

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



**Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral
del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac
aplicando análisis no lineal**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Jhon Omar Guillermo Huamani

Bach. Stephen Yordy Asto Huachaca

Asesor:

Mg. Roberto Roland Yoctun Rios

Lima, Julio del 2024

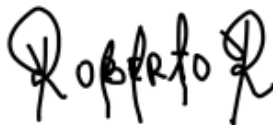
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Roberto Roland Yoctún Rios, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal”** del (los) autor (autores) Jhon Omar Guillermo Huamani y Stephen Yordy Asto Huachaca tiene un índice de similitud de 18% 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 Lima, a los 31 días del mes de julio del año 2024



Mg. Roberto Roland, Yoctún Rios

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **02** día(s) del mes de **agosto** del año 2024 siendo las **10:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Reymundo Jaulis Palomino**, el secretario **Mg. Leonel Chahuares Paucar** y los demás miembros: **Ing. David Díaz Garamendi** y el asesor **Mg. Roberto Roland Yoctun Rios** con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal",

.....de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **Guillermo Huamani, Jhon Omar**
B) **Asto Huachaca, Stephen Yordy**
C)

.....conducente a la obtención del título profesional de:.....**INGENIERO CIVIL**.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) 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 el(los)/la(las) 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): **Guillermo Huamani, Jhon Omar**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Candidato (b): **Asto Huachaca, Stephen Yordy**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Candidato (C):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) 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.

 Presidente
 Mg. Reymundo Jaulis
 Palomino

 Secretario
 Mg. Leonel
 Chahuares Paucar

 Asesor
 Mg. Roberto Roland
 Yoctun Rios

 Miembro
 Ing. David Díaz
 Garamendi

 Miembro

 Candidato/a (a)
 Jhon Omar Guillermo
 Huamani

 Candidato/a (b)
 Stephen Yordy Asto
 Huachaca

 Candidato/a (c)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, por su guía, por su bendición constante y sobre todo por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi querida madre Magdalena Huachaca Vargas, por ser el pilar fundamental y por demostrarme siempre su cariño y ánimo incondicional. Así mismo, a mis hermanos Claudia, Edward, Ricardo, Steven y sobrinos zaid y Shely gracias por estar siempre ahí para mí en los buenos y malos momentos. A mis queridos abuelos Exaltación y María, primos, tíos, tías y a toda la familia. A todos ustedes, mi eterna gratitud.

Stephen Y. Asto Huachaca

En primer lugar, dedico este trabajo a DIOS, por ser un soporte en los momentos más difíciles, por guiarme en sabiduría y responsabilidad.

A mi padre Julian Guillermo Ccoñislla y mi madre Isabel Huamani Escalante, que fueron los pilares fundamentales en mi vida universitaria en lo económico y emocional.

A mi hermano Uber Guillermo Huamani y mi hermana María Belleza Guillermo Huamani, por motivarme y ayudarme en los momentos difíciles.

Por último, a mi tía Julia Bolívar Huamani y mi tío Pablo Fernández, que me brindaron su apoyo incondicional en mi vida universitaria.

Jhon O. Guillermo Huamani

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Universidad Peruana Unión y a sus docentes, por toda la enseñanza brindada a lo largo de toda la vida universitaria.

A mis padres y hermanos por darme el apoyo incondicional en toda mi carrera universitaria.

A mis compañeros de la Universidad Peruana Unión, por su compañía, en los momentos difíciles y alegres durante toda mi vida universitaria.

Al asesor Mg. Roberto Yoctun Ríos, por su guía y aporte en todo el trayecto de la investigación.

Jhon O. Guillermo Huamani

En primer lugar, deseo expresar mi profunda gratitud a Dios, cuya guía y amor incondicional han sido fundamentales en este camino. A mi madre Magdalena, por su incansable apoyo, sabiduría y amor, que han sido mi inspiración. A mis hermanos Claudia, Edward, Ricardo y Steven, por su aliento y comprensión. A mis abuelos, sobrinos, tías, tíos, primos y demás familia, por su incondicional apoyo. A mis amistades, por su ánimo y comprensión. A nuestro tutor Mg. Roberto Yoctun Ríos, por su orientación y sabios consejos para realizar la presente investigación. También agradecer a la Universidad Peruana Unión y a todos los docentes que me brindaron los conocimientos que me permitieron convertirme hoy en un profesional. A los dictaminadores por sus observaciones y recomendaciones en la presente investigación, ¡gracias de todo corazón!

Stephen Y. Asto Huachaca

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	DESARROLLO	5
3.	METODOLOGÍA	6
3.1.	Datos recolectados del expediente técnico e in situ.....	6
3.2.	Modelamiento de la Infraestructura	9
3.2.1.	Asignación de materiales y elementos estructurales.....	9
3.2.2.	Metrado y asignación de cargas de gravedad	10
3.2.3.	Parámetros de coeficiente sísmico.....	10
3.3.	Análisis no lineal Pushover	12
4.	RESULTADOS.....	12
4.1.	Irregularidades de la Edificación	12
4.1.1.	Irregularidades en Altura.....	12
4.1.2.	Irregularidades en Planta.....	13
4.2.	Análisis Estructural	14
4.3.	Análisis con cuantía de acero según la estructura existente	17
4.4.	Análisis con diferentes cuantías de acero en columnas.	19
5.	CONCLUSIONES	26
6.	RECOMENDACIONES.....	27
7.	FINANCIAMIENTO	28
8.	AGRADECIMIENTOS.....	28
9.	CONFLICTOS DE INTERES DEL AUTOR.....	28
10.	COMPARATIVA CON LA TEORIA EXISTENTE.....	28
11.	REFERENCIAS	30

RELACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO Y DUCTILIDAD AL DESPLAZAMIENTO LATERAL DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD CHALLHUAHUACHO, COTABAMBAS, APURÍMAC APLICANDO ANÁLISIS NO LINEAL

RELATIONSHIP OF AMOUNTS OF STEEL AND DUCTILITY TO THE LATERAL DISPLACEMENT OF THE CHALLHUAHUACHO HEALTH FACILITY, COTABAMBAS, APURÍMAC APPLYING NON-LINEAR ANALYSIS

Guillermo Huamani, Jhon Omar¹; Asto Huachaca, Stephen Yordy ²; Roberto Roland, Yoctun Rios ³

RESUMEN

El siguiente artículo de investigación, presenta la determinación de la relación entre las cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud de Challhuahuacho, del distrito de Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac, Perú; mediante un análisis no lineal, cuya muestra es el bloque “A”. Los instrumentos metodológicos constan de una verificación de las condiciones actuales estructurales, recopilación de información en in situ y del expediente técnico, aplicando el método pushover y software computacional ETABS V.20.3.0. Los resultados revelaron que, al incrementar la cuantía en dirección X-X de 1.5%, se logra una ductilidad de 7.56 al incrementar la cuantía en todas las columnas. Asimismo, se verifica el incremento en la capacidad estructural de 301.70 toneladas con una cuantía de 2.5%. En cuanto a la dirección Y-Y, se determina una irregularidad estructural en planta, debido a la torsión. La mayor ductilidad se encuentra cuando la cuantía es 1.5% logrando determinar una ductilidad de 10.91 y que al incrementar la cuantía al 2.5%, se logra un incremento de la capacidad estructural de 62.97 toneladas. Se concluye que, la relación de cuantías tiene una influencia significativa en la ductilidad y el desplazamiento lateral de la edificación. Al aumentar la cuantía de acero, se reduce la ductilidad al desplazamiento y se incrementa la capacidad estructural. Al disminuir la cuantía de acero, se reduce la ductilidad y la capacidad estructural. Además, se determina que la cuantía efectiva ideal para una adecuada ductilidad se encuentra en un rango de 1% a 2.5%.

Palabras clave: *cuantías de acero, ductilidad, capacidad estructural.*

¹ Jhon Omar Guillermo Huamani. Bachiller Ingeniería Civil. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.
Correo: huamani.0810@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5839-2690>

² Stephen Yordy Asto Huachaca. Bachiller Ingeniería Civil. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.
Correo: ingyordy02@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4064-8211>

³ Roberto Roland Yoctun Rios. Asesor de Investigación. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.
Correo: robertoyoctun@upeu.edu.pe. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0927-7829>

ABSTRACT

The research article presents the determination of the relationship between steel quantities and ductility to lateral displacement of the Challhuahuacho health facility, Challhuahuacho district, Cotabambas, Apurimac, Peru; applying a non-linear analysis, whose sample is block "A", the methodological tools consist of a verification of the current structural conditions, collection of information from the technical file, applying the pushover method and ETABS V.20.3.0 computer software. The results showed that by increasing the amount in X-X direction of 1.5%, a ductility of 7.56 is achieved by increasing the amount in all columns, in addition, the increase in structural capacity of 301.70 tons is verified with an amount of 2. As for the Y-Y direction, a structural irregularity in plan is determined, due to torsion, the highest ductility is found when the amount is 1.5%, achieving a ductility of 10.91 and that by increasing the amount to 2.5%, an increase in the structural capacity of 62.97 tons is achieved. It is concluded that the ratio of amounts has a significant influence on the ductility and lateral displacement of the building, increasing the amount of steel reduces the ductility to displacement and increases the structural capacity and decreasing the amount of steel reduces the ductility and structural capacity, it is also determined that the ideal effective amount for adequate ductility is in a range of 1% to 2.5%.

Keywords: *amounts of steel, ductility, structural capacity.*

1. INTRODUCCIÓN

La filosofía de diseño, fundamentada en el desempeño o capacidad estructural, se centra en el análisis estructural y la verificación del comportamiento sísmico de las estructuras, lo que permite analizar de manera controlada el mecanismo de falla de las estructuras [1] y [2]. Este mecanismo de falla se fundamenta en la deformación plástica de los elementos, evitando fallas frágiles y diseñando para que tengan una adecuada ductilidad y, por consiguiente, lograr una mayor capacidad de deformación. Estos puntos se denominan rótulas plásticas [3]. En una edificación de categoría esencial, se requiere una ductilidad para garantizar la mayor capacidad estructural ante los eventos sísmicos. Esta verificación se lleva a cabo mediante un análisis no lineal. Uno de los métodos más utilizados es el "Pushover", el cual a través de una serie de pasos mostrara la formación de las rótulas plásticas y, por ende, la capacidad estructural en términos de cortante basal y desplazamientos en un punto de control, por lo general este punto es el más alto de la edificación, como resultado la relación entre las cortantes últimas y cedentes, mostrarán la ductilidad [4] y [5].

El objetivo principal de la investigación es determinar la variación de la capacidad estructural en función de las cuantías de los elementos estructurales que componen la edificación, logrando verificar la relación de las cuantías y su influencia en el comportamiento sismo resistente a través de un análisis no lineal de la edificación [6]. En consecuencia, se estableció la relación de cuantías

de acero y la ductilidad en el bloque “A” de 2 niveles en el Puesto de Salud de Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac, considerando las normativas técnicas peruanas y ASCE 41-17. Además, determinar esta relación proporcionará una indicación de cuánto acero se requiere para lograr una ductilidad óptima, reduciendo costos de construcción sin comprometer la seguridad.

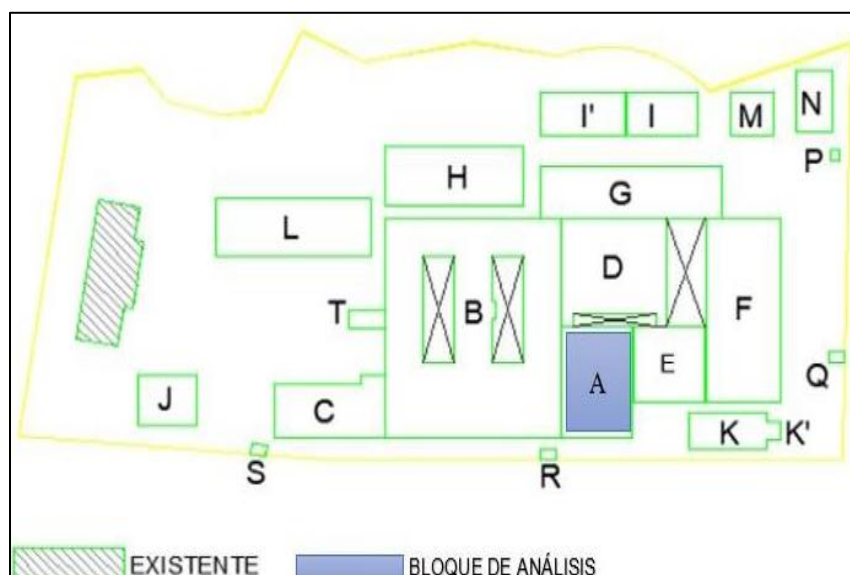


Figura 01. Plano clave. Fuente: Expediente técnico.

2. DESARROLLO

Con respecto al valor del coeficiente R para un sistema de estructura aporticada de concreto armado mediante un análisis no lineal, utilizando los diagramas de momento curvatura, se establece una dependencia entre el periodo fundamental de una estructura y el grado de disipación de energía de la misma. Además, a pesar de que la disipación de la energía de una estructura está en función de la ductilidad, no puede considerarse igual a ella [7].

Las cuantías de acero de refuerzo tienen una influencia directa en la resistencia de una sección de concreto [6].

En un edificio con irregularidad en planta y porticado, se comprueba que los resultados que se obtuvieron a través del método NSP (análisis estático no lineal pushover) no reflejan de manera precisa la respuesta en desplazamientos de estructuras irregulares en edificaciones cuya masa modal en el primer modo de vibración sea menor al 75%. Además, concluyen que, si bien el MPA es aplicable a estructuras cuyos modos de vibración superiores influyen considerablemente en la respuesta de desplazamientos, no es aplicable cuando la estructura es torsionalmente flexible, característica de estructuras irregulares. [8]

Se puede mejorar la predicción del comportamiento de un edificio mediante un análisis inelástico, al considerar un alto grado de sismo y su comportamiento de las mismas, al incrementar el grado de cuantías se llega a una falla frágil, lo que reduce de esta forma la ductilidad de la edificación [9] y [10].

El análisis estático no lineal pushover tiene como base dos conceptos primordiales: la capacidad y la demanda. La primera puede interpretarse como una característica propia de la edificación que depende de factores como la geometría de los elementos, la cantidad de refuerzo, las propiedades de los materiales como rigidez y ductilidad, entre otros. La demanda depende de un sismo en particular, representado mediante un acelerograma o un espectro de diseño, y hace referencia a las fuerzas y deformaciones impuestas por este. En consecuencia, la demanda, a diferencia de la capacidad, no es en realidad un valor constante, pues depende del conjunto de fuerzas externas o aceleraciones a las que se somete la edificación [11].

La ductilidad es la capacidad de un componente, elemento o sistema estructural de sufrir grandes deformaciones o varios ciclos de deformación más allá de su límite elástico o límite inelástico, y mantener su resistencia sin una degradación significativa o una falla abrupta [12]. Depende del sistema estructural, irregularidades y del material. El comportamiento dúctil de una sección de concreto armado se logra principalmente gracias a la ductilidad del acero de refuerzo, lo que posibilita alcanzar grandes deformaciones después de superar el límite de elasticidad. Se puede estimar la ductilidad disponible y la ductilidad demandada para un nivel de sismo específico [13].

3. METODOLOGÍA

3.1. Datos recolectados del expediente técnico e in situ.

▪ Materiales:

- **Concreto:** para vigas, columnas, placas, losas aligeradas y macizas, la resistencia a la compresión es $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.
- **Albañilería Estructural:** la unidad de albañilería es de tipo IV King Kong industrial, su resistencia a la compresión es $f'_b=65 \text{ kg/cm}^2$.
- **Acero:** barras de acero corrugado de 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 1" con una fluencia de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.
- **Acero:** Tubo rectangular para tijerales de 100x200x6.35mm, 100x150x6.35mm, 50x75x4.35mm y 50x100x4.35mm.

- **Cobertura de Aluzinc:** con un espesor de 2mm.
- **Dimensiones:** el bloque “A” cuenta con un área construido de $369.72 m^2$ con un ancho de 15.8m, largo de 23.40m y una altura de 13.57 m.
- **Datos Geotécnicos:** Según el estudio de suelos del expediente técnico, el suelo cuenta con una capacidad portante admisible de $q_a = 2.262 kg/cm^2$ suelo intermedio grava arenosa.
- **Planos:** arquitectónicos y estructurales.

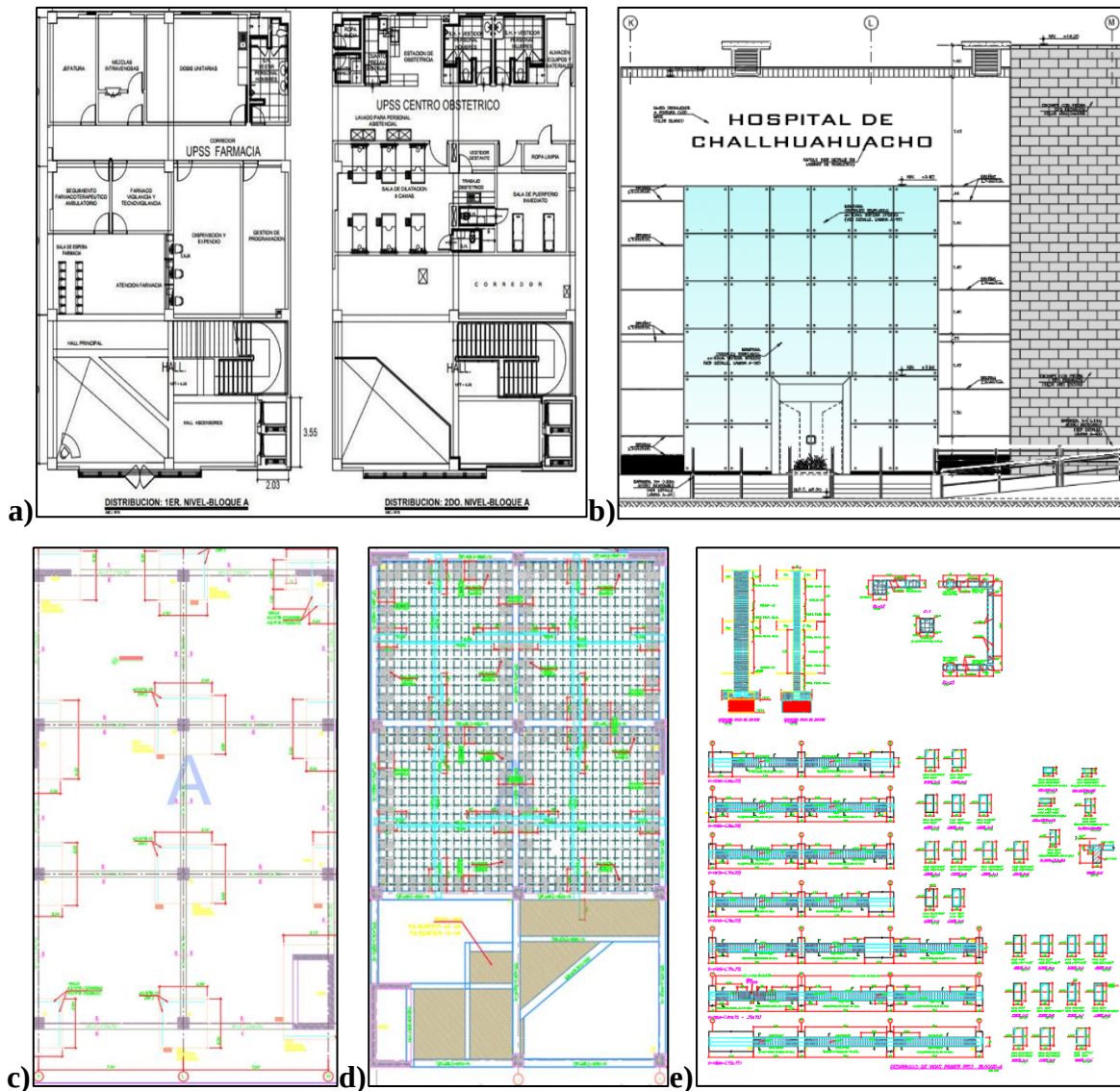


Figura 02. a) Plano de arquitectura, b) Plano de elevación frontal, c) Plano estructural de cimentación, d) Plano estructural de techo, e) Plano de columnas, placas y vigas. Fuente: Expediente técnico.

▪ Datos recolectados en in situ



Figura 03. a) Inspección del correcto colocado del acero en zapatas y columnas, b) Inspección del vaciado del concreto pre mezclado en vigas y losas, c) Colocación de probetas en las cámaras de curado, d) Inspección de trabajo en campo, e) Vista frontal del bloque de análisis, f) Medición de las dimensiones del bloque de análisis. Fuente: Los autores.

3.2. Modelamiento de la Infraestructura

Se realizó el modelado de la edificación existente para realizar el análisis estructural con el software ETABS V.20.3.0, del bloque “A” a analizar dentro del complejo hospitalario, según la distribución arquitectónica, así como de las dimensiones de los elementos estructurales recopilados en in situ y corroborados por los planos de arquitectura y estructurales del expediente técnico.

3.2.1. Asignación de materiales y elementos estructurales

Se procede a asignar propiedades a los materiales y asignar medidas de columnas, vigas, losas y placas al software ETABS V.20.3.0.

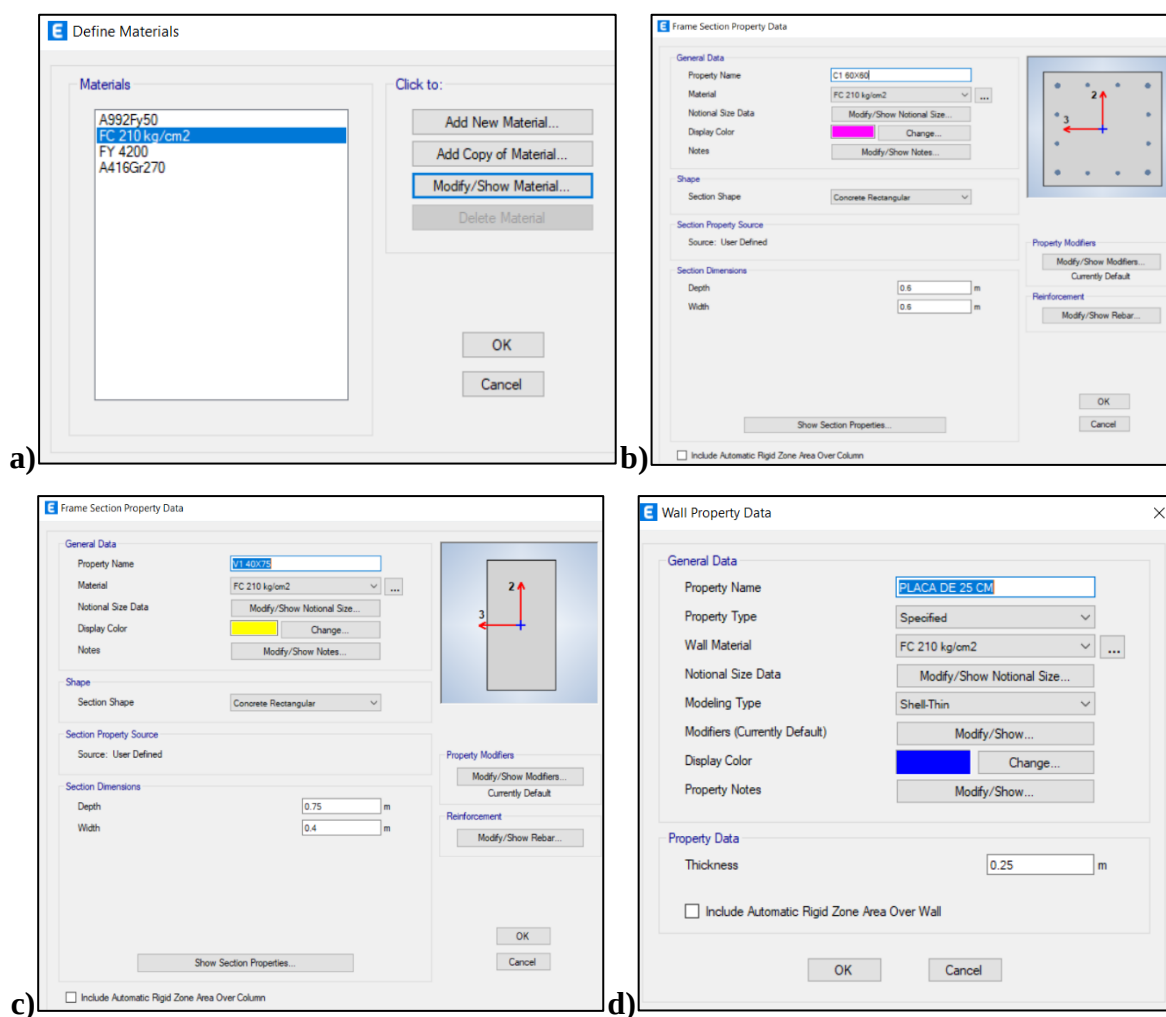


Figura 04. a) Asignación de propiedades de los materiales, b) Asignación de columnas, c) Asignación de vigas, d) Asignación de placas. Fuente: Los autores.

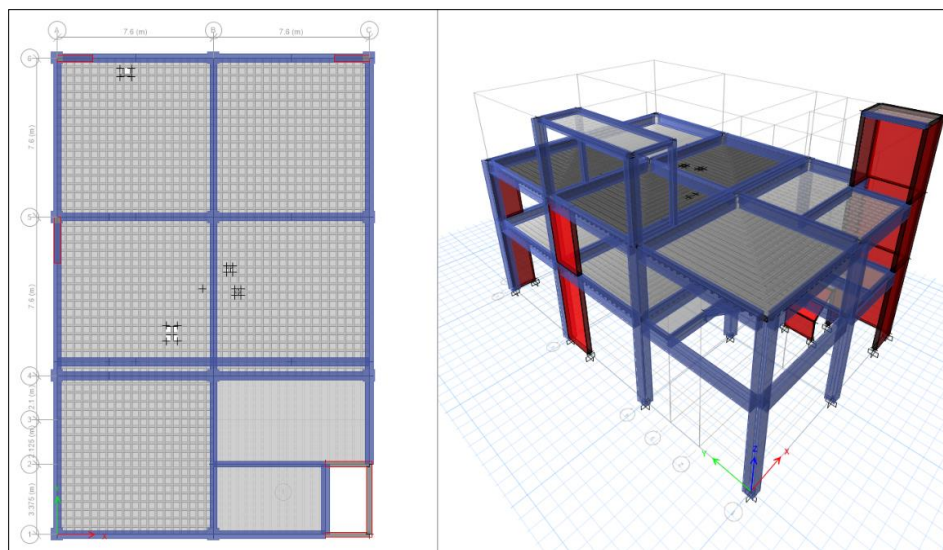


Figura 5. Modelamiento de la edificación a analizar. Fuente: Los autores.

3.2.2. Metrado y asignación de cargas de gravedad

La carga adoptada será según la norma E.020 de cargas, esta norma se complementa con la NTP E.030 diseño sismorresistente. Se diferenciaron tres tipos de cargas a aplicar en el modelo:

- **cargas puntuales:** peso de coberturas de techo, tijerales de acero y cobertura de Aluzinc, la disposición de cargas fue directamente a las columnas.
- **Cargas lineales:** peso de cada tabiquería en función a la altura y del espesor del muro.
- **Cargas distribuidas:** Para la asignación de cargas en la losa de entrepiso se utilizaron las siguientes sobrecargas de acuerdo al uso que se le da a los ambientes:

Tabla 1. Cargar vivas según la norma E 020, Fuente: [14].

CARGA VIVA (CV)	CARGA
sala de operaciones, laboratorios y áreas de servicio	300 kg/m ²
cuartos	200 kg/m ²
corredores y escaleras	400 kg/m ²
tabiquería de media altura	50 kg/m ²
tabiquería de gran altura	100 kg/m ²
carga vida techo	100 kg/m ²

3.2.3. Parámetros de coeficiente sísmico

- **zonificación (Z):** el proyecto se ubica en el distrito de Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac, que según el Anexo II de la norma E.030 se encuentra en una **ZONA 2**.

- **Categoría de las edificaciones y Factor de uso (U):** Es para uso de establecimiento de salud, es decir que lo clasificamos como categoría A1, entonces el factor de uso será 1.5.
- **Factor de suelo (S):** Según el estudio de mecánica de suelos del expediente técnico, clasifica al suelo como un S2 el cual relacionando con las tablas N°3 y N°4 de la normativa E.030 se obtiene el factor de suelo $S=1.20$, así como los periodos $T_p=0,6$ y $T_l=2,0$.
- **Factor de Amplificación sísmica (C):** Para la obtención del coeficiente “C” se calcula el periodo fundamental de vibración el cual se define de acuerdo a lo dispuesto en la normativa E.030 en el artículo 28.4.

$$T = \frac{hn}{Ct} = \frac{14.75}{60} = 0.2458 \text{ seg.}$$

Como se plantea inicialmente una edificación de sistema dual se considera un valor de $C_t = 60$. Ahora con este valor se procede a determinar el factor $C=2.5$.

- **Sistema estructural y Coeficiente básica de reducción(R):** En cuanto al coeficiente básico de reducción (R_o) se determina a través de lo determinado en el artículo 18 de la normativa E.030 según la tabla N°07, asumiendo que sea un sistema de Muros estructurales el $R_{ox} = 6$ y $R_{oy} = 6$.

Obtenido los valores previamente calculados, se procede a calcular el coeficiente de la cortante estática en la base, el cual es representada por la ecuación normada en el artículo 28.2.1 de la NTP E.030.

Tabla 2. Definición de sismo estático. Fuente: Los autores.

CLASIFICACION	VALORES
Factor de zona (Z)	0.25
Factor de uso (U)	1.5
Factor de suelo (S)	1.2
Coeficiente básico de reducción (R_o)	6
Periodo fundamental de vibración (T_{xy})	0.2458 seg.
Factor de amplificación sísmica (C)	2.5
Coeficiente de la cortante basal (V)	0.1875

De otra parte, también se ha definido el espectro de respuesta de la edificación Este se encuentra definido en el artículo 29.2.1. de la NTP E.030.

3.3. Análisis no lineal Pushover

Para el cálculo de los diferentes factores, con los que se realizará el análisis estático no lineal, se apoyará en normativas internacionales, siempre teniendo en cuenta las especificaciones de la NTP para reforzar los conocimientos. La normativa ASCE/SEI 41-17 recomienda que, para estructuras existentes, se apliquen unos factores de modificación de rigideces en las secciones, que consideren el efecto de agrietamiento de los elementos de concreto armado. Estos factores son asignados de acuerdo a la siguiente tabla.

Component	Flexural Rigidity	Shear Rigidity	Axial Rigidity
Beams—nonprestressed ^d	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	—
Beams—prestressed ^d	E_cI_g	$0.4E_cA_w$	—
Columns with compression caused by design gravity loads $\geq 0.5A_gf'_c$	$0.7E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g
Columns with compression caused by design gravity loads $\leq 0.1A_gf'_c$ or with tension	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_g (tension)
Beam-column joints	Refer to Section 10.4.2.2.1		E_cA_g
Flat slabs—nonprestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Flat slabs—prestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_g$	—
Walls-cracked ^b	$0.5E_cA_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_g (tension)

^dFor T-beams, I_g can be taken as twice the value of I_g of the web alone. Otherwise, I_g should be based on the effective width as defined in Section 10.3.1.3.
For columns with axial compression falling between the limits provided, flexural rigidity should be determined by linear interpolation. If interpolation is not performed, the more conservative effective stiffnesses should be used.
^bSee Section 10.7.2.2.

Figura 6. Valores de rigideces efectivas de los elementos estructurales. Fuente: [15].

Cabe destacar que dicho procedimiento solo se lleva a cabo en estructuras ya diseñadas y construidas, en el proceso de diseño estos factores se dejaron con un valor de 1. Antes de la asignación del Pushover, es necesario determinar la cuantía de acero en todos los elementos estructurales con el acero colocado en in situ de acuerdo con los planos estructurales. Por consiguiente, se determina el área de acero de las vigas, columnas y muros de corte.

4. RESULTADOS

4.1. Irregularidades de la Edificación

4.1.1. Irregularidades en Altura

Se analizan según la tabla N°08 “Irregularidades Estructurales en Altura” del artículo N°20 de la NTP 030-2018 Diseño sismorresistente:

- Realizando el análisis de irregularidades en altura, se concluye que, no se encontró irregularidades en las direcciones X y Y, por lo tanto, el $I_p=1$.

4.1.2. Irregularidades en Planta

Al llevar a cabo el análisis de irregularidades en planta, se constató que no hay ninguna irregularidad en la dirección X-X. No obstante, en la dirección Y-Y, se detectó una irregularidad, debido a la distribución en planta de la edificación, porque se concentra un elevado porcentaje de rigidez en la caja del ascensor, donde se encuentran placas y muros estructurales. Al identificar los máximos desplazamientos de los entrepisos para cada dirección de análisis, se determinan también los desplazamientos promedio de los extremos, encontrando la siguiente relación.

Tabla 3. Cálculo de irregularidad torsional. Fuente: Los autores.

Determinación del Factor de reducción por irregularidad torsional en dirección X-X				
Nivel	Dirección de análisis	Desplazamiento elástico máximo de entepiso cm	Desplazamiento elástico promedio de los extremos cm	Desplazamiento en entrepisos > (1.3*Desplazamiento promedio de extremos)
N2 NFP 0+10.05	X	1.56	1.54	1.017
N1 NFP 0+5.65		1.43	1.37	1.038
<1.3				
Determinación del Factor de reducción por irregularidad torsional en dirección Y-Y				
Nivel	Dirección de análisis	Desplazamiento elástico máximo de entepiso cm	Desplazamiento elástico promedio de los extremos cm	Desplazamiento entepiso > (1.3*Desplazamiento promedio de extremos)
N2 NFP 0+10.05	Y	1.03	0.76	1.360
N1 NFP 0+5.65		1.01	0.78	1.289
<1.3				

A continuación, se presenta el resumen de irregularidades en ambas direcciones en la siguiente tabla.

Tabla 4. Resumen de irregularidades en planta. Fuente: Los autores.

Dirección	Irregularidades	Condición	Ip	Ip
X	Irregularidad Torsional	Regular	1	1
	Irregularidad Torsional extrema	Regular	1	
	Irregularidad esquinas entrantes	Regular	1	
	Irregularidad Discontinuidad del diafragma	Regular	1	
	Irregularidad sistemas no paralelos	Regular	1	
	Irregularidad Torsional	Regular	0.75	1
	Irregularidad Torsional extrema	Regular	1	

Y	Irregularidad esquinas entrantes	Regular	1	0.75
	Irregularidad Discontinuidad del diafragma	Regular	1	
	Irregularidad sistemas no paralelos	Regular	1	

Una vez obtenido las irregularidades estructurales del bloque “A” de la edificación, se verifica que la edificación presenta irregularidad torsional en la dirección Y-Y, de acuerdo al artículo 21 de la normativa E.030, se debe de comprobar la restricción de irregularidades que presenta una edificación:

Tabla 5. *Categoría de la edificación e irregularidad. Fuente: [16].*

TABLA N°10 CATEGORIA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4,3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4,3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total
	1	Sin restricciones

Entonces no se cumple según la norma, debido a que, la edificación presenta irregularidad torsional en la dirección Y-Y, por lo tanto, no se cumple que para una edificación de categoría A2 para la zona 2 no se permite irregularidad.

Por otro lado, la normativa también indica que la categoría A2 son edificaciones esenciales que puedan servir de refugio luego de un desastre, por ello se recomienda realizar un análisis sobre la estructura existente, esto a fin de garantizar su estabilidad.

4.2. Análisis Estructural

Con los coeficientes de reducción sísmica R_o obtenidos con la irregularidad presente en la estructura, se generará un nuevo espectro de respuesta, para posteriormente analizar la estructura y así obtener los periodos en los modos de vibración.

Tabla 6. Modos de vibración de edificación. Fuente: Los autores.

case	Mode	Period seg	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0.37	0.0115	0.1993	0.0115	0.1993	0.0899	0.0899
Modal	2	0.342	0.8281	0.0004	0.8396	0.1997	0.0007	0.0906
Modal	3	0.285	0.0028	0.4288	0.8424	0.6285	0.1833	0.2738
Modal	4	0.215	0.001	0.2678	0.8435	0.8963	0.589	0.8628
Modal	5	0.207	0.0329	0.0034	0.8764	0.8997	0.0044	0.8672
Modal	6	0.164	0.0002	0.0006	0.8765	0.9003	0.0074	0.8746
Modal	7	0.085	0.0002	0.0964	0.8767	0.9967	2.315E-06	0.8746
Modal	8	0.081	0.122	0.0004	0.9986	0.9972	0.0035	0.8781
Modal	9	0.064	3.209E-05	0.0002	0.9987	0.9974	0.0564	0.9345

De la información obtenida del cuadro anterior, se puede apreciar el periodo de vibración es en dirección X con un $T = 0.342$ seg, y en dirección de análisis Y con $T = 0.285$ seg, por último, se aprecia que para el noveno modo de vibración se verifica también que cumple con la masa participativa mayor al 90%.

Para la generación del sismo estático, es necesario calcular el factor de amplificación sísmica, se calcula usando las ecuaciones del artículo 14 de la NTP. E 0.30, además se tiene que tener en consideración que: El valor de $C/R > 0.110$ de acuerdo al artículo 28.2.2 de la NTP E. 030.

$$V = \% \cdot \text{Peso} \qquad V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot \text{Peso}$$

Tabla 7. Determinación del coeficiente de análisis estático. Fuente: Los autores.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DEL ANÁLISIS ESTÁTICO POR FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES					
USAR:			Modo.- Tx =	0.342 seg	$\leftrightarrow C = 4.412 > 2.5$
			Modo.- Ty =	0.285 seg	$\leftrightarrow C = 5.357 > 2.5$
			;		
	Cx =	2.50	Cy =	2.50	(de ser mayor tomar el valor límite)
EVALUANDO VALOR: $C/R \geq 0.11$					
C/R=		0.417	>	0.110	$\leftrightarrow 0.417$
		0.556	>	0.110	$\leftrightarrow 0.556$

Una vez que se obtenido el coeficiente de amplificación sísmica cuyos valores para la dirección en X es de 0.1875 y para la dirección en Y es de 0.25 debido a la irregularidad, es necesario el

porcentaje de cortante basal. Por la irregularidad en planta en dirección X-X se amplifica la fuerza estática, es necesario calibrarlo. De otro lado, para el cálculo de las derivas de entrepiso, nos basamos en lo estipulado en la NTP E.030 en el artículo 31.

Tabla 8. Cálculo de derivas de entrepiso. Fuente: Los autores.

COMPROBACION DE DERIVAS					Rox =	6
					Roy =	6
NIVEL	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Ro x Ip x Ia	6		Ro x Ip x Ia	4.5	
	Distorsión inelástica	Distorsión elástica	Verificación	Distorsión inelástica	Distorsión elástica	Verificación
TECHO	0.001507	0.0068	BIEN	0.006177	0.02363	MAL
N2 NFP 0+10.05	0.000791	0.0036	BIEN	0.0007	0.00268	BIEN
N1 NFP 0+5.65	0.000533	0.0024	BIEN	0.000508	0.00194	BIEN

Para realizar el cálculo del análisis no lineal es necesario disponer de las fuerzas o solicitaciones máximas de los elementos estructurales, por lo tanto, es preciso verificar la fuerza cortante mínima de acuerdo con lo establecido en la NTP E. 030 en el artículo 29.4, en donde se comparan las cortantes basales por el caso dinámico y el estático. Una vez obtenido el cortante estático y dinámico, se comparan que el cortante dinámico tenga por lo menos el 80% si es regular y 90% si es irregular del cortante estático, como se muestra a continuación:

Tabla 9. Comparativa de sismo estático y dinámico. Fuente: Los autores.

COMPARACION ENTRE LAS CORTANTES ESTÁTICA Y DINÁMICA								
Nivel		Caso de Carga	Cortante Dinámica	Cortante Estática	Comparación CD/CE	0.9*CE (Irregular)	Factor E/D	
			(CD)	(CE)				
			Cortante X tonf	Cortante Y tonf	Cortante X tonf	Cortante Y tonf		
N1	NFP	Sismo X	134.07		158.26		0.85	126.61
0+5.65								0.94
N1	NFP	Sismo Y		126.32		211.01	0.60	189.91
0+5.65								1.50
Entonces en X:		No escalar = 9.8067						
Entonces en Y:		Se debe escalar multiplicando al Sismo en Y por el factor obtenido						

4.3. Análisis con cuantía de acero según la estructura existente

Previo a la asignación del Pushover, resulta imperativo establecer la cuantía de acero en todos los elementos estructurales, a través de la inspección in situ con los planos estructurales, por ende, se determina el área de acero de las vigas, columnas y muros de corte.

Se calculará al área de acero de vigas y columnas, en las columnas se logró determinar una cuantía de 1.19% de acuerdo al siguiente cálculo:

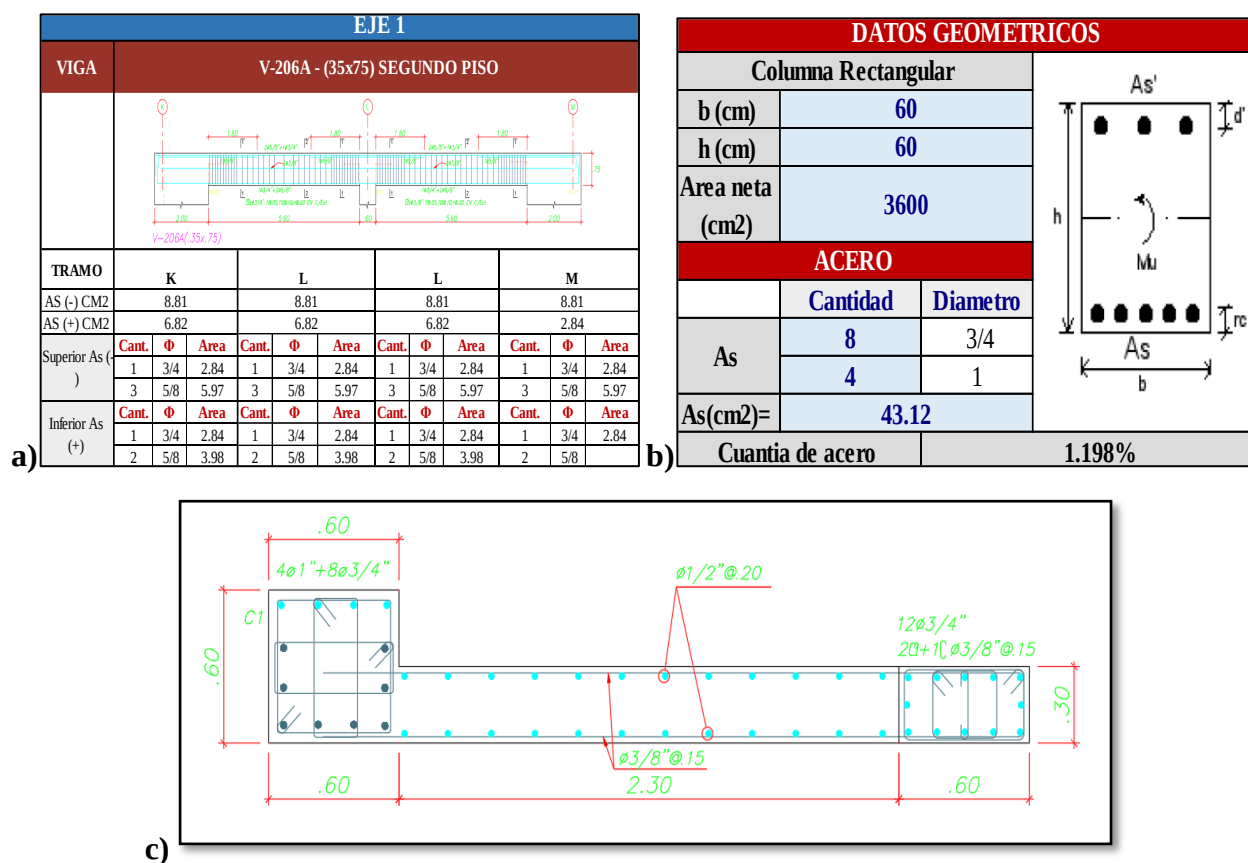


Figura 07. a) Cálculo de cuantía de acero en Vigas, b) Cuantía de acero actual en las columnas, c) Elementos tipo placa en edificación. Fuente: Los autores.

Definido la distribución de acero de todos los elementos estructurales, se procede a definir las fuerzas laterales para aplicar el análisis no lineal en la edificación. Se determinaron el patrón de cargas laterales; para el análisis no lineal en función a los desplazamientos del modo fundamental de vibración:

Tabla 10. Definición de factor de fuerzas laterales en dirección X-X. Fuente. Los autores.

PATRON DE CARGAS LATERALES EN DIRECCION X-X			
Piso	Desplazamiento (cm) del modo fundamental de vibración	α_i	F lateral PUSH X
N2 NFP 0+10.05	0.002400	0.000500	0.26
N1 NFP 0+5.65	0.001900	0.001900	1.00
$\alpha=$		526.31579	

Figura 11. Definición de factor de fuerzas laterales en dirección Y-Y. Fuente. Los autores.

PATRON DE CARGAS LATERALES EN DIRECCION Y-Y			
Piso	Desplazamiento (cm) del modo fundamental de vibración	α_i	F lateral PUSH Y
N2 NFP 0+10.05	0.002300	0.000100	0.05
N1 NFP 0+5.65	0.002200	0.002200	1.00
$\alpha=$		454.54545	

A partir de las fuerzas de cargas laterales definidas, se procede a determinar la capacidad estructural de la estructura con la distribución de acero actual, logrando determinar la formación de las rótulas plásticas de la capacidad estructural para ambas direcciones de análisis:

Con la distribución del acero actual con una cuantía de 1.19%, se logró determinar la formación de las rótulas plásticas de la capacidad estructural para ambas direcciones de análisis, para la dirección X-X se ve en las siguientes figuras:

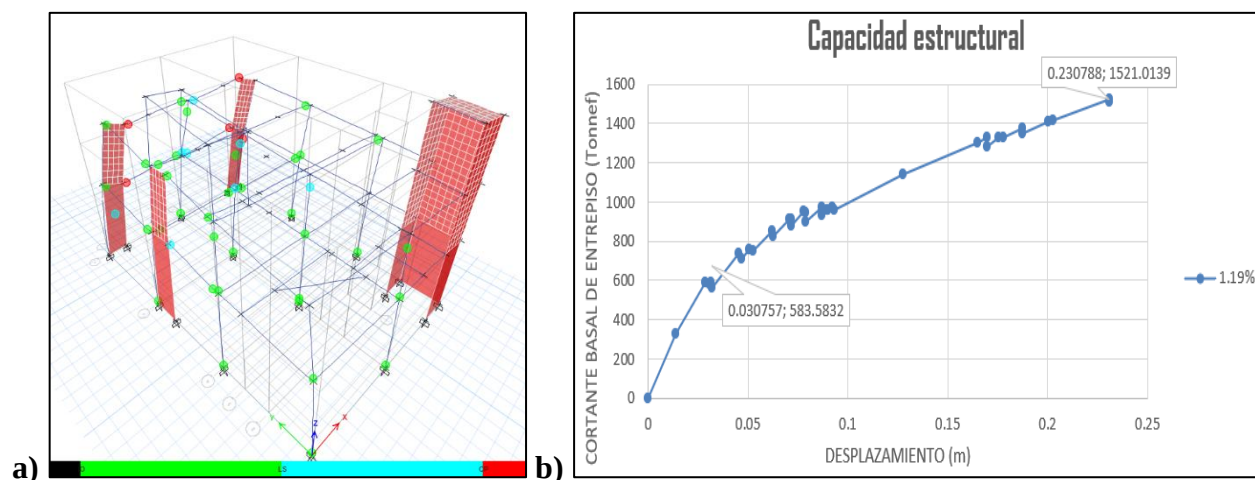


Figura 8. a) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 1.19 % en dirección X-X, b) Capacidad estructural con cuantía de 1.19% en dirección de análisis X-X. Fuente: los autores.

Tabla 12. Cálculo de ductilidad con 1.19% de cuantía en dirección X-X. Fuente: Los autores.

Cuantía de acero (%)	δy	δu	μ
1.19	0.0308	0.2308	7.50

Para una cuantía de 1.19% se determina una ductilidad de 7.50 en dirección de análisis X-X y una capacidad estructural de 1513.11 toneladas.

Para la dirección de análisis Y-Y se tiene la siguiente formación de rótulas plásticas:

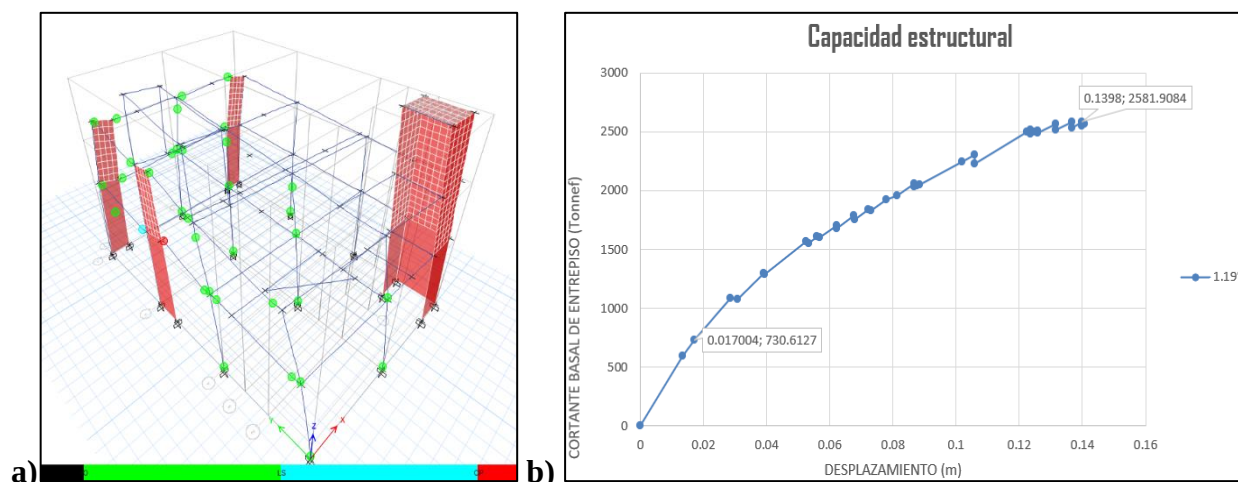


Figura 9. a) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 1.19 % en dirección Y-Y, b) Capacidad estructural con cuantía de 1.19% en dirección de análisis Y-Y. Fuente: los autores.

Tabla 13. Cálculo de Ductilidad con 1.19% de cuantía en dirección Y-Y. Fuente: Los autores.

Cuantía de acero (%)	δy	δu	μ
1.19	0.0170	0.1406	8.27

Para una cuantía de 1.19% se determina una ductilidad de 8.27 en dirección de análisis Y-Y y una capacidad estructural de 2562.69 toneladas.

4.4. Análisis con diferentes cuantías de acero en columnas.

Luego, como parte de la investigación del presente artículo, se procede a realizar análisis con variación de cuantía en las columnas, las siguientes cuantías de acero para analizar son:

- Cuantías de acero de 0.75%, 0.85%, 0.95%, 1%, 1.19%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 2.83%, 3.4%, 3.97%, 5.10%, 5.67% y 6.23%.

Análisis en dirección X-X:

Realizando una variación en la relación de las ductilidades en las columnas se procede a determinar la capacidad estructural de cada porcentaje de cuantías (0.75%, 0.85%, 0.95%, 1%, 1.19%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 2.83%, 3.4%, 3.97%, 5.10%, 5.67% y 6.23%)., verificando de esta manera la variación en la capacidad estructural y la ductilidad al desplazamiento lateral en la dirección X-X.

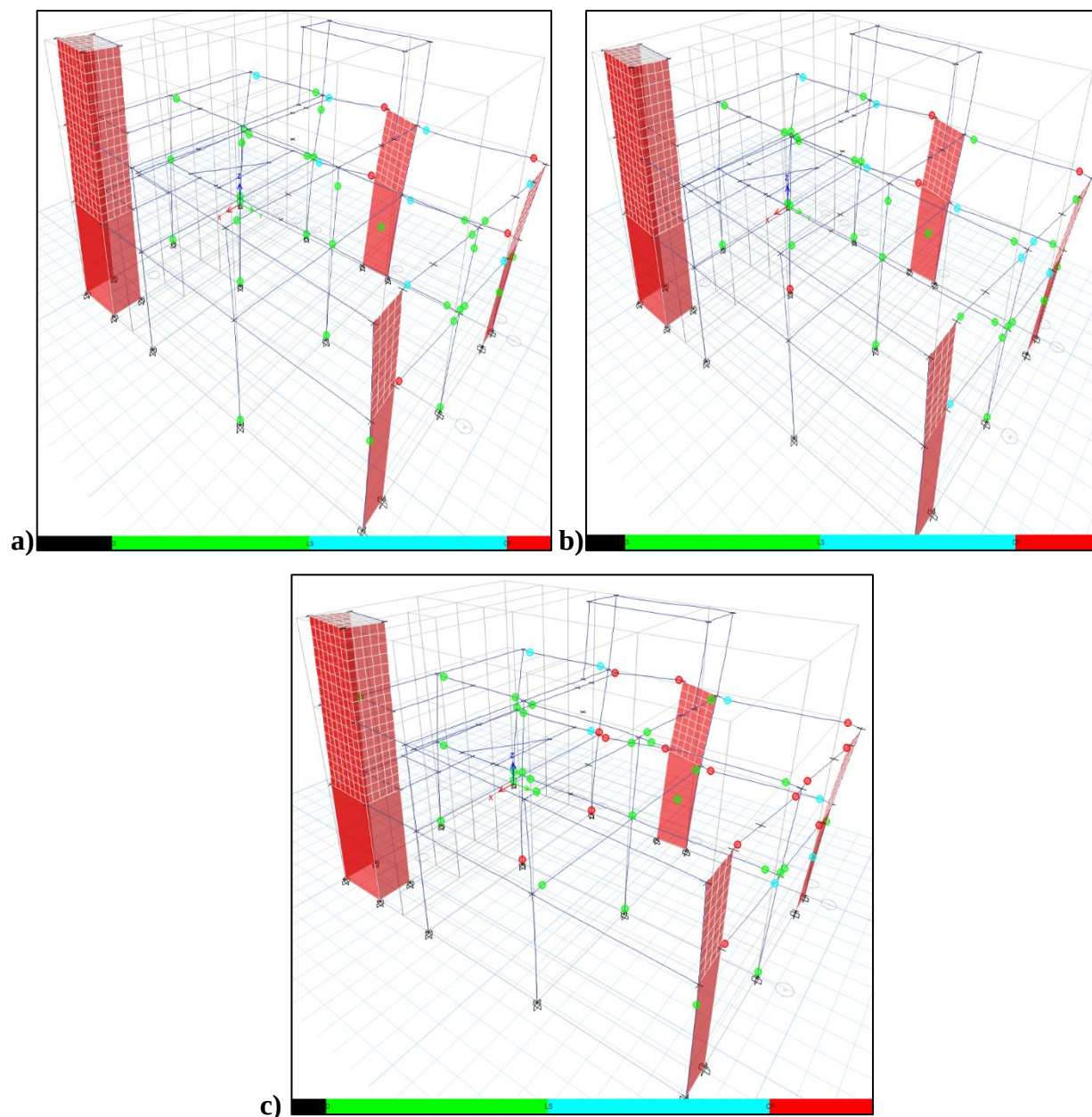


Figura 10. a) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 1.5 % en dirección X-X, b) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 2.0 % en dirección X-X, c) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 2.5 % en dirección X-X. Fuente: los autores.

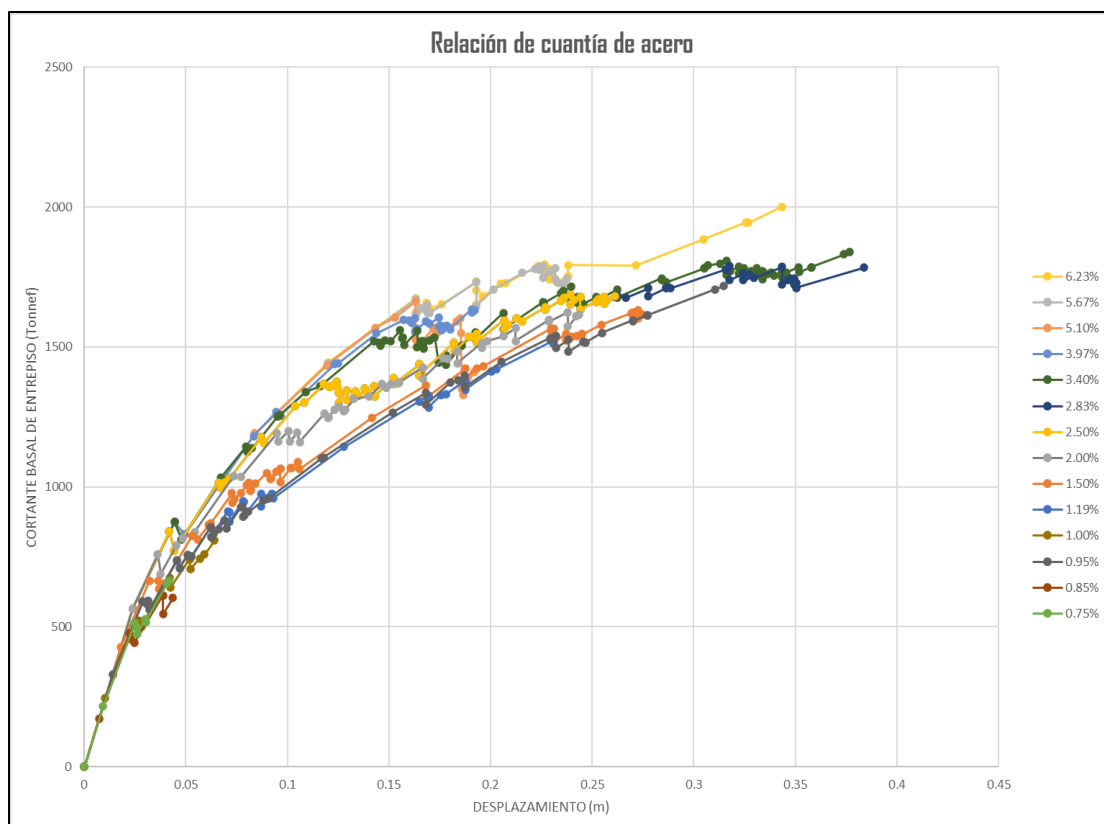


Figura 11. Capacidad estructural de cuantías en dirección X-X. Fuente: Los autores.

Tabla 14. Cálculo de Ductilidades de cuantías en dirección X-X. Fuente: Los autores.

CALCULO DE DUCTILIDAD X			
Cuantía de acero (%)	δy	δu	μ
0.75%	0.0248	0.0419	1.69
0.85%	0.0224	0.0436	1.95
0.95%	0.0508	0.3147	6.20
1%	0.0104	0.0642	6.18
1.19%	0.0308	0.2308	7.50
1.5%	0.03636	0.2747	7.56
2.0%	0.0376	0.2437	6.48
2.5%	0.0715	0.4191	5.86
2.83%	0.0694	0.3836	5.53
3.40%	0.0795	0.3768	4.74
3.97%	0.0445	0.1922	4.32
5.10%	0.0492	0.1918	3.90
5.67%	0.0839	0.2377	2.83
6.23%	0.1630	0.3434	2.11

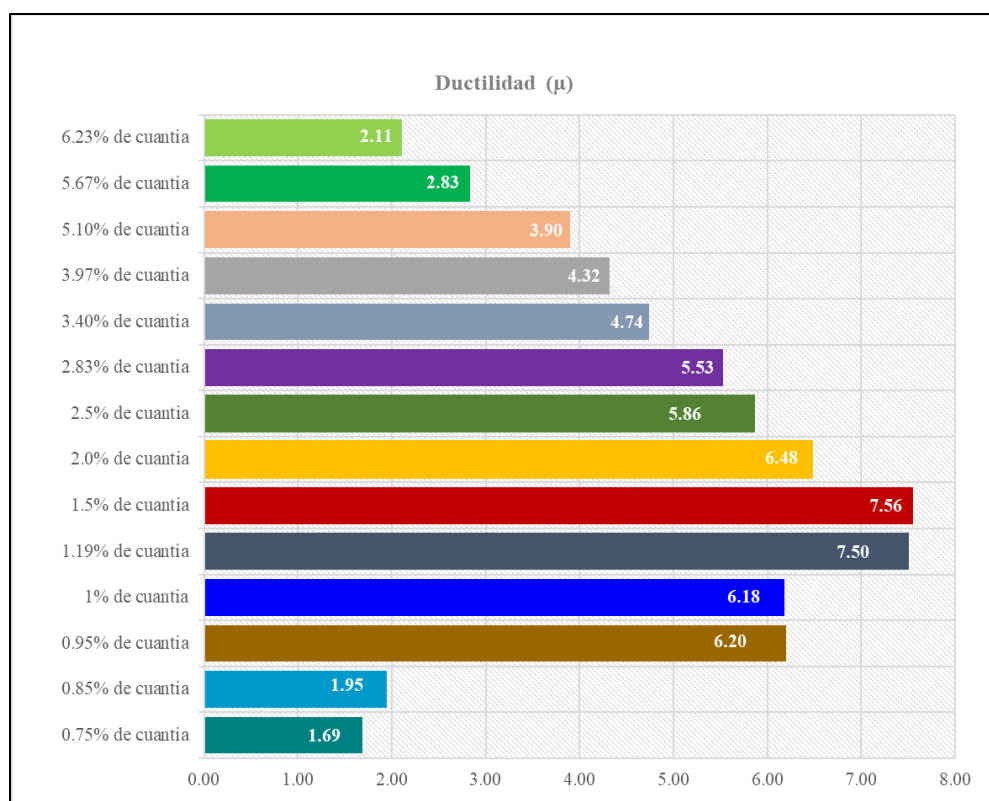


Figura 12. Comparativa de ductilidades en dirección X-X. Fuente: Los autores.

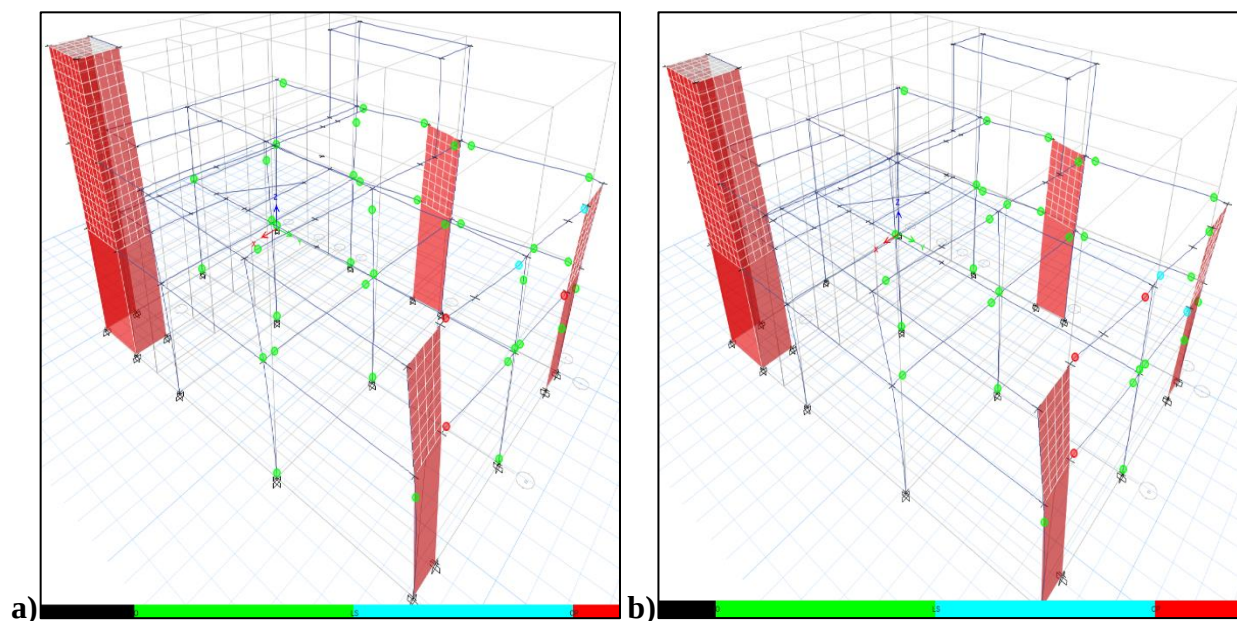
Tabla 15. Comparativa de cortantes cedentes y cortantes ultimas en dirección X-X. Fuente: Los autores.

CORTANTES BASEALES X		
Cuantía	Vy	Vu
0.75%	499.91	665.41
0.85%	443.02	603.87
0.95%	756.76	1717.84
1%	245.06	809.21
1.19%	583.58	1513.11
1.5%	665.08	1614.10
2.0%	688.51	1614.91
2.5%	1031.39	1814.81
2.83%	1017.14	1783.68
3.40%	1143.67	1839.80
3.97%	874.49	1631.16
5.10%	829.54	1410.65
5.67%	1190.26	1744.27
6.23%	1672.19	2001.03

Las ductilidades varían en función de la relación de cuantía en las columnas, alcanzado una ductilidad máxima de 7.56 para una cuantía aproximada del 1.5%, lo cual se traduce en una mejora en comparación con el estado actual del 0.80 %. No obstante, a medida que se incrementa la cuantía de acero, se puede constatar una disminución de la ductilidad. En caso de cortantes cedentes y últimas, se puede constatar un incremento en la capacidad, logrando soportar 1614.10 toneladas incrementando 100.99 toneladas con respecto a la cuantía actual, representando un incremento de 6.67% en la capacidad estructural. En relación al desplazamiento, se constata un incremento de 18.11 cm en el punto de control al incrementar la cuantía de 1.19% a 2.5%, lo que otorga mayor resistencia.

Análisis en dirección Y-Y:

De igual manera, también se realiza una variación en la relación de las ductilidades en las columnas, se procede a determinar la capacidad estructural de cada porcentaje de cuantías (0.75%, 0.85%, 0.95%, 1%, 1.19%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 2.83%, 3.4%, 3.97%, 5.10%, 5.67% y 6.23%), verificando de esta manera la variación en la capacidad estructural y la ductilidad al desplazamiento lateral en la dirección Y-Y.



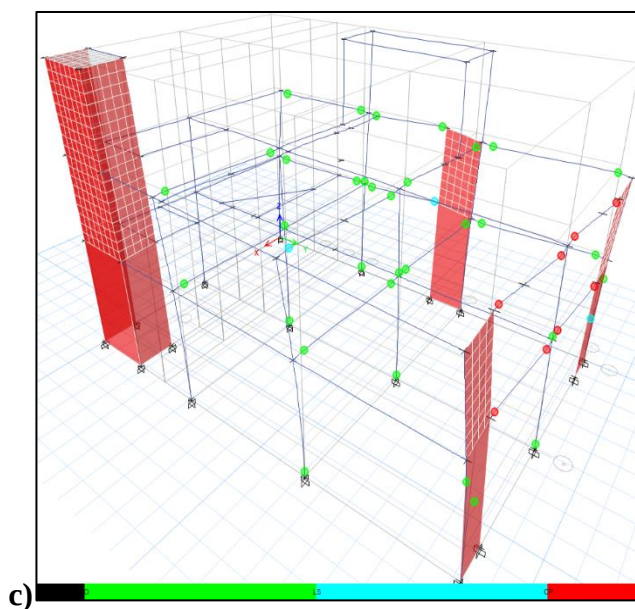


Figura 13. a) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 1.5 % en dirección Y-Y, b) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 2.0 % en dirección Y-Y, c) Formación de rotulas plásticas con cuantía de 2.5 % en dirección Y-Y. Fuente: los autores.

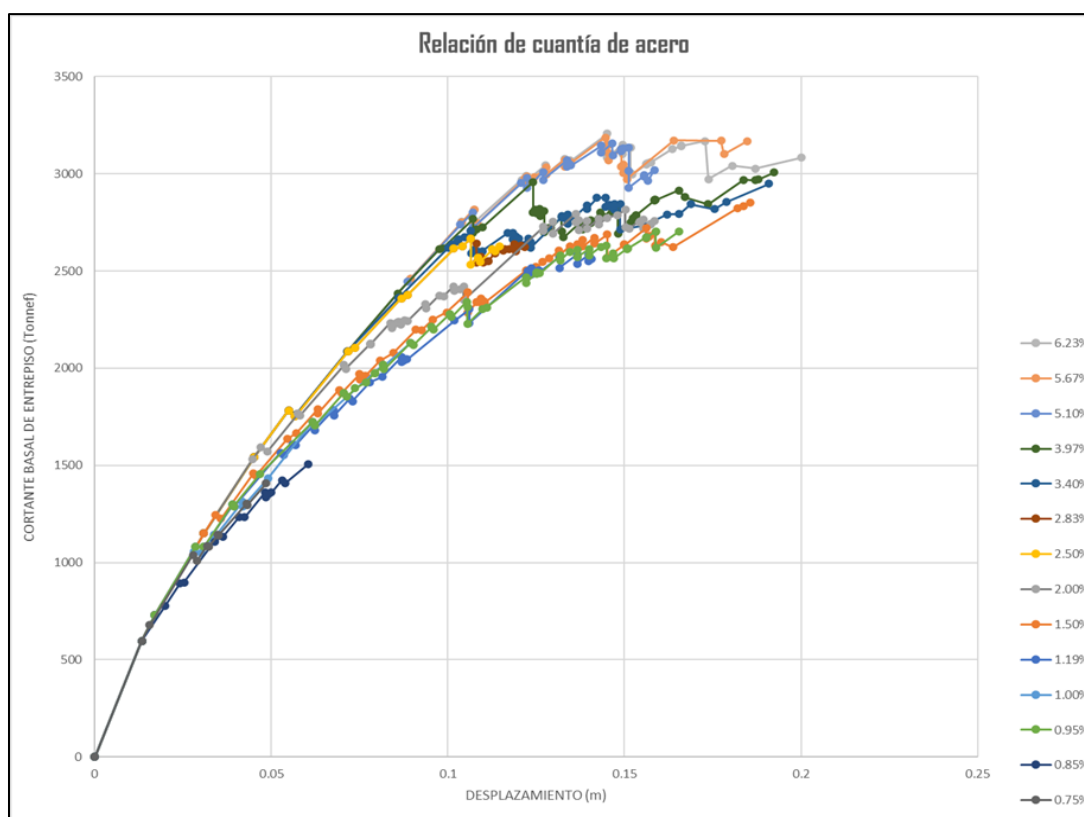


Figura 14. Capacidad estructural de cuantías en dirección Y-Y. Fuente: Los autores.

Tabla 16. *Cálculo de Ductilidades de cuantías en dirección Y-Y. Fuente: Los autores.*

CALCULO DE DUCTILIDAD Y			
Cuantía de acero (%)	δy	δu	μ
0.75%	0.0130	0.0480	3.69
0.85%	0.0133	0.0604	4.53
0.95%	0.0309	0.1655	5.36
1%	0.0170	0.0894	5.26
1.19%	0.0170	0.1406	8.27
1.5%	0.0170	0.1856	10.91
2.0%	0.0170	0.1586	9.33
2.5%	0.0170	0.1147	6.75
2.83%	0.0309	0.1218	3.94
3.40%	0.0573	0.1909	3.33
3.97%	0.0716	0.1924	2.69
5.10%	0.0716	0.1585	2.21
5.67%	0.0893	0.1848	2.07
6.23%	0.1074	0.2000	1.86

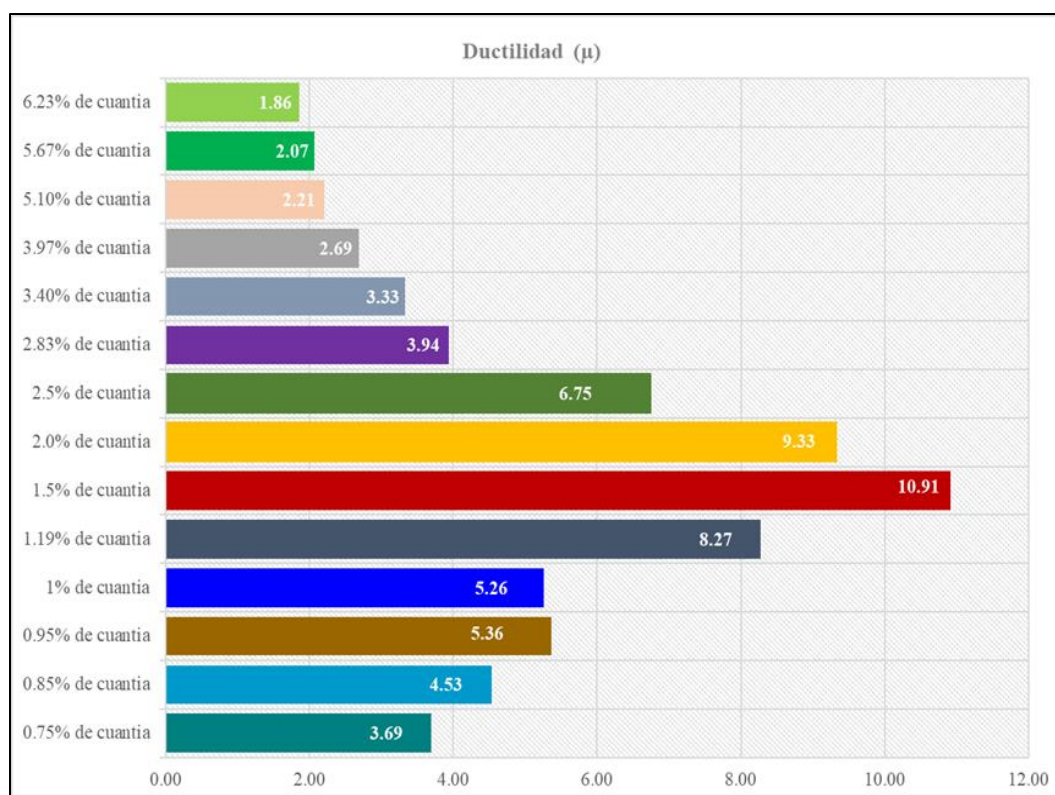
**Figura 15:** *Comparativa de ductilidades en dirección Y-Y. Fuente: Los autores.*

Tabla 17. Comparativa de cortantes cedentes y cortantes ultimas en dirección Y-Y. Fuente: Los autores.

CORTANTES BASALES Y		
Cuantía	Vy	Vu
0.75%	597.43	1407.48
0.85%	597.11	1505.90
0.95%	1081.65	2128.38
1%	730.61	1433.30
1.19%	730.61	2562.69
1.5%	730.61	2853.13
2.0%	730.61	2758.53
2.5%	730.61	2625.66
2.83%	1150.69	2621.67
3.40%	1764.10	2949.49
3.97%	2087.47	3007.20
5.10%	2087.49	3019.28
5.67%	2459.78	3168.96
6.23%	2816.93	3083.23

Se verifica que para la dirección de análisis Y-Y se determina una ductilidad máxima de 10.91 para una cuantía aproximada de 1.50%, conforme se va incrementando la cuantía de acero, se verifica una reducción en la ductilidad. En caso de las cortantes cedentes y últimas, se verifica un incremento en la capacidad logrando soportar 3168.96 toneladas, lo que representa un incremento de 606.27 toneladas en comparación con la cuantía actual, lo que representa un incremento de 23.66% en la capacidad estructural. En relación al desplazamiento, se ha constatado un incremento de 4.42 cm en el punto de control, al incrementar la cuantía de 1.19% a 5.67%.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que la relación de cuantías tiene una influencia significativa en la ductilidad y al desplazamiento lateral de la edificación, se verifica que, para la dirección de análisis X-X al incrementar y disminuir la cuantía de acero de 1.19% en un rango de 0.75% y 6.23% se determina una ductilidad máxima de 7.56 para una cuantía aproximada de 1.50%, y para la dirección de análisis Y-Y al incrementar y disminuir la cuantía de acero de 0.75% y 6.23% se determina una ductilidad máxima de 10.91 para una cuantía aproximada de 1.50%, en ambas direcciones

conforme se va incrementando la cuantía de acero se verifica una reducción en la ductilidad cuando las cuantías son menores a 1.00% y cuando se supera la cuantía de 2.50%, además, se determina que la cuantía efectiva para una adecuada ductilidad se encuentra en un rango de 1% a 2.5%.

Los desplazamientos se incrementan en función de la cuantía de acero, lo que a su vez aumenta un incremento de 18.11 cm y de 4.42 cm para la dirección X-X e Y-Y, respectivamente. Los desplazamientos son mayores en dirección X-X debido a que no presenta ninguna irregularidad estructural, caso contrario en la otra dirección de análisis.

La irregularidad estructural en una edificación tiene una influencia directa en la capacidad estructural y el desplazamiento lateral, Esto se debe a que se incrementan los esfuerzos cortantes en la base al reducir el factor de reducción sísmica (R_o). Esto implica que, cuando se detecte una irregularidad estructural en una dirección de análisis, se produce una menor resistencia, pero una mayor ductilidad. La ductilidad es mayor debido a que, en el rango de valores de la resistencia, la edificación es capaz de soportar los desplazamientos, pero al no tener la resistencia adecuada, se produce el efecto de una mayor deformación con poco incremento de la resistencia o cortante.

La infraestructura existente cumple con las derivas establecidas por la normativa, pero no la restricción por irregularidades. La irregularidad torsional se produce debido a que no dispone de una distribución equitativa adecuada de la rigidez, existe una alta concentración de rigidez en las placas del ducto del ascensor y, al otro extremo, no se dispone de la cantidad de elementos estructurales que compensen la rigidez.

Al aumentar la cuantía en los elementos estructurales, se produce un fenómeno de aumento de la resistencia, pero con la reducción de la ductilidad, es decir, que la edificación tiende a tener un comportamiento frágil. No obstante, cada proyecto es independiente y dependerá de los objetivos de desempeño a diseñar. Es decir, si es prioritario la evacuación de los usuarios ante sismos de alta intensidad, se deberá garantizar la ductilidad al desplazamiento lateral de la edificación.

6. RECOMENDACIONES

Dado que se presenta una irregularidad estructural, es preciso intervención mediante un análisis de la estructura ya diseñada. Esta edificación se encuentra construida con las características modeladas en el presente artículo. Se identificó la dirección de análisis necesaria para la intervención. Por lo tanto, en dirección de análisis Y-Y se recomienda que en el eje D-D se proponga un disipador sísmico dentro del marco 2-3, el disipador no afecta la distribución y

funcionalidad arquitectónica lo que hace posible esta solución a fin de evitar la irregularidad torsional de la edificación.

Se recomienda también variar las cuantías de acero de refuerzo en muros estructurales y realizar el análisis estático no lineal, para ver la adecuada ductilidad de la edificación.

7. FINANCIAMIENTO

El siguiente artículo que presentamos no fue financiado, total o parcialmente, por ninguna empresa privada o entidad pública.

8. AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos, en especial a Dios y a la Universidad Peruana Unión (UPeU), el cual nos abrió las puertas para ser buenos profesionales. Asimismo, nuestro agradecimiento a nuestros familiares y amigos por su constante apoyo incondicional en nuestra etapa de vida universitaria.

9. CONFLICTOS DE INTERES DEL AUTOR

Los autores declaran que no hay intereses contrapuestos en su estudio de investigación.

10. COMPARATIVA CON LA TEORIA EXISTENTE

De acuerdo a Padra & Carrillo [17] en su investigación, se ha realizado una variación en la cantidad de refuerzo en dos edificios con un sistema estructural de muros estructurales y losas de entrepiso, tuvo el análisis de una edificación de 5 y 12 niveles, al realizar una variación en la cantidad de refuerzo en los elementos verticales o muros estructurales, se evidencia que al aproximarse a la deriva máxima permisible, menor es el incremento del acero, estos resultados son similares a los resultados obtenidos en la presente investigación, se ha llevado a cabo un análisis de la cantidad del acero estructural, modificando el comportamiento lineal (derivas de entrepiso) al realizar la variación y que al reducir la cantidad de cuantía se tiene un adecuado comportamiento estructural y por ende una capacidad estructural con mayor ductilidad.

De otra parte Nangulasmu & Tena [18] en su trabajo, aplicaron un análisis estático no lineal a través de la metodología de pushover, aplicados a edificaciones entre 5 y 25 niveles modificando la cantidad de ductilidad mínima en los marcos de concreto, las cuantías en las columnas en el modelo de una edificación de 15 niveles fueron de 2.74%, 2.22% y 1.16%, encontrando

ductilidades ente un rango menores que 12 y mayores que 6, esto se asemeje a los resultados de la investigación, de conformidad con los resultados obtenidos en ambas direcciones de análisis. Al tener estas cuantías con estos porcentajes, las ductilidades se encuentran en un rango de 6 a 8 en dirección X. En la dirección ortogonal a este se llegan a los límites entre 6 a 10, esta variación se da por la irregularidad estructural.

Según De la Cruz & Yoctun [19] en su investigación, se demuestra la comparación de los criterios sísmicos en la normativa E.030 en las versiones del 2003, 2016 y 2018, en su análisis y resultados de la investigación se demuestra que las irregularidades tienen una influencia significativa en la cortante basal, que según el estudio realizado, la variación se encuentra en un rango de 50% más que la regular. Esto también se refleja en los resultados de esta investigación. Se tienen una influencia significativa de la irregularidad estructural en la ductilidad de la edificación pese a la misma cantidad de cuantía en los elementos estructurales verticales.

De acuerdo con Lahera & Fometa [20] en su investigación, se analizó la capacidad de deformación (ductilidad) de columnas de alta resistencia y se valoró la influencia en la ductilidad por curvatura de varios factores, teniendo en cuenta los requisitos sísmicos del código de Estados Unidos ACI 318:2014 y Nueva Zelanda NZS 310: 2006, se seleccionó la sección transversal cuadrada de una columna de hormigón armado, basado en la teoría de que, a la medida que los hormigones alcanzan una mayor resistencia a la compresión, hay una tendencia a disminuir la ductilidad. El concreto es otro parámetro importante a analizar; sin embargo, la influencia en la ductilidad es inversamente proporcional, es decir, que al aumentar la resistencia a compresión se reduce la ductilidad, esto debido a que los aceros de refuerzos tienden a fallar más rápido que el concreto, así reduciendo la ductilidad, esto demuestra que la influencia en la ductilidad depende del concreto y del acero.

En teoría, se ha demostrado lo indicado en la normativa técnica internacional ASCE 41-17 [15], que indica que las estructuras de concreto de acuerdo con su tabla 10-6 del artículo 10.3.3 Flexure and Axial Loads, los valores máximos de la ductilidad oscilan entre 2 a 4 para clasificarlos como una demanda de ductilidad moderada. Según los resultados presentados en esta investigación, estas ductilidades se encuentran en una cuantía inferior al 1%, lo que conlleva a una demanda moderada de ductilidad. En caso de incrementa la cuantía a mayor de 1%, se genera una demanda alta de ductilidad debido a que son superiores a 4. No obstante, cuando se excede el límite de las cuantías máximas de la normativa, se llega a una falla frágil reduciendo la ductilidad a valores menores que 2.

11. REFERENCIAS

- [1] R. Medina and J. Music, “Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena,” *Obras y Proy.*, vol. 1, no. 23, pp. 63–77, 2018, doi: 10.4067/s0718-28132018000100063.
- [2] S. López and A. G. Ayala, “Método De Diseño Sísmico Basado En Desplazamientos Para Marcos De Concreto Reforzado,” *Rev. Ing. Sísmica*, vol. 1, no. 88, pp. 91–111, 2013, doi: 10.18867/ris.88.11.
- [3] M. Ismaeil, M. Sobaih, and A. Akl, “Seismic Capacity Assessment of Existing RC Buildings in The Sudan by Using Pushover Analysis,” *Open J. Civ. Eng.*, vol. 05, no. 02, pp. 154–174, 2015, doi: 10.4236/ojce.2015.52016.
- [4] A. Modi, F. Palia, and M. Desai, “Effect of Aspect Ratio on Seismic Performance of Reinforced Concrete Building Using Pushover Analysis,” *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng. Website*, vol. 6, no. 10, pp. 235–246, 2016.
- [5] M. Mouzzoun, O. Moustachi, A. Taleb, and S. Jalal, “Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings using pushover analysis,” *IOSR J. Mech. Civ. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 44–49, 2013, doi: 10.9790/1684-0514449.
- [6] A. Meza de Luna *et al.*, “Experimental mechanical characterization of steel and polypropylene fiber reinforced concrete,” *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia*, vol. 37, no. 2, pp. 106–115, 2014.
- [7] J. A. Nebrijo Ramos and Y. M. Menza Calambás, “Cálculo del coeficiente de capacidad de disipación de energía en pórticos regulares de concreto reforzado con diferente altura, para una zona de amenaza sísmica alta,” *INGE CUC*, vol. 17, no. 2, pp. 193–210, 2021, doi: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.17.2.2021.17>.
- [8] C. Medina and D. Galarza, “Análisis sísmico comparativo de una estructura irregular torsionalmente flexible aplicando NSP, MPA, NLRHA,” *Rev. Ing. Construcción RIC*, vol. 35, no. 3, pp. 257–274, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300257>.
- [9] J. C. Rubiano Godoy, “Comparación entre las cuantías de refuerzo de edificios aporticados obtenidas con el método del espectro capacidad y método propuesto en la NSR 10,” Universidad Militar Nueva Granada, 2018. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10654/17853>
- [10] B. Almassri, “Seismic Assessment and Strengthening of a Rc Building Using Pushover

- Analysis,” *ARPJ J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 18, no. 20, pp. 2273–2280, 2023, doi: 10.59018/1023278.
- [11] M. A. Mora, J. D. Villalba, and E. Maldonado, “Deficiencias, limitaciones, ventajas y desventajas de las metodologías de análisis sísmico no lineal,” *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 5, no. 9, pp. 59–74, 2006.
- [12] V. S. Gadigone, S. R. Takkalaki, and V. A. Patil, “Seismic Assessment of Reinforced Concrete Framed Structures,” *Int. J. Recent Innov. Trends Comput. Commun.*, vol. 6, no. 5, pp. 262–267, 2018, doi: <https://doi.org/10.17762/ijritcc.v6i5.1614>.
- [13] V. Gioncu and F. M. Mazzolani, *Ductility of Seismic-Resistant Steel Structures*, La ed., London: Editores Taylor & Francis e-Library, 2003.
- [14] NTE E.020, *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.020 Cargas*. 2006.
- [15] ASCE/SEI 41-17, *Seismic Evaluation and Rehabilitation of Existing Buildings*. 2017.
- [16] NTE E.030, *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. 2018.
- [17] M. Prada, J. Carrillo, and C. Gélvez, “Variación de las cuantías de acero de refuerzo de muros de concreto para las categorías de disipación de energía definidas en NSR-10,” *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 16, no. 30, pp. 29–47, 2017, doi: 10.22395/rium.v16n30a2.
- [18] D. J. N. Hernández and T. Colunga, “Requisitos mínimos de detallado dúctil en marcos de concreto reforzado protegidos con disipadores histeréticos de energía,” *Rev. Ingeniería sísmica*, vol. 32, no. 95, pp. 1–32, 2016, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61849772001>
- [19] J. E. De La Cruz Alvarez and R. R. Yoctun Rios, “Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma e.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la ciudad de Lima,” *Gac. Técnica*, vol. 23, no. 1, pp. 48–71, 2022, doi: 10.51372/gacetatecnica231.5.
- [20] Z. L. and A. F. Y. Morgado, “Evaluación del comportamiento dúctil en columnas de hormigón de alta resistencia,” *Cent. Inf. y Gestión Tecnológica Santiago Cuba*, vol. 1, no. 1027–2887, pp. 42–54, 2018, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358509004>

ANEXOS

A.1 Evidencia de sumisión

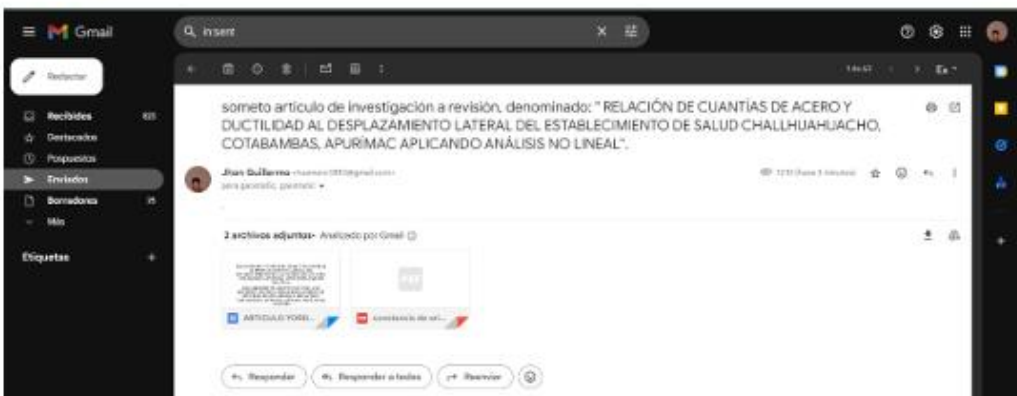
1. ENVIO DEL ARTICULO A LA REVISTA GACETA TÉCNICA



The screenshot shows the homepage of the Gaceta Técnica website. The header includes the logo 'Gt' and navigation links: Inicio, Acerca de, Normas de Publicación, Número Actual, Números Anteriores, Contacto, and Portal de Revistas. A search bar is located on the right. The main content area is titled 'Envíos' and contains the following text:

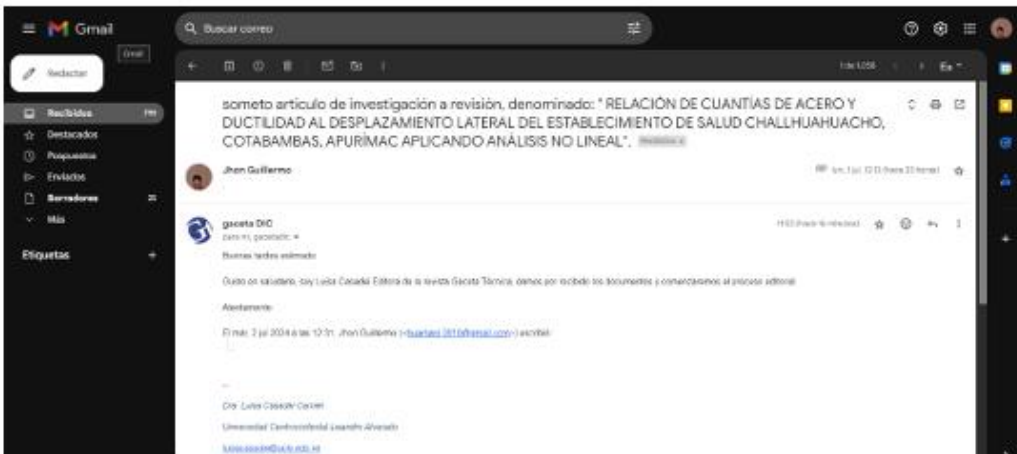
Los trabajos enviados para su evaluación deberán ajustarse a las siguientes normas para la publicación:

- Los aportes monográficos pueden ser redactados en idioma **castellano o inglés**. El artículo original escrito con el procesador de texto Word 6 o superior, se ha de enviar a gacetadic@ucla.edu.ve y gacetadic@gmail.com en conjunto con "[La constancia de originalidad y cesión de derechos de artículos](#)" debidamente firmada por cada autor.



The screenshot shows a Gmail inbox with an email from Jhon Guillermo. The email subject is 'someto articulo de investigación a revisión, denominado: "RELACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO Y DUCTILIDAD AL DESPLAZAMIENTO LATERAL DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD CHALLHUAHUACHO, COTABAMBA, APURIMAC APLICANDO ANÁLISIS NO LINEAL"'. The email body contains two attachments: 'ARTICULO YODI...' and 'constancia de originalidad y cesión de derechos de artículos'.

2. RECEPCIÓN



The screenshot shows a Gmail inbox with an email from gaceta DTG. The email subject is 'someto articulo de investigación a revisión, denominado: "RELACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO Y DUCTILIDAD AL DESPLAZAMIENTO LATERAL DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD CHALLHUAHUACHO, COTABAMBA, APURIMAC APLICANDO ANÁLISIS NO LINEAL"'. The email body contains the following text:

Buenos tardes estimado

Quito en su debido, soy Lissette Córdova Editora de la revista Gaceta Técnica, damos por recibido los documentos y comenzaremos el proceso editorial.

Atentamente:

El día: 2 jul 2014 a las 10:31, Jhon Guillermo <gacetadg@ucla.edu.ve> escribió:

Dr. Luis Córdova Cordero

Universidad Católica Boliviana Alameda

LuisCordova@ucla.edu.ve

3. LINK DE LA REVISTA GACETA TÉCNICA

<https://revistas.uclave.org/index.php/gt/index>



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0131-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 28 de marzo de 2023

VISTO:

El expediente de **Guillermo Huamani, Jhon Omar**, identificado(a) con Código Universitario N° 201510035 y **Asto Huachaca, Stephen Yordy**, identificado(a) con Código Universitario N° 201421286, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Guillermo Huamani, Jhon Omar** y **Asto Huachaca, Stephen Yordy**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 28 de marzo de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mg. Roberto Roland Yoctún Ríos** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Leonel Chahuare Paucar** y **Ing. David Díaz Garamendi**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



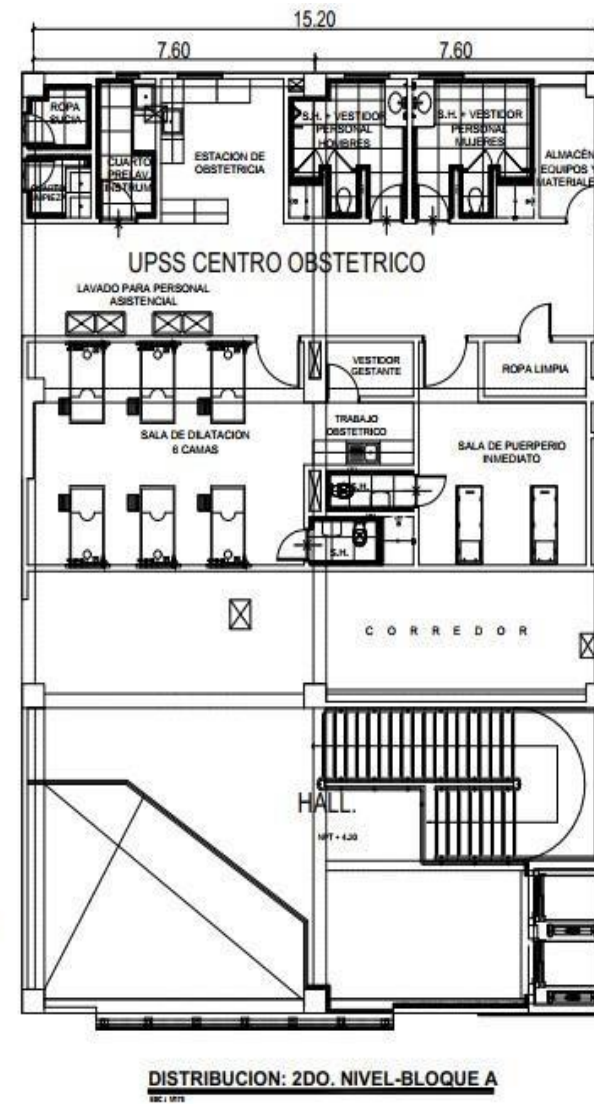
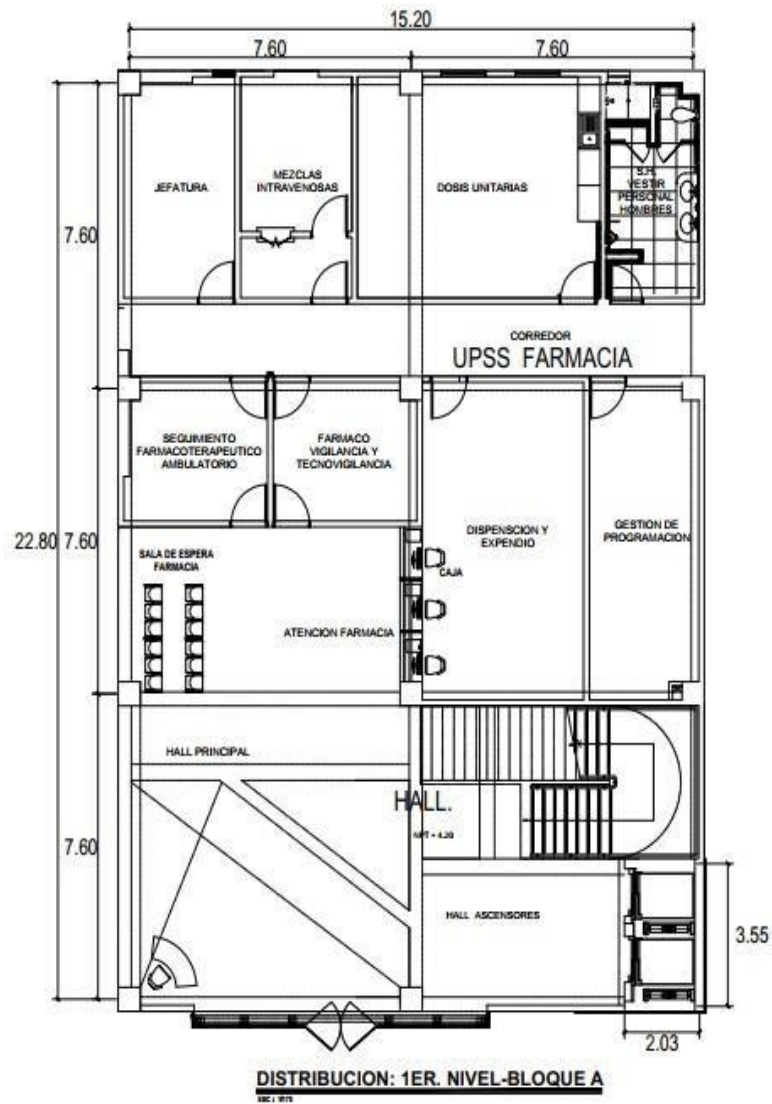
Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA



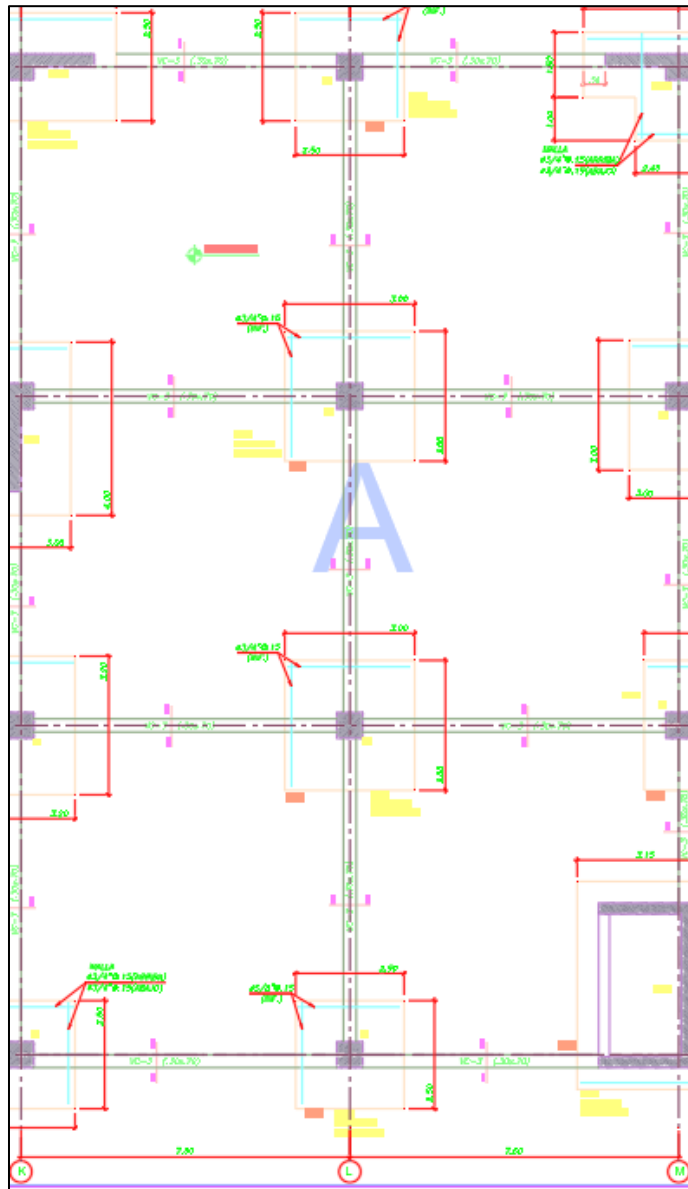
Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

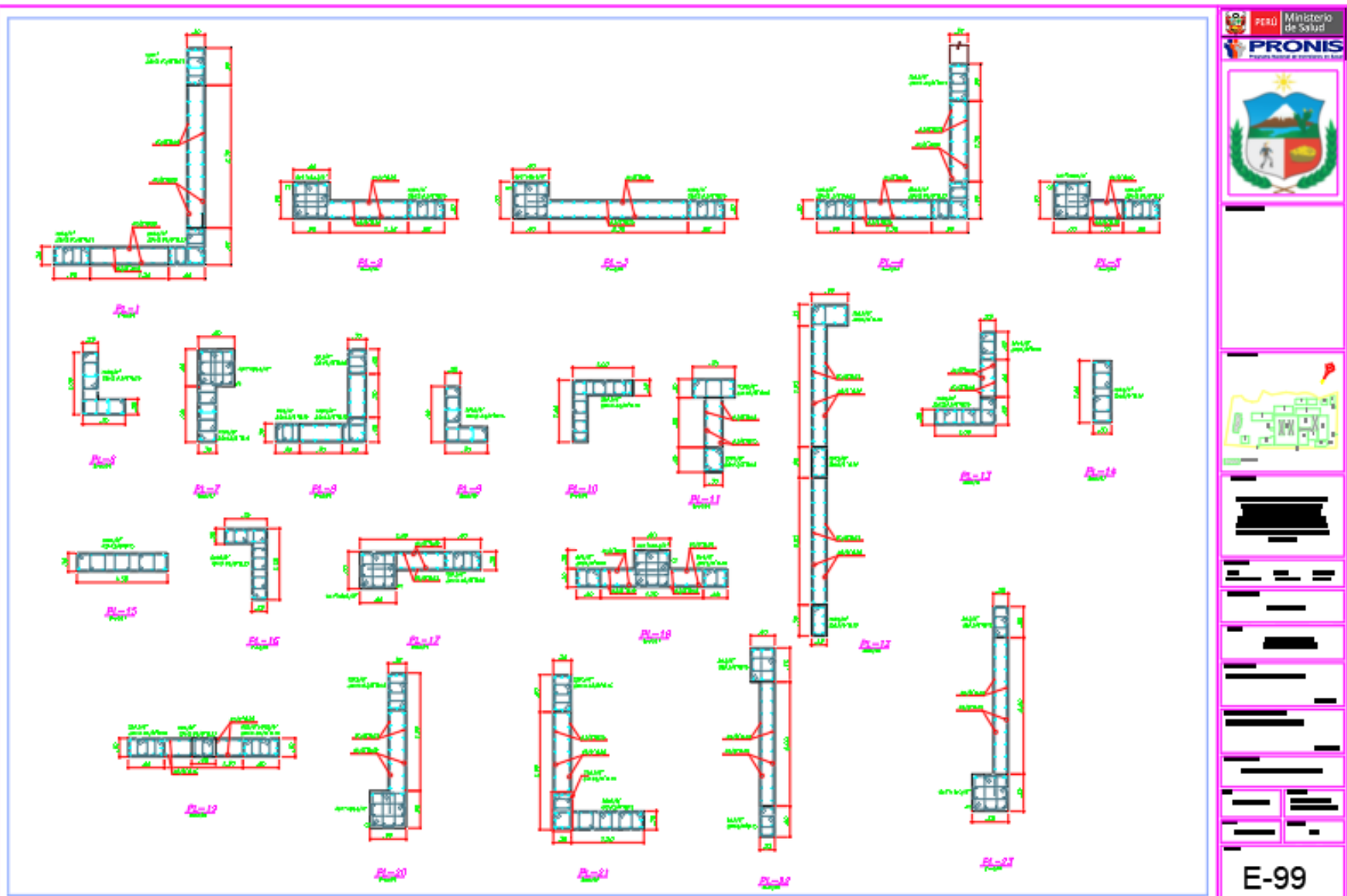
CC:
-Interesado
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo

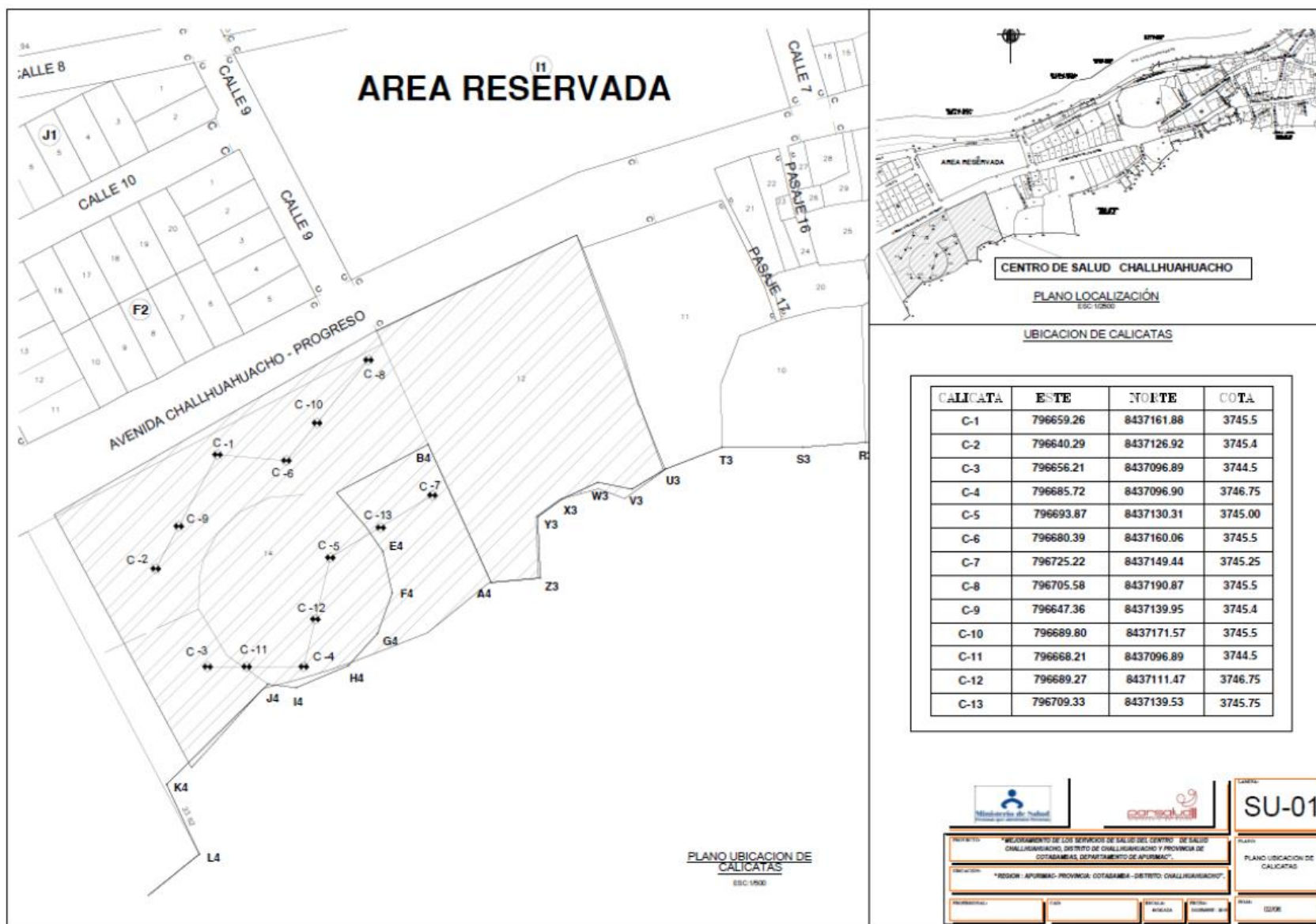
A.1 Planos de arquitectura



A.2 Planos Estructurales







A.4 AMetrado de Cargas

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - EJE K (5-6)				
Peso Propio de tijeral - A		E.020	γ=	7850
Elemento	Peso por metro lineal	Cantidad	L (m)	Peso por componente
Brida inferior (100x200x6.35 mm)	28.9	1	8.27	239.00
Columna (100x150x6.35 mm)	22.66	1	3.25	73.65
Correas (50x75x4.35 mm)	5.42	8	1.94	84.12
VA-1 (50X100x4.35 mm)	9.5	1	1.94	18.43
CARGA TOTAL				415.20 kg

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METALICAS DE COBERTURA																
Cargas de soporte de tijeral - A			E.020													
			<table><tr><th>Acabado</th><th>Unidad</th><th>ES</th><th>NO</th></tr><tr><td>Estructura</td><td>mm</td><td>2,0</td><td>2,0</td></tr><tr><td>Peso por plancha</td><td>Kg</td><td colspan="2">14,5 ± 0,5</td></tr></table>		Acabado	Unidad	ES	NO	Estructura	mm	2,0	2,0	Peso por plancha	Kg	14,5 ± 0,5	
Acabado	Unidad	ES	NO													
Estructura	mm	2,0	2,0													
Peso por plancha	Kg	14,5 ± 0,5														
COBERTURAS TERMOACÚSTICAS MULTICAPA KLAR																
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total												
Peso propio de cobertura	3.8	3.17	8.27	99.62												
			CARGA TOTAL	99.62 kg												

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - TIJERAL A	
Elemento	Carga
Peso propio de tijeral	415.20 kg
Cargas de soporte	99.62 kg
CARGA TOTAL	514.82 kg
Ra	343.21 kg
Rb	171.61 kg
CARGA PUNTUAL A MODELAR	
Ra	345.00 kg
Rb	175.00 kg

METRADO DE CARGAS VIVAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA				
Carga viva de tijeral - A		E.020		
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total
Carga de nieve	32	3.17	8.27	838.91
Carga de techo	30	3.17	8.27	786.48
CARGA TOTAL				1,625.39 kg

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - ENTRE EJE K Y L (5 Y 3)				
Peso Propio de tijeral - B		E.020	γ=	7850
Elemento	Peso por metro lineal	Cantidad	L (m)	Peso por componente
Brida inferior (100x200x6.35 mm)	28.9	1	8.27	239.00
Columna (100x150x6.35 mm)	22.66	1	3.25	73.65
Correas (50x75x4.35 mm)	5.42	7	0.46	17.45
VA-1 (50X100x4.35 mm)	9.5	1	0.46	4.37
Arístre (50x75x4.35 mm)	2.42	1	0.46	1.11
Tensor 1/2"	0.99	1	2.85	2.82
CARGA TOTAL				338.41 kg

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA																
Cargas de soporte de tijeral - A			E.020													
 <table><tr><th>Dimensiones</th><th>Unidad</th><th>TL</th><th>TR</th></tr><tr><td>Espesor</td><td>mm</td><td>20</td><td>20</td></tr><tr><td>Peso por plancha</td><td>Kg</td><td colspan="2">14.5 ± 0.5</td></tr></table> COBERTURAS TERMOACÚSTICAS MULTICAPA KLAR					Dimensiones	Unidad	TL	TR	Espesor	mm	20	20	Peso por plancha	Kg	14.5 ± 0.5	
Dimensiones	Unidad	TL	TR													
Espesor	mm	20	20													
Peso por plancha	Kg	14.5 ± 0.5														
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total												
Peso propio de cobertura	3.8	0.46	8.27	14.46												
			CARGA TOTAL	14.46 kg												

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - TIJERAL A	
Elemento	Carga
Peso propio de tijeral	338.41 kg
Cargas de soporte	14.46 kg
CARGA TOTAL	352.86 kg
Ra	235.40 kg
Rb	117.47 kg
CARGA PUNTUAL A MODELAR	
Ra	235.00 kg
Rb	120.00 kg

METRADO DE CARGAS VIVAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA				
Carga viva de tijeral - A		E.020		
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total
Carga de nieve	32	0.46	8.27	121.73
Carga de techo	30	0.46	8.27	114.13
CARGA TOTAL				235.86 kg

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - ENTRE EJE K Y L (5 Y 6)				
Peso Propio de tijeral - C		E.020	γ=	7850
Elemento	Peso por metro lineal	Cantidad	L (m)	Peso por componente
Brida inferior (100x200x6.35 mm)	28.9	1	8.27	239.00
Columna (100x150x6.35 mm)	22.66	1	3.25	73.65
Correas (50x75x4.35 mm)	5.42	7	3.96	150.24
VA-1 (50X100x4.35 mm)	9.5	1	3.96	37.62
Arriete (50x75x4.35 mm)	2.42	1	3.96	9.58
Tensor 1/2"	0.99	1	8.35	8.27
CARGA TOTAL				518.36 kg

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA																
Cargas de soporte de tijeral - A		E.020														
klar  <table><tr><th>Propiedades</th><th>Unidad</th><th>TKS</th><th>TK4</th></tr><tr><td>Espesor*</td><td>mm</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>Peso por plancha</td><td>Kg</td><td colspan="2">14.5 ± 0.5</td></tr></table> COBERTURAS TERMOACÚSTICAS MULTICAPA KLAR					Propiedades	Unidad	TKS	TK4	Espesor*	mm	2.0	2.0	Peso por plancha	Kg	14.5 ± 0.5	
Propiedades	Unidad	TKS	TK4													
Espesor*	mm	2.0	2.0													
Peso por plancha	Kg	14.5 ± 0.5														
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total												
Peso propio de cobertura	3.8	3.96	8.27	124.45												
			CARGA TOTAL	124.45 kg												

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - TIJERAL A	
Elemento	Carga
Peso propio de tijeral	518.36 kg
Cargas de soporte	124.45 kg
CARGA TOTAL	642.81 kg

Ra	428.82 kg
Rb	213.99 kg
CARGA PUNTUAL A MODELAR	
Ra	430.00 kg
Rb	215.00 kg

METRADO DE CARGAS VIVAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA				
Carga viva de tijeral - A		E.020		
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total
Carga de nieve	32	3.96	8.27	1047.97
Carga de techo	30	3.96	8.27	982.48
CARGA TOTAL				2,030.45 kg

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - ENTRE EJE K Y L (3 Y 5)				
Peso Propio de tijeral - C		E.020	γ=	7850
Elemento	Peso por metro lineal	Cantidad	L (m)	Peso por componente
Brida inferior (100x200x6.35 mm)	28.9	1	8.27	239.00
Correas (50x75x4.35 mm)	5.42	7	2.41	91.44
VA-1 (50X100x4.35 mm)	9.5	1	2.41	22.90
CARGA TOTAL				353.33 kg

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA																
Cargas de soporte de tijeral - C			E.020													
klar  <table><tr><th>Propiedades</th><th>Unidad</th><th>TKS</th><th>TK4</th></tr><tr><td>Espesor*</td><td>mm</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>Peso por plancha</td><td>Kg</td><td colspan="2">14.5 ± 0.5</td></tr></table> COBERTURAS TERMOACÚSTICAS MULTICAPA KLAR					Propiedades	Unidad	TKS	TK4	Espesor*	mm	2.0	2.0	Peso por plancha	Kg	14.5 ± 0.5	
Propiedades	Unidad	TKS	TK4													
Espesor*	mm	2.0	2.0													
Peso por plancha	Kg	14.5 ± 0.5														
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total												
Peso propio de cobertura	3.8	2.41	8.27	75.74												
			CARGA TOTAL	75.74 kg												

METRADO DE CARGAS MUERTAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA - TIJERAL A	
Elemento	Carga
Peso propio de tijeral	353.33 kg
Cargas de soporte	75.74 kg
CARGA TOTAL	429.07 kg

Ra	286.23 kg
Rb	142.84 kg
CARGA PUNTUAL A MODELAR	
Ra	270.00 kg
Rb	135.00 kg

METRADO DE CARGAS VIVAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE COBERTURA				
Carga viva de tijeral - A		E.020		
Tipo de carga	Peso por metro cuadrado	Ancho tributario (m)	Longitud (m)	Peso total
Carga de nieve	32	2.41	8.27	637.78
Carga de techo	30	2.41	8.27	597.92
CARGA TOTAL				1,235.70 kg

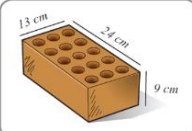
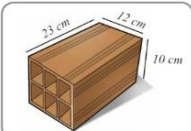
MURO DE PISO A VIGA			
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE 30 CM			
SISTEMA CONFINADO			SISTEMA APORTICADO
UNIDADES SÓLIDAS <30% H. (MUROS / ALBAÑILERÍA - MP)		UNIDADES HUECAS TUBULARES (PANDERETA / TABIQUES - MNP)	
19 Kg / (m2 x cm)		14 Kg / (m2 x cm)	

TABLA 2.3 DE LA NORMA E-020, RECUPERADO					
Peso del Tabique (W)			➔	Carga Equivalente	
74 Kg/m	o	menos		30 Kg / m2	
75 Kg/m	a	149 Kg/m	60 Kg / m2		
150 Kg/m	a	249 Kg/m	90 Kg / m2		
250 Kg/m	a	399 Kg/m	150 Kg / m2		
400 Kg/m	a	549 Kg/m	210 Kg / m2		
550 Kg/m	a	699 Kg/m	270 Kg / m2		
700 Kg/m	a	849 Kg/m	330 Kg / m2		
850 Kg/m	a	1000 Kg/m	390 Kg / m2		

Espesor del muro =	15 cm	ESPESOR DEL MURO INCLUIDO TARRAJEO EN AMBAS CARAS (CM).
Tipo de ladrillo =	2	TIPO (1) = UNIDAD SOLIDA: KING KONG 18H < 30% H y/o SIMILAR. TIPO (2) = UNIDAD TUBULAR: PANDERETA (TUBULAR) y/o SIMILAR.
	14	
		Kg / (m2 x cm)

Altura de muro =	3.650 mts	ALTURA DEL MURO DE ALBAÑILERÍA. (M)
W =	766.50 Kg / m	Ejemplo: W = 30cm x 19kg/(m2xcm) x 3.25m SEGÚN LO OBTENIDO EN (W), BUSCAR EN LA TABLA Y ASIGNAR.
Peso propio en tabiquería =	770.00 Kg / m	REDONDER Y COLOCAR VALOR "W" (CARGA APLICADA A LA VIGA)
Peso propio en losa =	330.00 Kg / m2	ESCOGER DE LA TABLA DE REFERENCIA EL VALOR INTERMEDIO CALCULADO POR "W" (CARGA APLICADA A LA LOSA)

De memoria de calculo de estructuras

Peso del Tabique (kg / m)	Carga Equivalente (kg / m²)
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

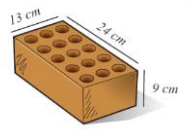
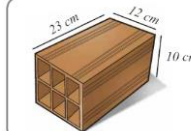
MURO DE 2.10			
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE 15 CM			
SISTEMA CONFINADO			SISTEMA APORTICADO
UNIDADES SÓLIDAS <30% H. (MUROS / ALBAÑILERÍA - MP)		UNIDADES HUECAS TUBULARES (PANDERETA / TABIQUES - MNP)	
19 Kg / (m2 x cm)		14 Kg / (m2 x cm)	

TABLA 2.3 DE LA NORMA E-020, RECUPERADO					
Peso del Tabique (W)			➔	Carga Equivalente	
74 Kg/m	o	menos		30 Kg / m2	
75 Kg/m	a	149 Kg/m	60 Kg / m2		
150 Kg/m	a	249 Kg/m	90 Kg / m2		
250 Kg/m	a	399 Kg/m	150 Kg / m2		
400 Kg/m	a	549 Kg/m	210 Kg / m2		
550 Kg/m	a	699 Kg/m	270 Kg / m2		
700 Kg/m	a	849 Kg/m	330 Kg / m2		
850 Kg/m	a	1000 Kg/m	390 Kg / m2		

Espesor del muro =	15 cm	ESPESOR DEL MURO INCLUIDO TARRAJEO EN AMBAS CARAS (CM).
Tipo de ladrillo =	2	TIPO (1) = UNIDAD SOLIDA: KING KONG 18H < 30% H y/o SIMILAR. TIPO (2) = UNIDAD TUBULAR: PANDERETA (TUBULAR) y/o SIMILAR.
	14	
		Kg / (m2 x cm)

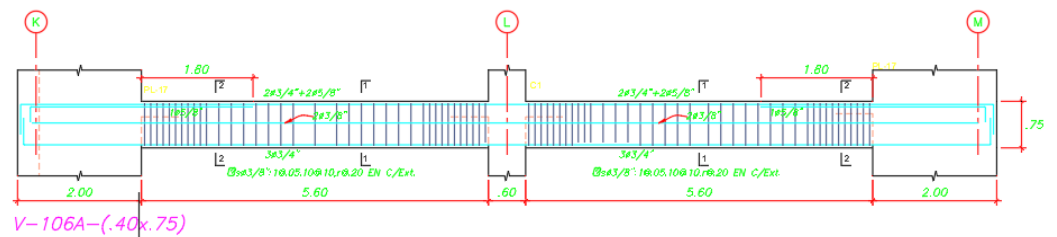
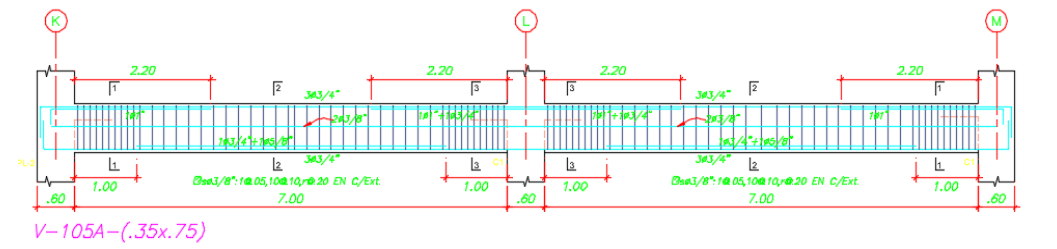
Altura de muro =	2.100 mts	ALTURA DEL MURO DE ALBAÑILERÍA. (M)
W =	441.00 Kg / m	Ejemplo: W = 30cm x 19kg/(m2xcm) x 3.25m SEGÚN LO OBTENIDO EN (W), BUSCAR EN LA TABLA Y ASIGNAR.
Peso propio en tabiquería =	445.00 Kg / m	REDONDER Y COLOCAR VALOR "W" (CARGA APLICADA A LA VIGA)
Peso propio en losa =	270.00 Kg / m2	ESCOGER DE LA TABLA DE REFERENCIA EL VALOR INTERMEDIO CALCULADO POR "W" (CARGA APLICADA A LA LOSA)

Peso del Tabique (kg / m)	Carga Equivalente (kg / m²)
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

A.5 Cálculo de Espectro de Respuesta

ESPECTRO DE RESPUESTA Según la Nueva NTE E.030 - 2018																		
1.- Zonificación, Según E.030-2018 (Artículo 10)																		
Zona :	2	Z =	0.25 g															
2.- Parámetros de Sitio, Según E.030-2018 (Artículo 13)																		
Perfil Tipo :	S2	S =	1.20															
		T _p =	0.60															
		T _L =	2.00															
3.- Categoría del Edificio, Según E.030-2018 (Artículo 15)																		
Categoría :	Esencial A	U =	1.50															
4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (Artículo 18)																		
Sistema Estructural X:	Concreto Armado: muros estructurales																	
Sistema Estructural Y:	Concreto Armado: muros estructurales																	
	R _{0X} =	6	R _{0Y} = 6															
5.- Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2018 (Artículo 21)																		
Restricciones :	No se permiten irregularidades																	
6.- Factores de Irregularidad, Según E.030-2018 (Artículo 20)																		
Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.																		
Irregularidad en Altura, I _a :	01 Regular																	
	X	Y																
	I _a =	1.00	1.00															
Irregularidad en Planta, I _p :	02 Irregularidad Torsional																	
	X	Y																
	I _p =	1.00	0.75															
7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (3.8)																		
Dirección X	R = R ₀ x I _a x I _p =	6																
Dirección Y	R = R ₀ x I _a x I _p =	4.5																
NO OLVIDAR CORREGIR el Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas. Así mismo según los resultados obtenidos del Análisis Estático y Dinámico, de ser necesario se deberá: APLICAR el FACTOR A ESCALAR (CORRECCIÓN DE LA CORTANTE BASAL ENTRE EL CASO ESTÁTICO Y EL CASO DINÁMICO) para el posterior Diseño.																		
8.- Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g) = (Aceleración Espectral)																		
C	T (s)	Sa/g																
2.50	0.00	0.1875																
2.50	0.02	0.1875																
2.50	0.04	0.1875																
2.50	0.06	0.1875																
2.50	0.08	0.1875																
2.50	0.10	0.1875																
2.50	0.12	0.1875																
2.50	0.14	0.1875																
2.50	0.16	0.1875																
2.50	0.18	0.1875																
2.50	0.20	0.1875																
2.50	0.25	0.1875																
2.50	0.30	0.1875																
2.50	0.35	0.1875																
2.50	0.40	0.1875																
2.50	0.45	0.1875																
2.50	0.50	0.1875																
2.50	0.55	0.1875																
2.50	0.60	0.1875																
2.31	0.65	0.1731																
2.14	0.70	0.1607																
2.00	0.75	0.1500																
1.88	0.80	0.1406																
1.76	0.85	0.1324																
1.67	0.90	0.1250																
1.58	0.95	0.1184																
1.50	1.00	0.1125																
1.36	1.10	0.1023																
1.25	1.20	0.0938																
1.15	1.30	0.0865																
1.07	1.40	0.0804																
1.00	1.50	0.0750																
0.94	1.60	0.0703																
0.88	1.70	0.0662																
0.83	1.80	0.0625																
0.79	1.90	0.0592																
0.75	2.00	0.0563																
0.62	2.20	0.0465																
0.52	2.40	0.0391																
0.44	2.60	0.0333																
0.38	2.80	0.0287																
0.33	3.00	0.0250																
0.19	4.00	0.0141																
0.12	5.00	0.0090																
0.08	6.00	0.0063																
0.06	7.00	0.0046																
0.05	8.00	0.0035																
0.04	9.00	0.0028																
0.03	10.00	0.0023																
ZONIFICACIÓN ZONAS SÍSMICAS DEL PERÚ																		
FACTORES DE ZONA <table border="1"> <thead> <tr> <th>SISMICIDAD</th> <th>ZONA</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MUY ALTA</td> <td>4</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>ALTA</td> <td>3</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>MEDIA</td> <td>2</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>BAJA</td> <td>1</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table>				SISMICIDAD	ZONA	Z	MUY ALTA	4	0.45	ALTA	3	0.35	MEDIA	2	0.25	BAJA	1	0.10
SISMICIDAD	ZONA	Z																
MUY ALTA	4	0.45																
ALTA	3	0.35																
MEDIA	2	0.25																
BAJA	1	0.10																
DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DEL ANÁLISIS ESTÁTICO por FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES																		
CÁLCULO DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA: C																		
$c = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right), c \leq 2.5$																		
Modo.- Tx = 0.340 seg $\Rightarrow C = 4.412 > 2.5$ Modo.- Ty = 0.280 seg $\Rightarrow C = 5.357 > 2.5$																		
USAR: Cx = 2.50 ; Cy = 2.50 (de ser mayor tomar el valor límite)																		
EVALUANDO VALOR: C/R ≥ 0.11																		
C/R = 0.417 $> 0.110 \Rightarrow$ 0.417 0.556 $> 0.110 \Rightarrow$ 0.556																		

A.6 Distribución de cuantía en vigas

 UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - LIMA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																							
TESIS:		Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal																																					
AUTORES:		Bach. Jhon Omar Guillermo Humani Bach. Stephen Yordy Asto Huachaca																																					
EJE 1																																							
VIGA																																							
V106A - (40x75) PRIMER NIVEL																																							
																																							
TRAMO		K L L M																																					
AS (-) CM2		11.65 9.66 9.66 11.65																																					
AS (+) CM2		8.52 8.52 8.52 8.52																																					
Superior As (-)		<table><tr><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td></tr><tr><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td></tr><tr><td>3</td><td>5/8</td><td>5.97</td><td>2</td><td>5/8</td><td>3.98</td><td>2</td><td>5/8</td><td>3.98</td><td>3</td><td>5/8</td><td>5.97</td></tr></table>		Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	3	5/8	5.97	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	3	5/8	5.97
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																												
2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68																												
3	5/8	5.97	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	3	5/8	5.97																												
Inferior As (+)		<table><tr><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td></tr><tr><td>3</td><td>3/4</td><td>8.52</td><td>3</td><td>3/4</td><td>8.52</td><td>3</td><td>3/4</td><td>8.52</td><td>3</td><td>3/4</td><td>8.52</td></tr></table>		Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52												
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																												
3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52																												
VIGA																																							
V-105A- (35x75) PRIMER PISO																																							
EJE 1																																							
DETALLE																																							
																																							
TRAMO		K L L M																																					
AS (-) CM2		13.53 16.37 16.37 13.53																																					
AS (+) CM2		13.35 13.35 13.35 13.35																																					
Superior As (-)		<table><tr><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td></tr><tr><td>3</td><td>3/4</td><td>8.52</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>3</td><td>3/4</td><td>8.52</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td></tr></table>		Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	3	3/4	8.52	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	3	3/4	8.52	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																												
3	3/4	8.52	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	3	3/4	8.52																												
1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01																												
Inferior As (+)		<table><tr><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td><td>Cant.</td><td>Φ</td><td>Area</td></tr><tr><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td></tr><tr><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td></tr></table>		Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																												
4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36																												
1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99																												

TESIS: Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Challhuahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal

AUTORES: Bach. Jhon Omar Guillermo Humani
Bach. Stephen Yordy Asto Huachaca

EJE 2

V-10KA (35x75) PRIMER NIVEL

V-10KA-(.35x.75)

TRAMO	1			3			3			5			5			6		
AS (-) CM2	8.52			8.52			8.52			13.53			13.53			11.36		
AS (+) CM2	9.66			9.66			7.67			7.67			9.66			9.66		
Superior As (-)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area
	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	4	3/4	11.36
Inferior As (+)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area
	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68
	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98

EJE 2

V20I - I (25x55) SEMISOTANO

EJE 2

V-10LA-(.40x.75 - .35x.75)

TRAMO	1			3			3			5			5			6		
AS (-) CM2	16.37			16.37			16.37			16.37			16.37			11.36		
AS (+) CM2	12.68			12.68			12.68			12.68			12.68			12.78		
Superior As (-)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area
	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36
Inferior As (+)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area
	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	4	3/4	11.36
	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	3/8	0.71
	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	3/8	0.71

[illegible]

	EJE 1
--	-------

V-206A - (35x75) SEGUNDO PISO



VIGA	V-205A- (35x75) SEGUNDO PISO
	FUE 1

[illegible]

V-205A(.35x.75)

TRAMO	K			L			L			M																										
AS (-) CM2	10.51			14.20			14.20			10.51																										
AS (+) CM2	10.51			11.36			8.52			10.51																										
	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																								
Superior As (-)	3	3/4	8.52	5	3/4	14.20	5	3/4	14.20	3	3/4	8.52																								
	1	5/8	1.99	0	1	0.00	0	1	0.00	1	5/8	1.99																								
Inferior As (+)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																								
	3	3/4	8.52	4	3/4	11.36	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52																								
	1	5/8	1.99	0	5/8	0.00	0	5/8	0.00	1	5/8	1.99																								

VIGA		V-203A - (35x75) SEGUNDO PISO																		
		EJE 1																		
DETALLE																				
	V-203A(.35x.75)																			
	TRAMO		K			L			L			M								
	AS (-) CM2		10.51			12.50			12.50			10.51								
	AS (+) CM2		10.51			8.52			8.52			10.51								
Superior As (-)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area								
	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52								
	1	5/8	1.99	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	1	5/8	1.99								
Inferior As (+)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area								
	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52								
	1	5/8	1.99	0	5/8	0.00	0	5/8	0.00	1	5/8	1.99								
VIGA		V-20KA - (35x75) SEGUNDO PISO																		
		EJE 1																		
DETALLE																				
	V-20KA(.35x.75)																			
	TRAMO		K			L			L			M								
	AS (-) CM2		8.52			10.51			10.51			8.52								
	AS (+) CM2		7.67			7.67			7.67			7.67								
Superior As (-)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area								
	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52	3	3/4	8.52								
	0	5/8	0.00	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	0	5/8	0.00								
Inferior As (+)	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area								
	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68								
	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99								

		UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - LIMA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																													
TESIS:		Relación de cuantías de acero y ductilidad al desplazamiento lateral del establecimiento de salud Chalhuhahuacho, Cotabambas, Apurímac aplicando análisis no lineal																																																																													
AUTORES:		Bach. Jhon Omar Guillermo Humani Bach. Stephen Yordy Asto Huachaca																																																																													
EJE 2																																																																															
VIGA		V-20KA (35x75) SEGUNDO NIVEL																																																																													
		V-20KA (.35x.75)																																																																													
TRAMO		<table><tr><th colspan="2">1</th><th colspan="2">3</th><th colspan="2">3</th><th colspan="2">5</th><th colspan="2">5</th><th colspan="2">6</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>AS (-) CM2</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td>9.66</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>AS (+) CM2</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td>7.67</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						1		3		3		5		5		6								AS (-) CM2	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66								AS (+) CM2	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67																									
1		3		3		5		5		6																																																																					
AS (-) CM2	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66																																																																					
AS (+) CM2	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67	7.67																																																																					
Superior As (-)		<table><tr><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>5/8</td><td>3.98</td><td>2</td><td>5/8</td><td>3.98</td><td>2</td><td>5/8</td><td>3.98</td><td>2</td><td>5/8</td><td>3.98</td><td>2</td><td>5/8</td><td>3.98</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area				2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68				2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98																					
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																																																																	
2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68																																																																	
2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98	2	5/8	3.98																																																																	
Inferior As (+)		<table><tr><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area				2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68				1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99																					
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																																																																	
2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68																																																																	
1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99	1	5/8	1.99																																																																	
VIGA		V-20LA (35x75) SEGUNDO NIVEL																																																																													
EJE 2																																																																															
DETALLE		V-20LA (.35x.75)																																																																													
TRAMO		<table><tr><th colspan="2">1</th><th colspan="2">3</th><th colspan="2">3</th><th colspan="2">5</th><th colspan="2">5</th><th colspan="2">6</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>AS (-) CM2</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>16.37</td><td>11.36</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>AS (+) CM2</td><td>15.52</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td>10.69</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						1		3		3		5		5		6								AS (-) CM2	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	11.36								AS (+) CM2	15.52	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69																									
1		3		3		5		5		6																																																																					
AS (-) CM2	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	11.36																																																																					
AS (+) CM2	15.52	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69																																																																					
Superior As (-)		<table><tr><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td>4</td><td>3/4</td><td>11.36</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area				4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36				1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01																					
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																																																																	
4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36	4	3/4	11.36																																																																	
1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01																																																																	
Inferior As (+)		<table><tr><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th>Cant.</th><th>Φ</th><th>Area</th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>3</td><td>3/4</td><td>8.52</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td>2</td><td>3/4</td><td>5.68</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>5/8</td><td>1.99</td><td>0</td><td>5/8</td><td>0.00</td><td>0</td><td>5/8</td><td>0.00</td><td>0</td><td>5/8</td><td>0.00</td><td>0</td><td>3/8</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td>1</td><td>1</td><td>5.01</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area				3	3/4	8.52	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68				1	5/8	1.99	0	5/8	0.00	0	5/8	0.00	0	5/8	0.00	0	3/8	0.00				1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01			
Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area	Cant.	Φ	Area																																																																	
3	3/4	8.52	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68	2	3/4	5.68																																																																	
1	5/8	1.99	0	5/8	0.00	0	5/8	0.00	0	5/8	0.00	0	3/8	0.00																																																																	
1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01	1	1	5.01																																																																	