	30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Predimensionamiento de elementos estructurales _____	14
Tabla 2 Fuerzas laterales aplicadas en el centro de masas de cada nivel _____	16
Tabla 3 Parámetros del factor sísmico para el espectro de diseño _____	17

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema proceso metodológico	14
Figura 2 Espectro sísmico C/T	18
Figura 3 Primer modelo de pórticos de concreto armado	18
Figura 4 Segundo modelo de pórticos de concreto armado más muros con revestimiento	18
Figura 5 Tercer modelo de pórticos de concreto armado más puntales de arriostre.	19
Figura 6 Comparación de derivas en dirección X	21
Figura 7 Comparación de derivas en dirección Y	22
Figura 8 Comparación de rigidez lateral en dirección X	23
Figura 9 Comparación de rigidez lateral en dirección Y	24
Figura 10 Comparación de ratio de rigidez lateral en X	25
Figura 11 Comparación de ratio de rigidez lateral en Y	26
Figura 12 Comparación de ratio de derivas en X	27
Figura 13 Comparación de ratio de derivas en Y	28

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Plano de edificación	31
-------------------------------	----

# **Modificación de la rigidez lateral en un edificio de concreto armado por la presencia de tabiquería con revestimiento de mortero de cemento**

Rahfo Ghimer Arcana Aquino

*EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión*

---

## **RESUMEN**

La inminente necesidad de viviendas debido a la incrementación demográfica en una zona, trae consigo una búsqueda de asentamiento y, para establecerse aplican la autoconstrucción de sus viviendas. Estas construcciones se caracterizan por ser, generalmente, de pórticos armados con muros artesanales, y es donde se presenta continuamente que el proceso constructivo no se rige completamente según a los planos, generando una modificación en el comportamiento estructural previsto para un diseño futuro.

Para garantizar la estabilidad de una edificación se debe contemplar una adecuada rigidez lateral; en el presente trabajo de investigación, mediante un análisis sísmico lineal y elástico, se logrará apreciar dicha rigidez lateral de una vivienda propuesta de 4 niveles y 1 azotea. Por tanto, el fin de este artículo, es hacer un análisis de la modificación de la rigidez lateral contemplando la inclusión de tabiquería con revestimiento de mortero de cemento (tabiquería artesanal empleada continuamente en la construcción) en un edificio con un sistema de pórticos de concreto armado. Posteriormente, se podrá evidenciar el aumento, producto de la tabiquería considerada, de la rigidez lateral respecto al modelo de pórticos de concreto armado. Por último, se verificó que la rigidez lateral en dirección 'x' y 'y' con una densidad de muros de 0.0142 y 0.0432 respectivamente, indican que el modelo con puntales es en 'x' 2.14 veces y en 'y' 4.58 veces más rígido que el modelo de pórticos; así mismo, el modelo de muros revestidos es 2.65 y 6.24 veces más rígido que el modelo con pórticos.

**Palabras claves:** Rigidez lateral, tabiquería con revestimiento, análisis sísmico lineal y elástico

# **Modification of lateral stiffness in a reinforced concrete building by the presence of cement mortar clad partition walls**

## **ABSTRACT**

The imminent need for housing due to the demographic increase in an 8onc, brings with it a search for settlement and, in order to establish themselves, they apply the self-construction of their homes. These constructions are generally characterised by the fact that they are generally made up of porticoes reinforced with handmade walls, and it 8oncént that the construction process is not completely in accordance with the plans, generating a modification in the structural behaviour foreseen for a future design. In order to guarantee the stability of a building, an adequate lateral stiffness must be considered; in this research work, through a linear and elastic seismic 8oncéntr, it 8onc be 8oncént to appreciate the lateral stiffness of a proposed 4-storey house with 1 roof.

Therefore, the purpose of this article is to analyse the modification of the lateral stiffness considering the 8oncéntri of partition walls with cement mortar cladding (handmade partition walls used continuously in construction) in a building with a reinforced concrete portal frame system. Subsequently, it 8onc be 8oncént to demonstrate the increase, as a 8oncéntri the partitioning considered, of the lateral stiffness with respect to the reinforced concrete portal frame model. Inally, it was verified that the lateral stiffness in the 'x' and 'y' direction with a wall density of 0.0142 and 0.0432 respectively, indicate that the model with struts is 2.14 times stiffer in 'x' and 4.58 times stiffer in 'y' 8on the portal frame model; likewise, the model with clad walls is 2.65 and 6.24 times stiffer 8on the portal frame model.

**Keywords:** lateral stiffness, partition walls with cladding, linear and elastic seismic concéntr



## 1 Introducción

Existe en el país, una problemática que afecta en el desarrollo demográfico, se trata de las edificaciones informales y autoconstruidas, dichas construcciones incumplen con los criterios sismo resistentes. La Cámara Peruana de la Construcción CAPECO (2017), indica que el 70% de las edificaciones en Lima son construidas desde la informalidad. Estas viviendas son las más vulnerables ante la presencia de un sismo, pues no están edificadas conforme con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RN) y sin la verificación de personal capacitado en la etapa de diseño, ni tampoco en las etapas de construcción y supervisión. Las construcciones informales están propensas a fallar estructuralmente y llegar al colapso ante la acción de un sismo, por consecuencia, están predestinadas a ocasionar pérdidas humanas y económicas.

Según Checa (2018) la ciudad de Juliaca es caótica y mal organizada urbanísticamente, debido a varios factores, uno de ellos es de acuerdo al estilo de vida progresista que se lleva en dicha ciudad. No hay presencia de un anhelo compartido hacia el progreso.

La ciudad de Puno es una de las primeras regiones con mayor número de habitantes, aproximadamente 1 millón 440 mil habitantes, esto se contrasta con el déficit habitacional que padece la región de Puno, puesto que ocupa el cuarto lugar con déficit con un aproximado de 103,800 viviendas, este número considera la suma de zona urbana y rural.

Considerando que la zona urbana tiene 46 844 viviendas, esto representa el 45% del total del déficit habitacional (dh), dado que la región tiene un 54% de concentración poblacional urbana y un 46% de concentración rural. La ciudad de Juliaca, contempla el mayor déficit habitacional de la región de Puno con un 14% del total de la región, que viene a ser 14062 viviendas.

Panca (2019) menciona que las viviendas de dos niveles son las más construidas en el distrito de San Miguel, ya que representa el 60.9% y el 83% de viviendas evaluadas, estas viviendas se han edificado por tramos o etapas y no de manera continua, esto se debe a la economía pobre de los ciudadanos. Casi el total de las viviendas han sido construidas sin la presencia de juntas sísmicas para sus colindancias. Las viviendas analizadas que presentan muros con ladrillos de arcilla no uniforme y mal cocida son el 32.6%, el 19.6% de unidades de ladrillos no tiene una uniformidad en sus medidas y los ladrillos que presentan complicaciones debido a la eflorescencia son el 18.5%, dichas unidades no tienen muy buen aspecto superficial.

No existe ninguna vivienda que se regule conforme a la norma, con respecto a la medida de juntas de mortero entre unidades de ladrillo según la NTE E 070 que indica espesores de 1 a 1.5cm, puesto que las viviendas que contempla espesores de 1.5 a 3 cm son el 52.2% y mayores a 3 cm son el 47.8%. Finalmente, el 16.3% de edificaciones, presenta muros con unas juntas de mortero de pésima calidad.

De acuerdo con Quiroz (2014) citado en Panca (2019) llega a la conclusión de que las viviendas analizadas en su investigación presencian deficiencias en el proceso constructivo, debido a la ausencia de planos, personal técnico y bajo presupuesto de inversión para la construcción de sus hogares. Los muros apilados con pésima calidad de mano de obra, alfeizar y tabiquería, sin procurar el aislamiento de la estructura, son los errores que frecuentemente se presentan en las construcciones sin asesoramiento técnico.

Quispe y Flores (2022), en su estudio, el objetivo consta en analizar el comportamiento estructural de los muros pandereta reforzados, evaluar la capacidad de carga y la resistencia de los muros pandereta reforzados, identificar el tipo de falla y el comportamiento de los muros pandereta reforzados ante eventos sísmicos

Los resultados indican que los muros pandereta reforzados se comportan de manera dúctil ante eventos sísmicos, lo que permite una mayor capacidad de deformación y absorción de energía, los muros pandereta reforzados no presentan agrietamiento ante un sismo moderado, lo que indica una mayor resistencia y capacidad de carga. Dichos muros arrojaron un valor para la resistencia en pila a la compresión de 22.77 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la compresión diagonal de 5.29 kg/cm<sup>2</sup>, datos que se emplearan en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## **2 Metodología**

El proceso de investigación se realizará mediante el modelamiento de una edificación multifamiliar propuesta de 4 niveles y 1 azotea, la cual será sometida ante cargas sísmicas para determinar la modificación de la rigidez lateral y la verificación de las derivas de entrepiso máximas exigidas en la normativa técnica peruana E.030. Este proceso se aplicó a un pórtico de concreto armado con la inclusión de tabiquería revestida con mortero de cemento.

Las etapas del desarrollo del análisis estructural constan de la estructuración de los elementos resistentes del sistema estructural de pórticos de concreto armado, predimensionamiento de elementos estructurales, el modelamiento en el software ETABS, análisis sísmico estático y dinámico, verificación de rigideces laterales y derivas de entrepiso o desplazamientos máximos consignados en la norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones.

Una vez verificadas las derivas, se procederá a modelar nuevamente la edificación, pero esta vez con la inclusión de la tabiquería distribuida en el plano propuesto; para poder

apreciar la modificación de la rigidez lateral que produce la presencia de la tabiquería revestida con mortero de cemento, el modelamiento concluirá con la obtención de derivas de entrepiso influenciadas por la presencia de mencionada tabiquería.

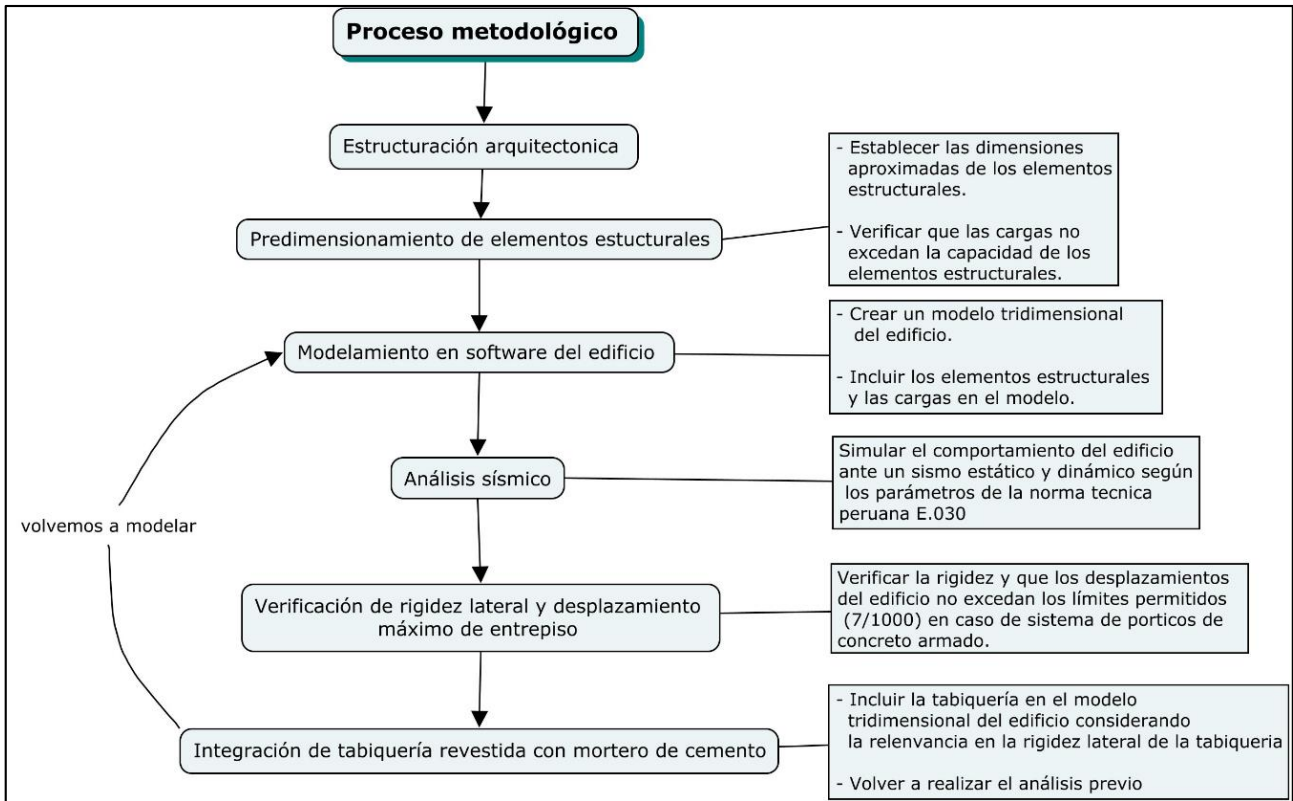
En este proceso cíclico de modelamiento se considerarán las propiedades mecánicas de resistencia de los elementos de concreto armado, y para caracterizar las propiedades mecánicas de la tabiquería, se tomará como referencia los resultados de un estudio previo, donde se ensayaron muretes por compresión diagonal con las características específicas de tabiquería con recubrimiento con mortero de cemento que se va a emplear en este estudio. Finalmente se realiza un análisis comparativo entre las rigideces y derivas obtenidas del modelado.

La necesidad de establecerse en un lugar trae consigo un crecimiento acelerado y desordenado de construcciones informales. Las viviendas multifamiliares permiten una mayor densidad de población en un área específica, lo que optimiza el uso del suelo urbano y evita la expansión descontrolada de la ciudad, promoviendo un enfoque de desarrollo con planificación urbana.

Partiendo de aquí, el proyecto propuesto consiste en un edificio multifamiliar para la ciudad de Juliaca, Puno, la edificación se constituye por 4 pisos y 1 azotea. El área típica de piso es de 125.8 m<sup>2</sup>.

**Figura 1**

*Esquema proceso metodológico*



El sistema estructural planteado, en el primer modelo, en la estructuración inicial es el de pórticos de concreto armado, conforme requirió la estructura se incorporó muros de corte; en el segundo modelo se consideró la presencia de la tabiquería revestida de mortero de cemento en el modelo y por último se realizó un tercer modelo, con el fin de verificar el segundo, en donde se caracterizó a los muros de tabiquería como puntales diagonales de arriostre (mencionados en la norma E.070).

En la etapa de estructuración se determinaron los ejes de resistencia y la ubicación de las columnas y vigas en la edificación. El pre dimensionamiento de elementos estructurales se realizó con las pautas propuestas por el ingeniero Blanco Blasco, obteniendo unas secciones mostradas en la tabla siguiente.

**Tabla 1***Predimensionamiento de elementos estructurales*

Elementos predimensionados	Secciones predimensionadas (m)	
Losa aligerada 1 dirección	0.2	
Losa maciza 1 dirección	0.2	
Viga Principal	0.25	0.4
Viga Secundaria	0.25	0.3
Viga Dintel	0.15	0.2
Columna céntrica	0.25	0.25
Columna concéntrica y esquinera	0.25	0.25
Placas	0.2	
Escalera (garganta)	0.2	
Escalera (espesor equivalente)	0.25	

Para el modelamiento de la estructura se empleó el software Etabs 2016. Lo primero que se realizó en el modelamiento, fue establecer las grillas de acuerdo a los ejes de resistencia del plano de arquitectura propuesto. Luego se procedió a definir los materiales de los elementos estructurales, tales como el concreto con una resistencia a la compresión igual a 210 kg/cm<sup>2</sup> (concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>), el acero de refuerzo con una resistencia a la fluencia igual a 4200 kg/cm<sup>2</sup> (acero  $f'_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>), y para los modelos que incluyen muros se registró la tabiquería revestida con mortero de cemento de resistencia a la compresión en pila igual a 22.77 kg/cm<sup>2</sup> (tabiquería revestida  $f'_m=22.7$  kg/cm<sup>2</sup>), esta última obtenida en una investigación previa, que representa la tabiquería artesanal usualmente empleada en las construcciones sin asesoramiento técnico en la región de Puno.

Posteriormente, se prosiguió con la definición de las secciones de los elementos estructurales de la edificación (secciones predimensionadas), seguidamente se definieron las secciones de los diafragmas rígidos (losas). Además, para continuar el modelo, se

empezó a trazar los elementos estructurales en las grillas del entrepiso del primer nivel, para luego de realizar el metrados de cargas y asignarlos a los elementos estructurales, se puedan replicar los elementos estructurales en los demás niveles superiores.

El modelamiento continuo con la asignación de restricciones en la base, empotrando todos los puntos de los elementos estructurales verticales, esto con el fin de evitar las traslaciones en todos los

ejes en la base del primer nivel de la edificación. Se procedió a asignar diafragmas rígidos a los techos de cada nivel para compatibilizar los desplazamientos y distribuir los esfuerzos que entran a la estructura de acuerdo con la rigidez de cada elemento estructural consignado en la estructuración del edificio.

A continuación, se definió la masa participativa consignada en la norma E.030 como un patrón de carga que considera el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, esto para edificaciones de categoría Tipo C designadas en la norma ya mencionada. En el mismo apartado se consideró también un 5% de excentricidad accidental para los diafragmas. Inmediatamente, se definió los casos modales, es ahora donde se corren todos los casos de carga en el programa para obtener el periodo fundamental de la edificación.

Con el periodo fundamental obtenido previamente, procedemos a realizar el análisis lineal y elástico (análisis sísmico estático y dinámico). El análisis estático o de fuerzas laterales aplicadas en el centro de masa de cada nivel, se calcula en base a la relación del peso por cada nivel del edificio y la altura acumulada de cada nivel del edificio, esto multiplicado por la cortante basal estática, obtenida con los parámetros de la norma E.030, que involucran a la zona en la que se encuentra la edificación, el factor de uso de la edificación, la resistencia del suelo de fundación, el peso total y el periodo fundamental de la edificación (obtenidos del programa etabs) y el coeficiente de reducción sísmica, que

está relacionado con las irregularidades en planta y altura de la edificación, estas categorizadas en la norma E.030.

**Tabla 2**

*Fuerzas laterales aplicadas en el centro de masas de cada nivel*

Pisos	Altura M	PESO ton	$P_i \cdot (h_i)^k$	Alfai	Fi ton
TECHO 04	11.66	73.6542	858.808	0.341	16.685
TECHO 03	8.96	87.803	786.715	0.312	15.285
TECHO 02	6.26	87.8031	549.647	0.218	10.679
TECHO 01	3.56	91.4142	325.435	0.129	6.323

La fuerza distribuida 'Fi' es la que se ingresa al programa etabs al momento de definir el sismo estático, considerando un 5% de excentricidad accidental. Se obtuvo una cortante en la base de 48.97 ton para un periodo fundamental en dirección "X" de 0.292 seg y para dirección "Y" de 0.488 seg.

El espectro se carga al programa, para luego multiplicarlo por un factor que considera a la zona, uso, suelo, coeficiente de reducción sísmica (irregularidades y sistema estructural) de la edificación y la gravedad.

**Tabla 3**

*Parámetros del factor sísmico para el espectro de diseño*

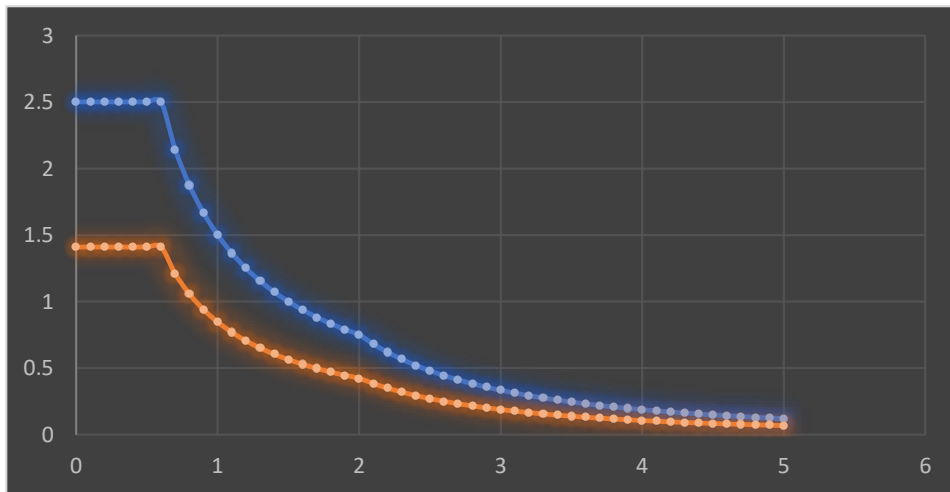
	Factor de zona "Z"	0.35
Zona Sísmica: 3	TP (S)	0.6
	TI (S)	2
Perfil de Suelo: S2	Factor de suelo "S"	1.15
Categoría: C	Factor de Uso "U"	1
	Coef. Reduccion "R"	7



Para el sismo dinámico, se requiere construir un espectro de aceleraciones que dependan del periodo de vibración (considerado de 0 a 5 seg, con un intervalo de 0.1 seg), y del factor de ampliación sísmica 'C' (consignado en la norma E.030).

**Figura 2**

*Espectro sísmico C/T*



Con todos los datos procesados, se analizó el modelo en el software Etabs para obtener las derivas y las rigideces. La deriva es la razón aritmética entre los desplazamientos relativos de cada entrepiso y las alturas de cada entrepiso. La rigidez está definida por la relación aritmética entre la fuerza lateral aplicada y los desplazamientos de cada nivel.

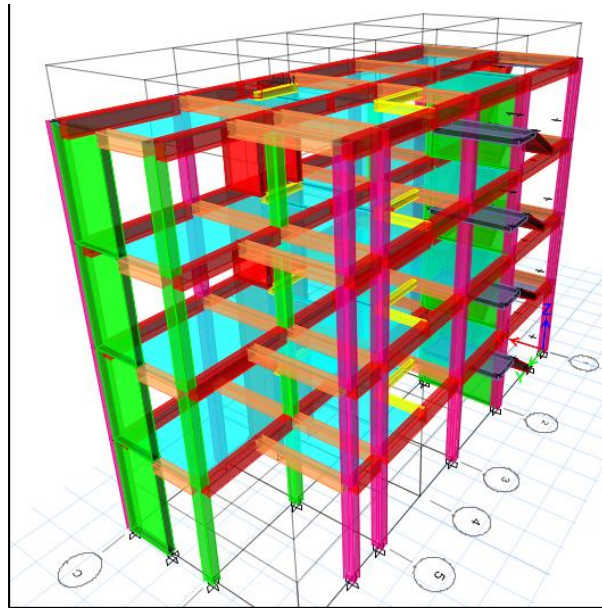
Para culminar con el primer modelamiento de pórticos de concreto armado, es necesario que las derivas no sobrepasen el límite establecido en la norma E.030 de 7/1000 para concreto armado, como no cumple en el primer modelo, se retornó al primer paso del modelado para incorporar en la estructuración una mayor dimensión en el ancho de la columna y la colocación de placas en la dirección deficiente que tiene mayores desplazamientos que los permitidos.

Finalmente, corregidas las derivas se procede a realizar el segundo modelo con la incorporación de tabiquería revestida, y una vez cumpla con los desplazamientos

permitidos en la norma se procede a verificar el modelo con un tercer modelo en el cual se reemplazan los muros con puntales de arriostramiento diagonal (consignado en la norma E.070 para muros no aislados)

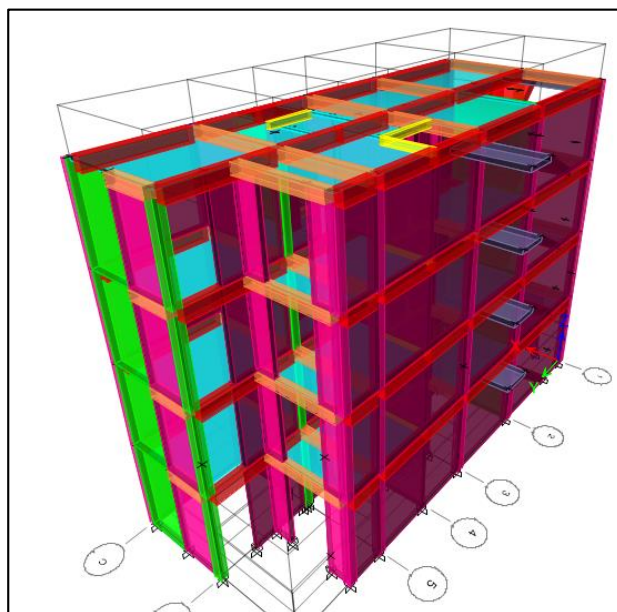
**Figura 3**

*Primer modelo de pórticos de concreto armado*



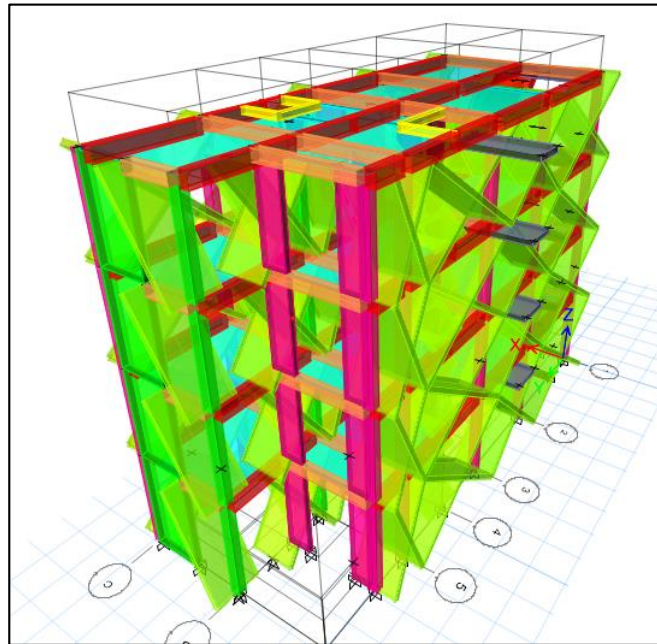
**Figura 4**

*Segundo modelo de pórticos de concreto armado más muros con revestimiento*



**Figura 5**

*Tercer modelo de pórticos de concreto armado más puntales de arriostre.*



También se calcularon las densidades de muros en ambas direcciones de análisis, conforme a la norma E.070, que indica que la sumatoria de la longitud y espesor de los muros en la dirección de análisis y mayores a 1.20 m de longitud, divididos entre el área típica de planta tiene que ser mayor a la multiplicación de los factores sísmicos considerados en la norma E.030 divididos entre 50.

**Ecuación 1.**

*Valor de densidad mínima de muros*

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

El cálculo de la densidad de muros se realizó para poder apreciar la inferencia que tiene en el análisis de derivas y rigideces, eso significa que no se van a modificar la cantidad de muros dispuestos para una verificación de densidad mínima de muros, sino

que los datos recolectados de las densidades mínimas de muros, sirven para hacer una comparación posterior.

La densidad de muros en dirección 'X' es igual a 0.0142 lo que significa que no cumple con la cantidad mínima de muros dispuestos en esa dirección, lo que se traduce a un menor aporte de rigidez lateral en dicha dirección de análisis.

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} = 0.0142 \qquad \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} = 0.0288$$

Por el contrario, la densidad de muros en dirección 'Y' es igual a 0.0432 lo que significa que, si cumple con la cantidad mínima de muros dispuestos en esa dirección, lo que se traduce a un mayor aporte de rigidez lateral en dicha dirección de análisis.

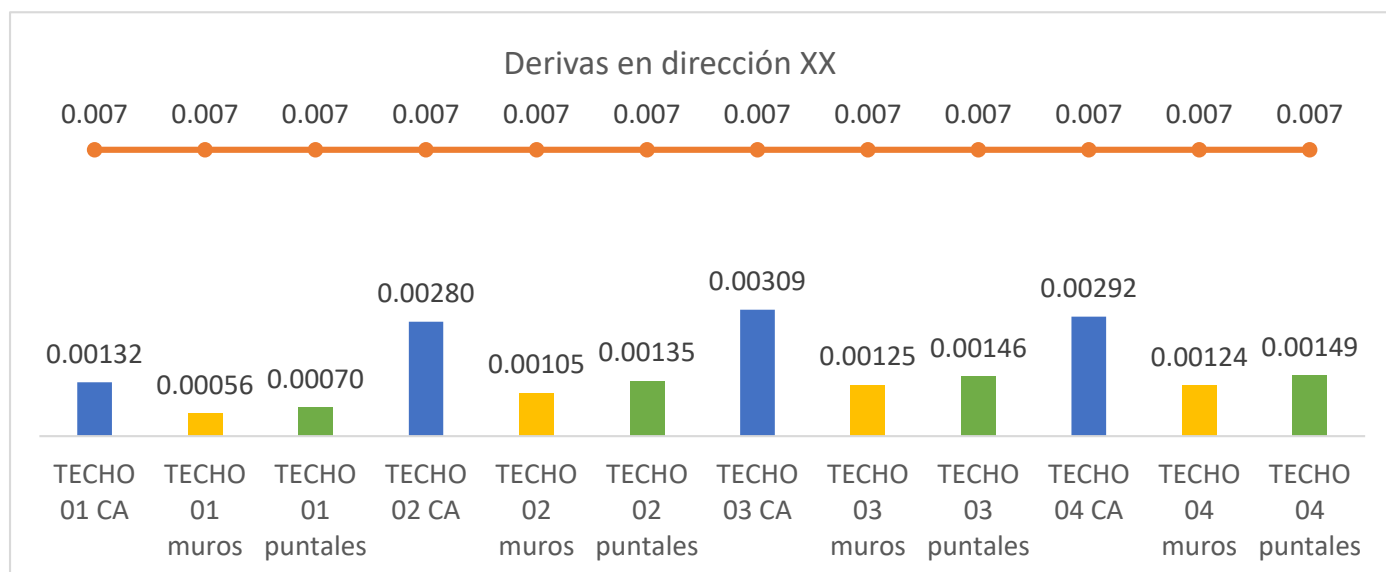
$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} = 0.0432 \qquad \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} = 0.0288$$

### 3 Resultados

Los resultados concernientes al proceso de modelación y verificación de las derivas arrojan un considerablemente mayor desplazamiento en el primer modelo de pórticos de concreto armado en ambas direcciones de análisis (XX y YY), y en los modelos dos y tres, que consideran a los muros revestidos, presentan valores muy cercanos: siendo las derivas en dirección XX, del modelo con muros, en promedio un 21% menos respecto al modelo con puntales. Y las derivas en dirección YY, del modelo con muros en promedio un 22% menos respecto al modelo con puntales.

**Figura 6**

*Comparación de derivas en dirección X*



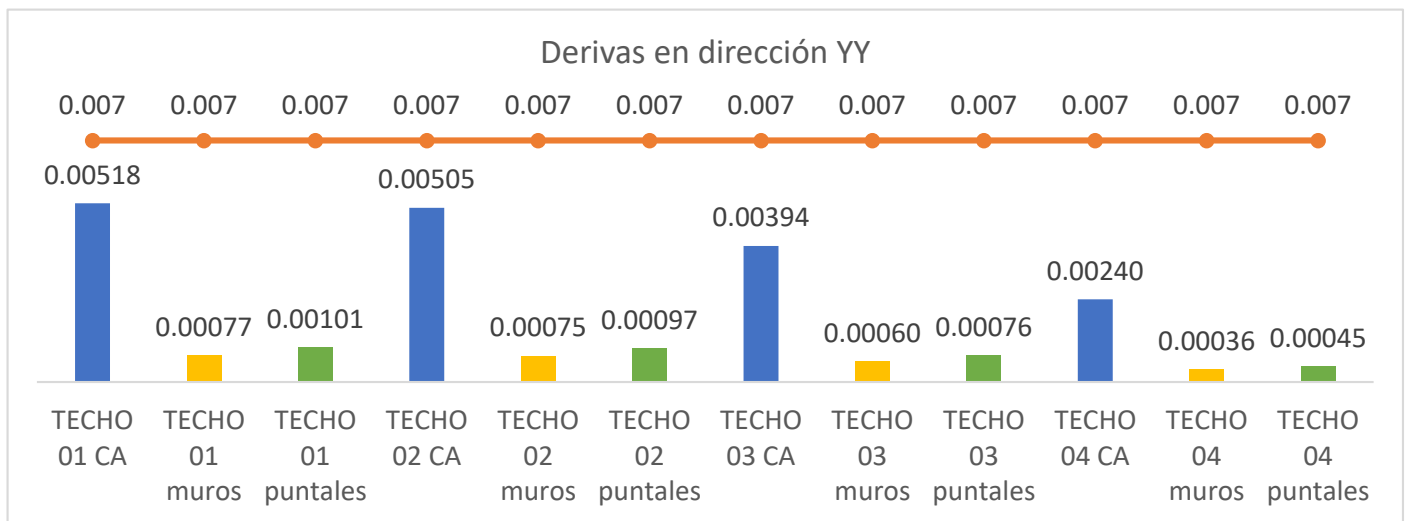
Los 3 modelos han sido estructurados de tal forma que cumplen en ambas direcciones de análisis sísmico con las derivas máximas permitidas de 7/1000 definidas en la norma E.030. La densidad de muros en dirección XX es 0.0142 y en dirección YY, la densidad de muros es 0.0432 y la densidad mínima de muros es igual a 0.0288.

En el primero modelo de pórticos, el incremento de la rigidez lateral por la presencia de placas, incorporadas en la estructuración, solo en la dirección XX, hace que

se presenten derivas más reducidas respecto a la dirección YY. En el segundo y tercer modelo, que incluyen muros, se presenta que las derivas son menores en dirección YY, debido a que la mayor densidad de muros está en esta dirección. En las siguientes figuras que se presentan a continuación se aprecian estos resultados.

**Figura 7**

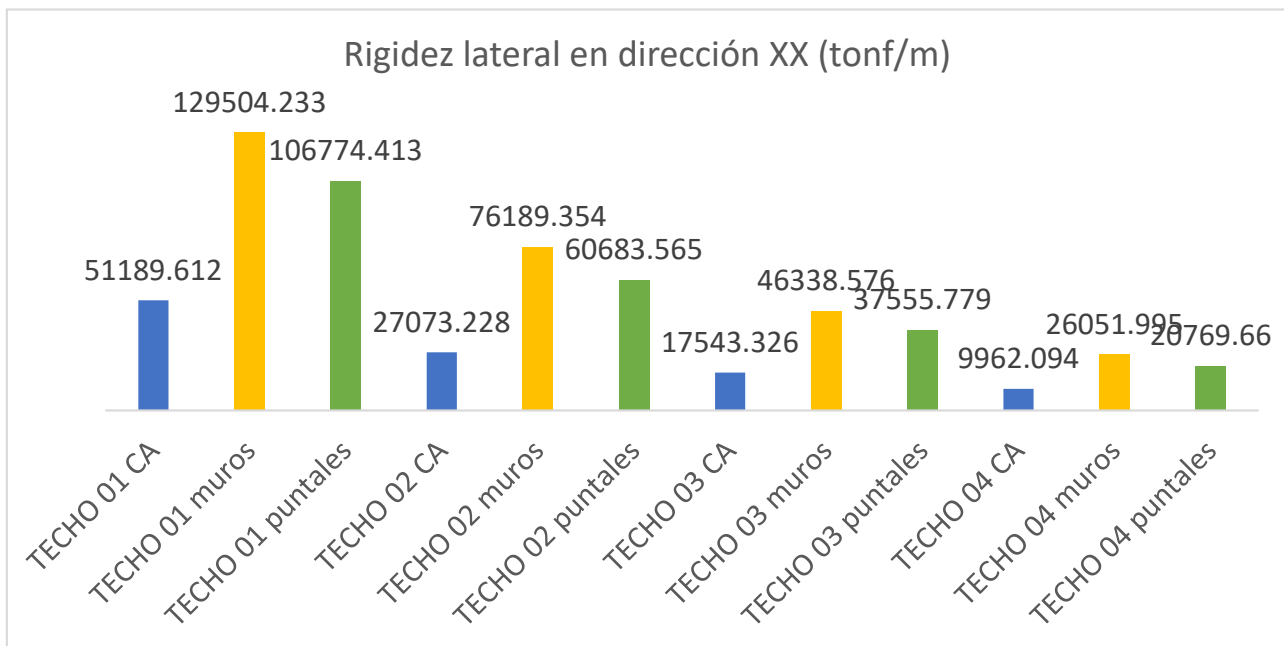
*Comparación de derivas en dirección Y*



De igual forma, los resultados concernientes al proceso de modelación y verificación de la modificación de rigideces, describen una menor rigidez lateral por cada entrepiso para el primer modelo de pórticos de concreto armado en ambas direcciones (XX y YY), y en los modelos dos y tres, que consideran a los muros revestidos, se presenta un incremento promedio respecto al tercer modelo, en la dirección XX, del 23% de rigidez lateral y en la dirección YY el porcentaje es del 35.75%. Siendo el segundo modelo realizado el que tiene la mayor rigidez lateral.

**Figura 8**

*Comparación de rigidez lateral en dirección X*



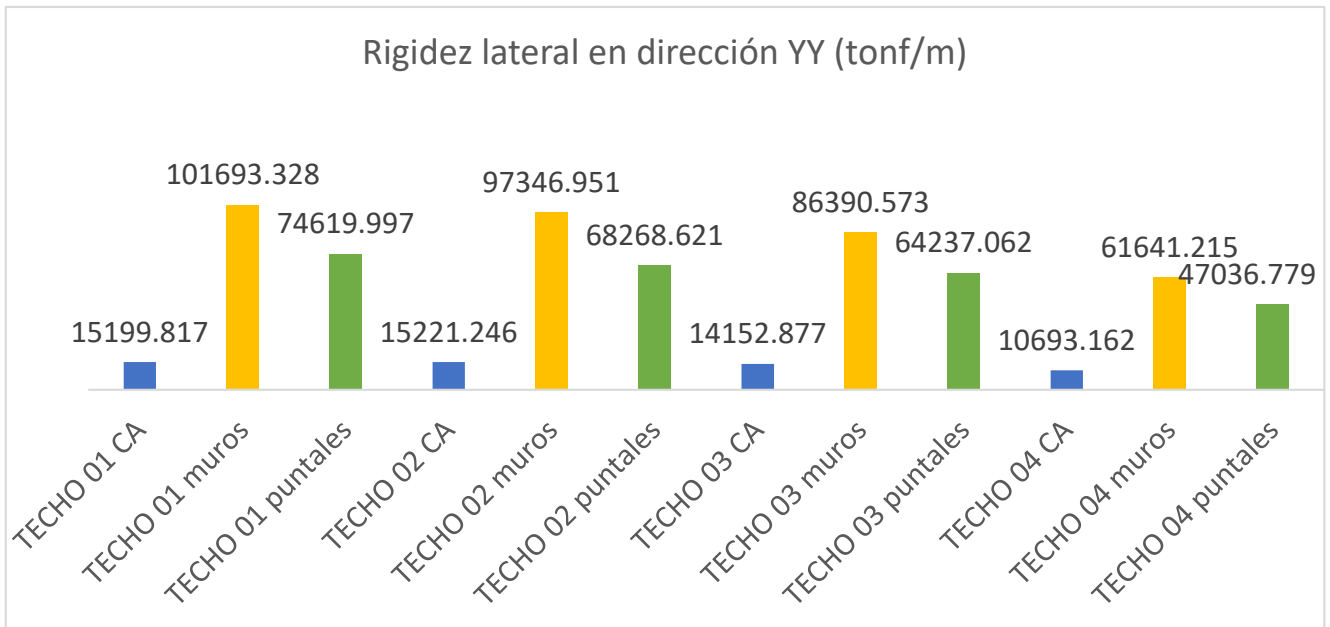
Los 3 modelos han sido estructurados de tal forma que cumplen en ambas direcciones de análisis sísmico con las derivas máximas permitidas de 7/1000 definidas en la norma E.030. La densidad de muros en dirección XX es 0.0142 y en dirección YY, la densidad de muros es 0.0432 y la densidad mínima de muros es igual a 0.0288.

Se puede apreciar que a pesar de que la densidad muros es más prominente en la dirección YY, la presencia de placas en la dirección XX no es suficiente para que la rigidez

lateral en esta dirección de análisis sea la predominante, haciendo que las mayores rigideces lateral se presente en la dirección YY; en las siguientes figuras que se presentan a continuación se aprecian estos resultados.

**Figura 9**

*Comparación de rigidez lateral en dirección Y*



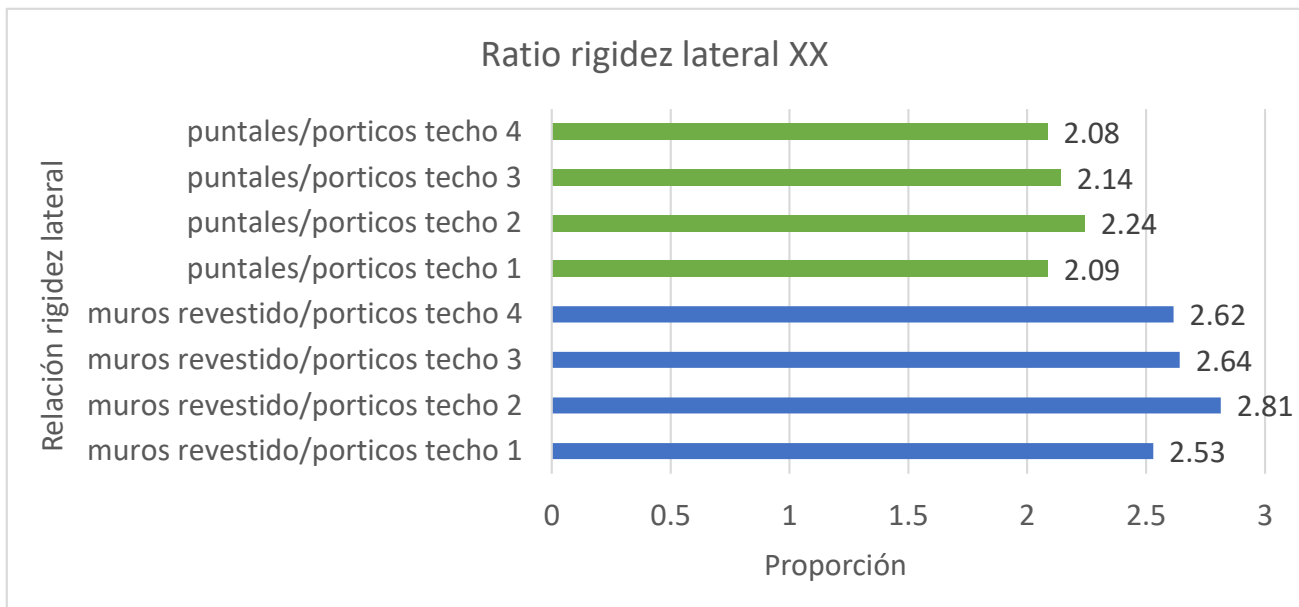


## 4 Conclusiones

La comparación de la modificación de la rigidez lateral en dirección XX, en donde se presenta menor densidad de muros igual a 0.0142, indica que la rigidez lateral, de los 4 entrepisos analizados, del tercer modelo de pórticos y puntales de arriostre, es en promedio 2.14 veces más rígido que el primer modelo de pórticos; la rigidez lateral, de los 4 entrepisos analizados, del segundo modelo de pórticos y tabiquería revestida de mortero de cemento, es en promedio 2.65 veces más rígido que el primer modelo de pórticos.

**Figura 10**

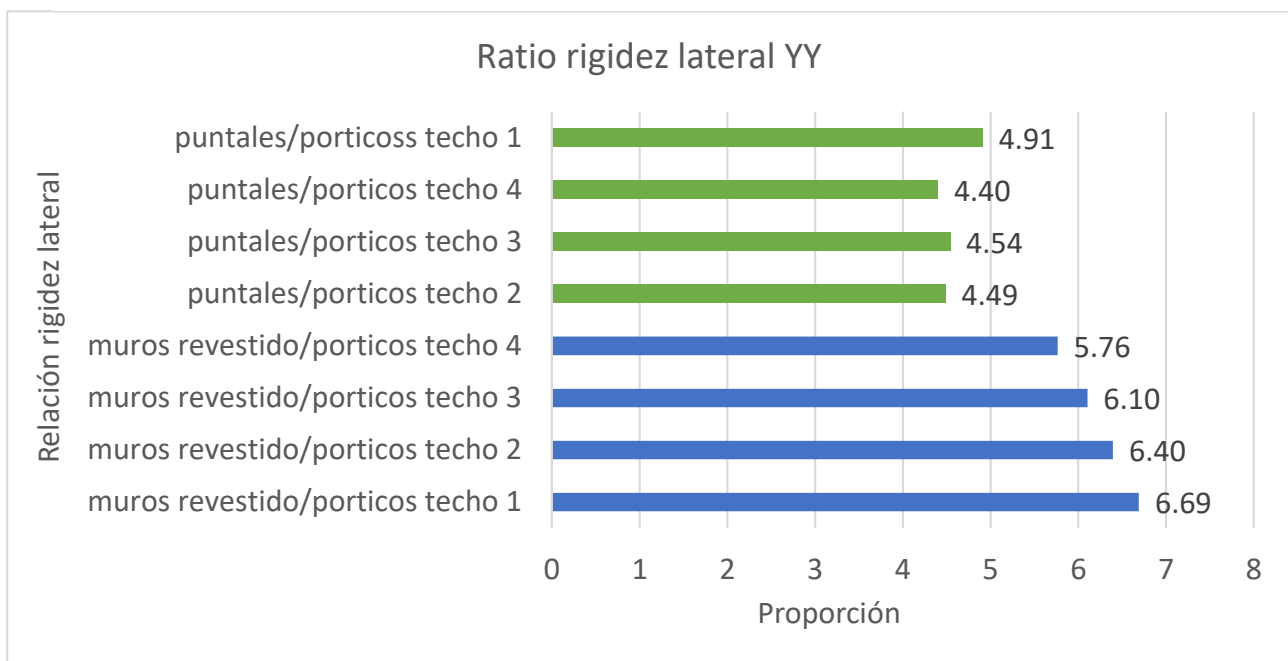
*Comparación de ratio de rigidez lateral en X*



Para terminar, las ratios concernientes al proceso de modelación y análisis comparativo de la modificación de la rigidez lateral en dirección YY, en donde se presenta mayor densidad de muros igual a 0.0432, los datos indican que la rigidez lateral, de los 4 entrepisos analizados, del tercer modelo de pórticos de concreto armado y puntales de arriostre es en promedio 4.58 veces más rígido que el primer modelo de pórticos; la rigidez lateral, de los 4 entrepisos analizados, del segundo modelo de pórticos y tabiquería revestida de mortero de cemento, es en promedio 6.24 veces más rígido que el primer modelo de pórticos de concreto armado

**Figura 11**

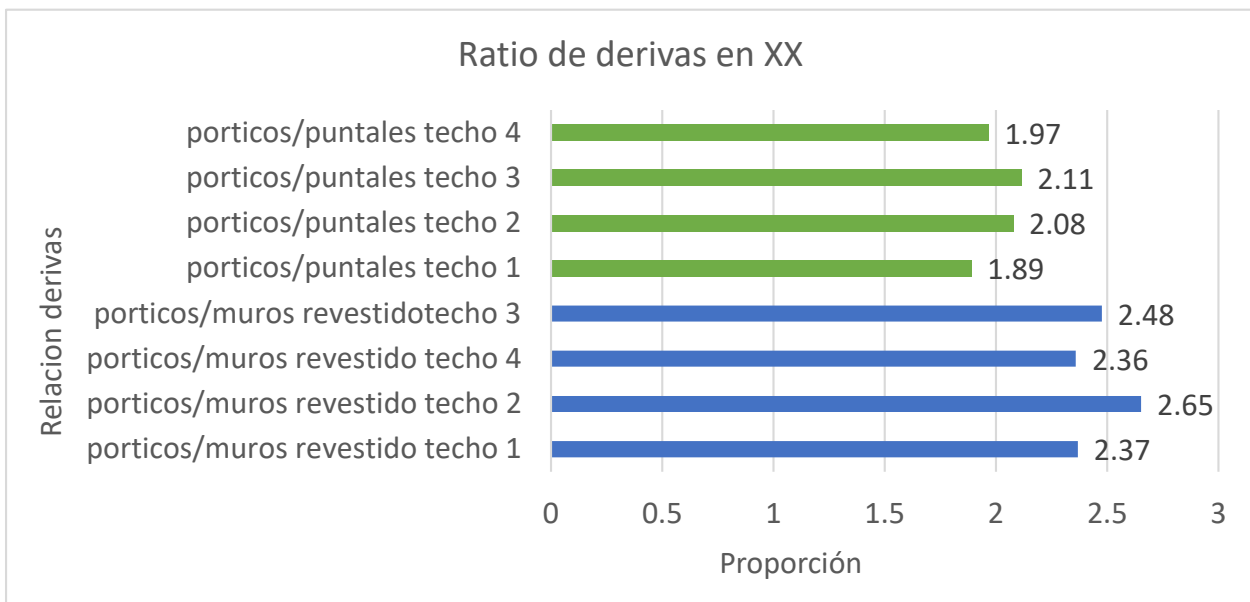
*Comparación de ratio de rigidez lateral en Y*



La comparación de la modificación de las derivas en dirección XX, en donde se presenta menor densidad de muros igual a 0.0142, indica que la deriva, de los 4 entrepisos analizados, del primer modelo de pórticos, tiene en promedio 2.01 veces más desplazamiento que el tercer modelo de pórticos y puntales de arriostre; la deriva, de los 4 entrepisos analizados, del primer modelo de pórticos, tiene en promedio 2.39 veces más desplazamiento que el segundo modelo de pórticos y tabiquería revestida de mortero de cemento.

**Figura 12**

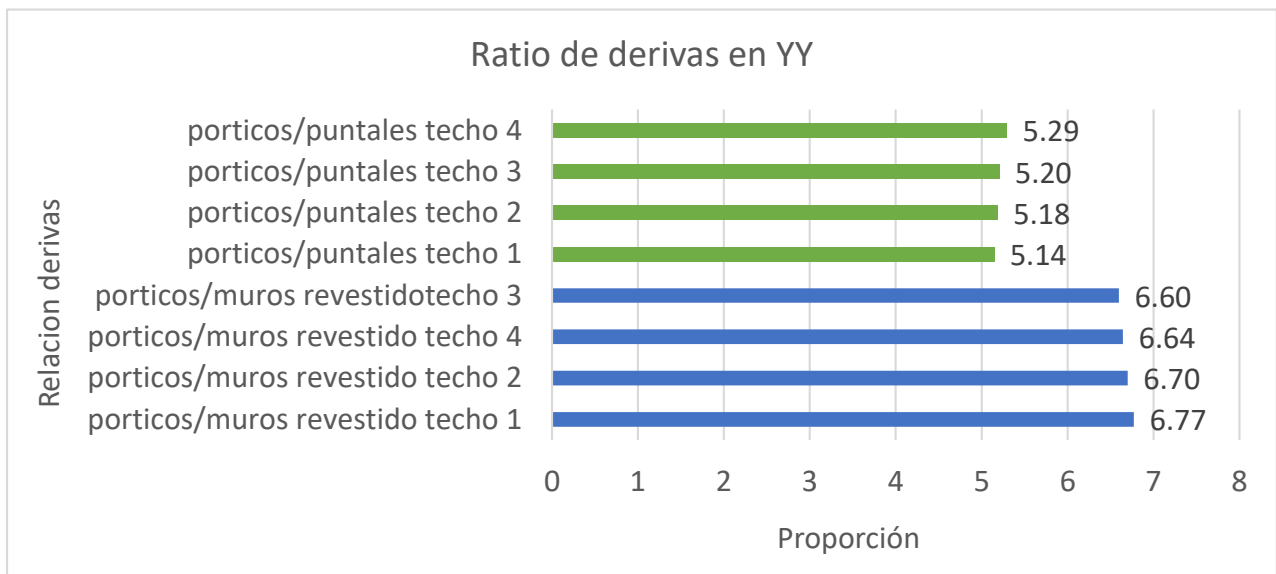
*Comparación de ratio de derivas en X*



Para terminar, las ratios concernientes al proceso de modelación y análisis comparativo de la modificación de las derivas en dirección YY, en donde se presenta mayor densidad de muros igual a 0.0432, los datos indican que la deriva, de los 4 entrepisos analizados, del primer modelo de pórticos de concreto armado tiene en promedio 5.20 veces más desplazamiento que el tercer modelo de pórticos y puntales de arriostre; la rigidez lateral, de los 4 entrepisos analizados, del primer modelo de pórticos, tiene en promedio 6.68 veces más desplazamiento que el segundo modelo de pórticos de concreto armado y tabiquería revestida de mortero de cemento.

**Figura 13**

*Comparación de ratio de derivas en Y*

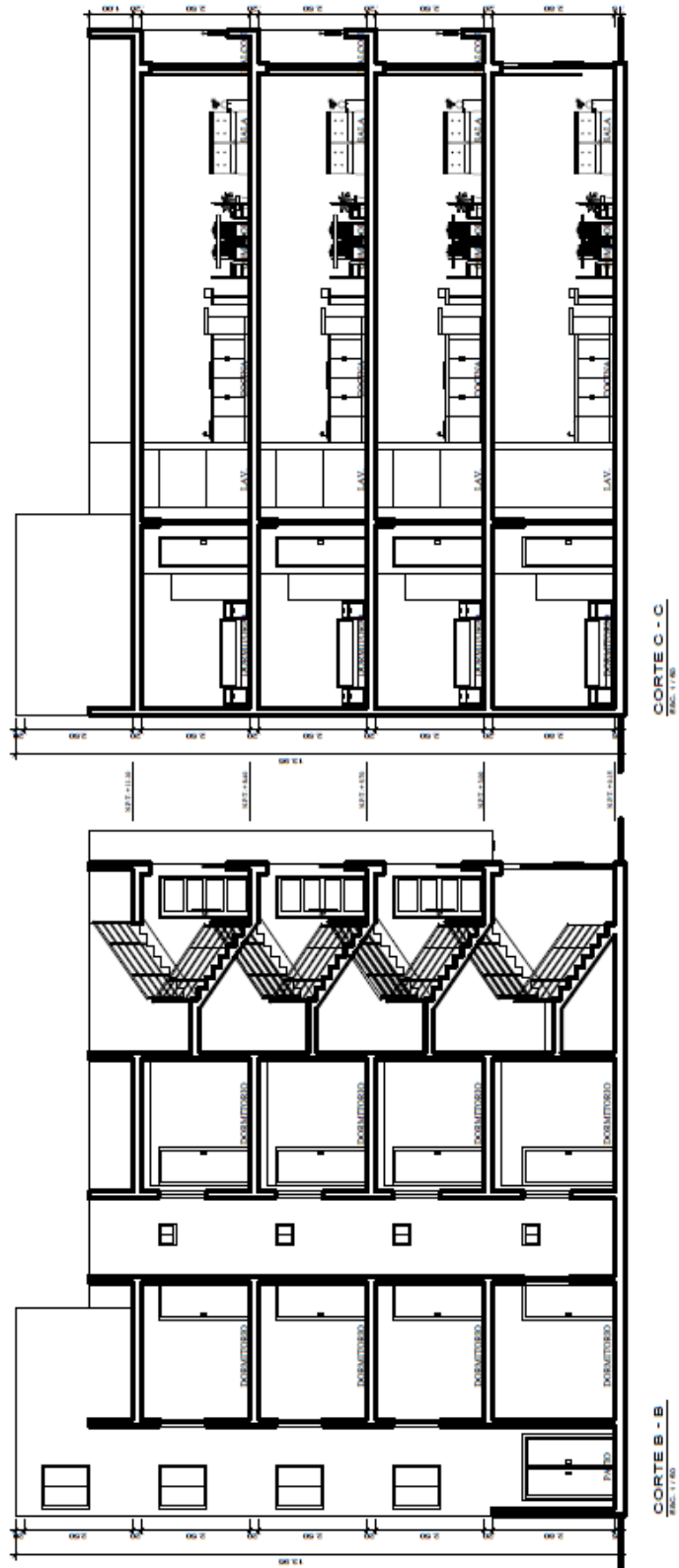


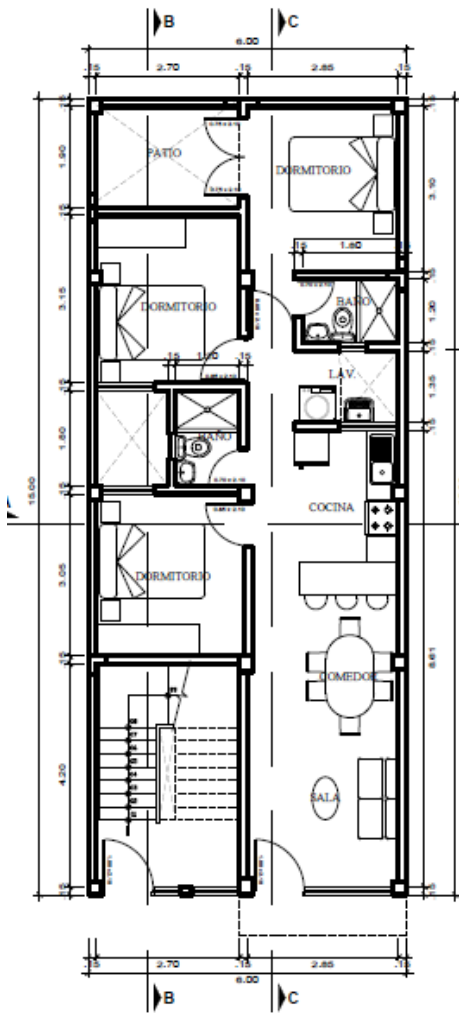
## 5 Referencias Bibliográficas

- Cari Checa, W., Coasaca Curaca, N. A. M., García Feliciano, G., & Villanueva Gonzales, F. C. (2018). Propuesta para disminuir el déficit de vivienda del segmento D: caso de análisis en el Distrito de Juliaca, Provincia de San Román y Departamento de Puno, adecuando el mecanismo de obras por impuestos.
- Angulo, W. (2017). Capeco: El 70% de viviendas en Lima son informales y vulnerables a un terremoto. RPP Noticias.
- Panca Calsin, E. L. (2019). Caracterización y evaluación de los muros de albañilería artesanal informal de las viviendas del distrito de San Miguel, provincia de San Román-Puno. Universidad Peruana Unión
- Cuaresma, E. D. P., González, J. L., & Urzáiz, J. L. (2017). Robustez estructural: la cualidad que echó de menos Ribera en 1905. *Hormigón y Acero*, 68(283), 171-183.
- Covarrubias Navarro, M. (2017). Comportamiento estructural analítico de muros de mampostería sometidos a altas temperaturas (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Quispe Quispe, E. D., & Beltran Flores, R. (2022). Análisis del comportamiento estructural en muros pandereta reforzados con malla de acero en la ciudad de Juliaca (Puno–Perú).
- San Bartolomé, A. (1999). Análisis de edificios. Lima, Perú: PUCP.
- Taboada, J., & Izcuse, A. (2009). Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras. Lima-Perú.
- Arias, F. (2016). El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración.
- Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación : Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.

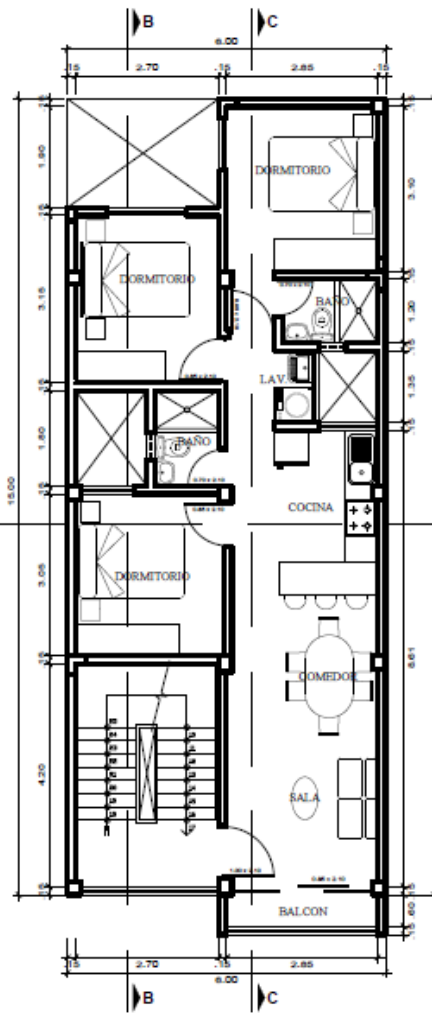
## 6 Anexos

### Anexo A: Plano de edificación

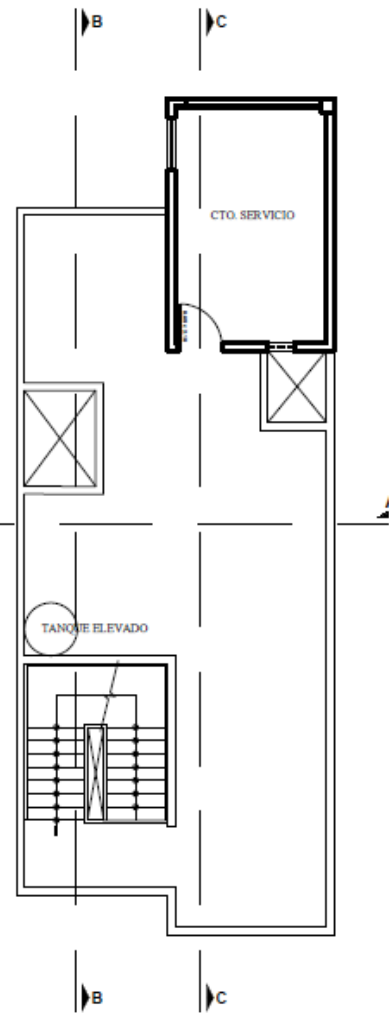




PLANTA 1º PISO  
EBC: 17/50



PLANTA: 2º, 3º y 4º PISO  
EBC: 17/50



PLANTA 5º PISO  
EBC: 17/50