



FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS, DISEÑO & ARTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“DISEÑO DE ÁBACOS PARA DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS
Y COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO EN VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES, CHICLAYO-2018”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Cosmópolis Viteri, José Eduardo

ASESOR:

Ing. Silva Sánchez, José Ricardo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación y Diseño de Construcciones Sostenibles

PRIORIDAD:

Ingeniería estructural y sismorresistente

CHICLAYO – PERÚ

2020

Página del Jurado

Presidente

Secretario

Vocal

Dedicatoria

Mi tesis se la dedico a mi padre, quien no está conmigo físicamente, pero fue la principal persona que me apoyó en los momentos que más necesitaba. Gracias padre por todo lo que me has dado, esta meta te la dedico con mucho cariño.

A mi madre, quien fue también el complemento que necesitaba para poder culminar mis estudios. Te dedico esta tesis madre mía, por todo el esfuerzo que has hecho por mí y hacer que mi meta se haga realidad.

José Eduardo Cosmópolis Viteri

Agradecimiento

Me siento agradecido a Dios por darme mucha fortaleza y sobretodo perseverancia en este camino tan difícil que he tenido que pasar.

Agradecer a mi asesor que, durante la realización de mi proyecto de tesis, ha sido mi mano derecha y guía en el proceso arduo de mi meta, pues con su ayuda ha sido para mí un poco menos complicado.

El resultado ha sido grandioso gracias a su apoyo incondicional realmente ha sido mejor de lo que esperaba y una gran parte del desarrollo se lo debo a usted, que Dios lo bendiga. Un fuerte abrazo.

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Cosmópolis Viteri José Eduardo**, adscrito a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo, Ingeniería, Diseño & Arte de la Universidad Particular de Chiclayo, identificado con **DNI N°71879794**, con tesis titulada “Diseño de Ábacos para Dimensionamiento de vigas y columnas de concreto armado en viviendas multifamiliares, Chiclayo-2018”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Particular de Chiclayo.

Bach. Cosmópolis Viteri José Eduardo

DNI N°71879794

Presentación

Señores Miembros del Jurado:

La presente investigación titulada “Diseño de Ábacos para Dimensionamiento de vigas y columnas de concreto armado en viviendas multifamiliares, Chiclayo-2018” se pone a consideración de los señores miembros del Jurado Calificador en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Particular de Chiclayo, y para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

La información se ha estructurado en nueve capítulos teniendo en cuenta el esquema de investigación sugerido por la universidad.

En el capítulo I, se ha considerado la introducción de la investigación. En el capítulo II, se registra la base teórica. En el capítulo III, se presenta el marco metodológico. En el capítulo IV, se muestran los resultados a partir del procesamiento de la información recogida. En el capítulo V se considera la discusión de los resultados. En el capítulo VI se recogen las conclusiones. En el capítulo VII se presentan las recomendaciones. En el capítulo VIII se consideran las referencias bibliográficas; y por último en el capítulo IX se presentan los anexos de la investigación.

El Autor.

Índice

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación.....	vi
Resumen	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Formulación del Problema.....	14
1.3. Hipótesis	14
1.4. Objetivos.....	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos	15
II. BASES TEÓRICAS	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.2. Marco Teórico.....	19
2.3. Definición de términos.....	25
III. MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1. Variables	27
3.2. Operacionalización de Variables	28
3.3. Metodología.....	29
3.4. Tipo de Estudio.....	29
3.5. Diseño	29
3.6. Población, Muestra y Muestreo	30
3.7. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	31
3.8. Método de Análisis de Datos	31
3.9. Aspectos Éticos.....	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	46

VI.	CONCLUSIONES	48
VII.	RECOMENDACIONES.....	49
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
IX.	ANEXOS	53

Indice de Tablas

Tabla 1: Pre dimensionamiento de Vigas del Ing. Roberto Morales M.	23
Tabla 2: Tipos de columnas e índices de aplastamiento.....	24
Tabla 3: Pre dimensionamiento de vigas del Ing. Genaro Delgado	24
Tabla 4: Coeficiente K para columnas en función del área tributaria y tipo de columna ...	25
Tabla 5: Operacionalización de Variables.....	28
Tabla 6: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 3.50 m).....	33
Tabla 7: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 4.00 m).....	34
Tabla 8: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 4.50 m).....	34
Tabla 9: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 5.00 m).....	34
Tabla 10: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 5.50 m).....	35
Tabla 11: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 6.00 m).....	35
Tabla 12: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 6.50 m).....	35
Tabla 13: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 7.00 m).....	36
Tabla 14: Distorsión máxima por piso (módulo: 3.50 m)	36
Tabla 15: Distorsión máxima por piso (módulo: 4.00 m)	37
Tabla 16: Distorsión máxima por piso (módulo: 4.50 m)	37
Tabla 17: Distorsión máxima por piso (módulo: 5.00 m)	37
Tabla 18: Distorsión máxima por piso (módulo: 5.50 m)	38
Tabla 19: Distorsión máxima por piso (módulo: 6.00 m)	38
Tabla 20: Distorsión máxima por piso (módulo: 6.50 m)	38
Tabla 21: Distorsión máxima por piso (módulo: 7.00 m)	39
Tabla 22: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 3.50 m)	39
Tabla 23: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 4.00 m)	40
Tabla 24: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 4.50 m)	40
Tabla 25: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 5.00 m)	40
Tabla 26: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 5.50 m)	41
Tabla 27: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 6.00 m)	41
Tabla 28: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 6.50 m)	41
Tabla 29: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 7.00 m)	42
Tabla 30: Resumen de resultados para dimensionamiento de columnas.....	42
Tabla 31: Resumen de resultados para dimensionamiento de vigas	43

Indice de Gráficas

Gráfica 1: Ábaco para el pre dimensionamiento de columnas de concreto armado.....	44
Gráfica 2: Ábaco para el pre dimensionamiento de vigas de concreto armado	45

Resumen

La presente investigación abarcará las edificaciones serán de cinco pisos en la ciudad de Chiclayo con sistema estructural pórticos de Concreto armado teniendo como muestra la edificación que se ubicará en calle Zafiro 178 Urb. Patasca (Chiclayo,) y que será del tipo cuantitativo, el proyecto durará 8 meses aproximadamente (Abril-Diciembre 2019), el procedimiento a seguir en el proyecto es el siguiente, primeramente se realizará el plano de la edificación en el software ETABS 2016, luego se realizará un previo predimensionamiento de la edificación, para después ingresar al ETABS las dimensiones de los elementos estructurales y cumpliendo con la norma E0.30 y con los requisitos mínimos para vigas y columnas, seguidamente el programa ETABS arrojará los resultados cumpliendo con las normas establecidas anteriormente y comparando con los resultados de los diferentes autores, posteriormente se elaborará un ábaco con los resultados del ETABS el cual se tomará en la dirección “X” las luces entre vigas o columnas según corresponda y en la dirección “Y” se ubicarán las dimensiones de vigas o columnas y por consecuencia la conclusión sería que el uso de programas de diseño estructural (como Etabs) para los cálculos estructurales puede mejorar la precisión del diseño del hormigón armado y no sobredimensionará ni reforzará en exceso los elementos de resistencia, mejorando así el diseño. El uso de estos procedimientos de diseño también nos permite reflejar más fielmente el impacto de los terremotos en las estructuras. Sin embargo, siempre se debe verificar la precisión de los resultados, ya que el uso incorrecto del programa puede tener un impacto grave en el diseño.

Palabras claves: Predimensionamiento, ETABS, Ábacos, vigas y columnas, Norma E0.30

Abstract

The present investigation will cover the buildings that will be of five floors in the city of Chiclayo with a structural system of reinforced concrete porches, taking as a sample the building that will be located at Calle Zafiro 178 Urb. Patasca (Chiclayo,) and that will be of the quantitative type, the project It will last approximately 8 months (April-December 2019), the procedure to be followed in the project is as follows, first the building plan will be made in the ETABS 2016 software, then a previous pre-dimensioning of the buildings will be carried out, and then enter the ETABS the dimensions of the structural elements and complying with the E0.30 standard and with the minimum requirements for beams and columns, then the ETABS program will yield the results complying with the previously established standards and comparing with the results of the different authors, subsequently will make an abacus with the results of the ETABS which will be taken in the direction "X" the lights and Between beams or columns as appropriate and in the "Y" direction the dimensions of the beams or columns will be located and consequently the conclusion would be that the use of structural design programs (such as Etabs) for structural calculations can improve the precision of the design of the reinforced concrete and will not oversize or over-reinforce the resistance elements, thus improving the design. Using these design procedures also allows us to more accurately reflect the impact of earthquakes on structures. However, the accuracy of the results should always be checked, as incorrect use of the program can have a serious impact on the design.

Keywords: Predimensioning, ETABS, Abacus, beams and columns, Standard E0.30

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

A Nivel Internacional

En Colombia, Arcila & Riveros (2014) mostraron los resultados del uso de redes neuronales artificiales (RNA), en estructuras aporticadas, para determinar la sección de vigas y columnas de hormigón armado de edificios del primero al sexto nivel, bajo el código NSR-10.

En Venezuela, Saavedra (2016) manifiesta que el predimensionamiento es lo primero que se tiene que hacer antes de entrar al diseño de los elementos estructurales que está en función de iniciar un proceso iterativo para finalmente comprobar dichas dimensiones y poder tener las medidas finales de dichos elementos. En el proceso de iterar se va a tener diferentes dimensiones de los elementos que tendrá que cambiar dichas dimensiones hasta llegar a las medidas finales esto se debe a que dicho proceso es un método aproximado que tiene en cuentas las dimensiones de la planta y la cantidad de pisos, por otro lado, dependiendo de las cargas es como se va a diseñar la edificación así como también la resistencia última que es un factor muy importante para poder en dicho proceso.

Por otro lado, Medina (2013) señaló que existen dos métodos para el preforzamiento de pilares de hormigón armado, el primero es un método aproximado en el que solo se utiliza la carga axial porque es fácil obtener los resultados del cálculo inicial. Para el pórtico, el segundo método es más preciso y seguro porque utiliza los factores de carga axial y momento flector que son esenciales al diseñar la columna.

A Nivel Nacional

La Torre (2018) investigó y evaluó la mejora de estructuras de hormigón armado en el campo de la educación. Señaló que los métodos se han utilizado para desarrollar el uso de algoritmos complejos en estructuras, pero debido a su dificultad y discusiones sobre temas específicos, estos métodos no son establecidas en proyectos estructurales y no son ampliamente utilizados por diseñadores estructurales.

Granilla (2017) propone una investigación que se basa en la utilización de forma eficiente el uso de las secciones de concreto armado, como columnas y vigas para el control de las derivas para las edificaciones de la ciudad de Cusco a través de las redes neuronales artificiales. Además de optimizar el tiempo de ejecución del modelado estructural, se realizó un análisis, no solo optimizando la sección transversal de vigas y columnas, sino también analizando los costos laborales, materiales y equipos utilizados para construir estos edificios. Para optimizar la sección transversal de vigas y columnas, se utilizan redes neuronales artificiales: el tipo Perceptron Multilayer funciona mejor porque tiene capas ocultas y puede resolver problemas de separabilidad lineal.

Moya (2013) sugirió desarrollar un diseño sísmico en un proyecto para arreglar la estructura usando métodos optimizados. En cuanto al contenido anterior, se enfoca en estructuras de edificación que no cumplan con el código de diseño sísmico vigente E.030, que incorporará elementos de refuerzo estructural de acuerdo con estándares de optimización.

A Nivel Local

A nivel local, las dimensiones predeterminadas de vigas y columnas se basan en teorías nacionales y métodos aproximados, pero basados en fuentes y estándares internacionales, como ACI 318-08, y las normas técnicas de edificación peruanas vigentes (E. 060 hormigón armado); en Chiclayo no se encuentra ninguna investigación local que involucre estos procesos.

1.2. Formulación del Problema

¿Sirve el diseño de ábacos para el dimensionamiento de vigas y columnas de concreto armado, en viviendas Multifamiliares, Chiclayo-2018?

1.3. Hipótesis

El diseño de ábacos permite el dimensionamiento de vigas y columnas de concreto armado, en viviendas multifamiliares, Chiclayo-2018

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar ábacos para la construcción de gráficos multivariantes y optimizar el dimensionamiento de vigas y columnas de concreto armado para viviendas multifamiliares.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las dimensiones de vigas y columna para la posterior creación de un ábaco.
- Calcular y graficar ábacos según los resultados del software ETABS
- Comprender el uso y las ventajas del ábaco como material didáctico para mejorar el dimensionado de vigas y columnas de hormigón armado en viviendas plurifamiliares.

II. BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes

A Nivel Internacional

Carmona (2016) en su investigación elaborada en la ciudad de México, titulada *“Diseño de un edificio para oficinas con estructura de concreto reforzado y preesforzado”*, el propósito fue demostrar el procedimiento para el diseño estructural de un edificio de cinco pisos con las peculiaridades de colocar columnas y vigas de concreto reforzado en su lugar y un sistema de piso de concreto prefabricado prefabricado. Sugirió usar las "Normas Técnicas Suplementarias de Construcción y Diseño de Estructuras de Concreto" (NTC-C) para determinar el tamaño de los elementos estructurales, es decir, para determinar la viga o la relación de la viga de antemano, utilizando la relación de $L/10$, donde L es la longitud de la viga.

Para la columna, la altura de la columna y la longitud del soporte del marco se consideran mediante la siguiente relación matemática, que se basa en el valor mayor: $L/18$ o $h/14$. El propósito de este estudio es describir los procedimientos a seguir para diseñar un edificio con un sistema de piso prefabricado y un marco de hormigón armado colado in situ.

Como resultado, se implementó un modelo matemático en el programa de análisis estructural para idealizar el edificio y someterlo a diferentes fuerzas de gravedad y dinámicas, que pueden ser sometidas al edificio una vez terminado. En resumen, se puede observar que en el tamaño de columna determinado no se considera la carga a soportar por la columna, por lo que el tamaño final de estas columnas se ha incrementado en un 33% sin considerar la combinación de mayor carga axial y momento biaxial.

Según Aguilar (2015), en su investigación realizada en México, titulada *“Análisis y diseño de un edificio de 8 niveles empleando diferentes sistemas de piso: Losas de concreto reforzado perimetralmente apoyadas y losas planas de concreto postensado”* se han utilizado diferentes sistemas de forjados: losas de hormigón armado con soporte perimetral y losas de hormigón postensado. El propósito de este artículo es realizar modelos para dos modelos de un

hotel de 8 pisos ubicado en la zona sísmica IIIb de la Ciudad de México. En el modelo A se usa la cimentación de losa de concreto y en el modelo B se usa el piso de concreto postensado de losa de concreto.

Con respecto a las dimensiones predeterminadas del elemento estructural, utilizó los criterios para evaluar la sección transversal del elemento y luego comienza con el análisis. Las vigas solo se utilizarán en el modelo A. Para la primera evaluación de la sección transversal se utiliza la fórmula empírica, donde se encuentra la altura del elemento, la longitud del vano se divide por 10, y se recomienda configurar la sección para tener en cuenta la viga.

Como resultado, luego de analizar y diseñar el modelo por completo, se sorprendieron de que el tamaño de la combinación de carga fuera muy alto debido a la acción del muro de hormigón armado, por lo que sugirieron reducir la sección transversal del hormigón armado. Por tanto, las vigas pueden tener una sección transversal de 25x50 más acorde con el proyecto en el primer piso de sur a norte, y también tener una parte de la cubierta en el segundo piso, mientras que el resto de la estructura tiene una sección transversal de 20x40.

Para el tamaño predeterminado de las columnas, se propone una sección transversal porque son la forma en la vista en planta original, y el área tributaria de cada elemento se evalúa dividiendo el rectángulo que define el eje en cuatro rectángulos más pequeños. Además, ambos modelos A y B utilizan columnas cromatográficas, por lo que se decidió utilizar únicamente columnas cuadradas.

En definitiva, a la hora de calcular las dimensiones previas de vigas se han propuesto valores muy elevados, por lo que hay que reducirlos y homogeneizarlos para que las vigas no se exageren, en consonancia con el proyecto y que al final no sean demasiado grandes.

De acuerdo con Tapia (2014), en su investigación realizada en Ecuador, titulada ***“Diseño sísmo resistente de edificios con muros estructurales, período de retorno variable y el impacto en los costos de construcción, considerando el diseño de conexiones viga-muro”***, cuyo objetivo fue diseñar 3 edificios de 4, 8 y 12 pisos de acuerdo con el Código de Edificación de Ecuador 2013, y se adoptó un sistema de estructura dual. El Comité 318-08 del Instituto Americano de Concreto (ACI) también lo respalda. Utilizando el estudio sísmo

resistente en Quito, donde se encuentra NEC, se proyectó la estructura para preparar espectros de amenaza sísmica para terremotos con 5%, 10% y 20% de probabilidad de ocurrencia al 50%.

Finalmente, se obtienen los resultados del costo de construcción de cada edificio en cada período de recuperación correspondiente, de esta manera se brinda información muy valiosa sobre la seguridad, costo y carga de trabajo de la estructura de manera comparativa.

Al comparar el costo, volumen y ventajas de estos edificios con otros edificios de las mismas características, se concluye que este último utiliza un sistema estructural tipo pórtico para predeterminar las dimensiones de los elementos estructurales. Este método a utilizar es sugerido por ACI.

A Nivel Nacional

Según Del Castillo Paisig (2016), en su investigación realizada en San Isidro (Lima), titulada ***“Diseño de un Edificio de Oficinas en San Isidro”*** incluyó el diseño y análisis estructural del desarrollo de un edificio de hormigón armado de siete pisos. La estructura del edificio consta de dos muros en forma de C, columnas y vigas. Estructura y dimensiones predeterminadas según los estándares obtenidos en el curso de hormigón armado y según la estructura del edificio.

Según Blanco Paredes (2014), en su investigación realizada en Miraflores (Lima), titulada ***“Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda de 8 pisos”*** el estándar de tamaño predeterminado utilizado en la viga ayuda a controlar correctamente la deflexión y fortalecerla sin apiñamiento. Esta investigación fue guiada por documentos importantes como la norma de hormigón armado E.060 y el libro "Diseño de Edificios de Hormigón Armado" de Antonio Blanco Blasco.

Según Terry Rajkovic (2014), en su investigación realizada en San Miguel en la ciudad de Lima, titulada ***“Diseño de tres Edificios de Concreto Armado, Dos de 5 pisos y uno de 12 pisos más un sótano”***, Las técnicas utilizadas para el análisis y diseño estructural se desarrollan en el marco del Código Nacional de la Edificación (R.N.E) y sus normas

constitutivas. En primer lugar, antes de proceder con el diseño, el edificio debe estar debidamente estructurado, teniendo en cuenta el plan arquitectónico y una serie estándares teóricos de Antonio Blanco Blasco.

Posteriormente, se determinan previamente las dimensiones de los elementos estructurales, luego se miden las cargas que actúan sobre estos elementos y se realiza su análisis estructural. Al predeterminar las dimensiones de la viga, es necesario distinguir las vigas que pertenecen al sistema sísmico de las vigas secundarias que no forman un marco y por lo tanto no están tensas.

A Nivel Local

No existe un precedente local para el uso del diseño aritmético para el dimensionamiento de vigas y columnas, por lo que la investigación es innovadora en el entorno local

Esta investigación es muy importante porque ayuda a resolver problemas teóricos y prácticos de carácter económico y educativo, porque el diseño estructural se verá reflejado en el ahorro de tiempo y constituirá una herramienta educativa innovadora, por lo que también se pretende proponer un nuevo hito más práctico y preciso que los métodos existentes para determinar las dimensiones de vigas y columnas, lo que es beneficioso para el diseño estructural.

2.2. Marco Teórico

Variable Dependiente

La nomografía es una ciencia auxiliar creada por M. d'Ocagne en 1891. Después de una rápida difusión, alcanzó su punto máximo en la década de 1940. Debido al declive de los métodos geométricos y la geometría, se convirtió en un tema de investigación en la década de 1950 y ya no se usaba. En comparación con la resolución de un solo problema directamente mediante el cálculo numérico, la construcción de un ábaco o nomograma requiere más esfuerzo.

Pero una vez establecidos, estos problemas pueden resolverse mediante una simple interpolación visual. El ábaco es una herramienta de cálculo de estructura laboriosa y de bajo rendimiento, sin embargo, para militares o ingenieros, el nomograma es una herramienta muy práctica que puede realizar cálculos costosos repetidamente. (Escribano, 2013).

Para construir un nomograma o ábaco, se requieren algunos conocimientos básicos de matemáticas. Se proporcionará un conjunto de datos vinculados o no vinculados por ecuaciones, los cuales deberán estar organizados en papel para que se puedan obtener nuevos datos interpolando. Hay dos tipos de ábaco o nomograma: puntos cartesianos y puntos de alineación (Zárate, 1983).

Variable Independiente

El proceso de dimensionamiento común se basa en las fuerzas correspondientes a la acción interna, que son el resultado del análisis elástico de la estructura bajo la acción de servicio asumida. Compare estas tensiones con las tensiones admisibles, que se especifican como parte de la resistencia del hormigón y el acero. Se cree que esto se logra al mismo tiempo, tiene un comportamiento satisfactorio en las condiciones de uso y tiene un margen de seguridad razonable. (Gonzales & Robles, 2005)

Teoría del Dimensionamiento de Vigas y Columnas de Concreto Armado del Ing. Antonio Blanco Blasco

Según Blanco (1994), las vigas se dimensionarán con la fórmula que la luz libre entre diez hasta doce para conocer el peralte para luego dimensionar el ancho que varía entre 0.3-0.5 del peralte, como recomendación de la Norma Peruana las vigas deben tener como mínimo 25cm de ancho cuando formen parte de pórticos o elementos sismo resistentes de la estructura de concreto armado, esta limitación no prohíbe tener vigas de menor espesor (15 o 20cm) cuando las vigas no forman parte de los pórticos.

De acuerdo a Blanco (1994), en el caso de carga axial y momento flector, estos dos efectos deben ser considerados para determinar el tamaño de la columna, y tratar de evaluar cuál de los dos es más influyente controlando el tamaño. Si hay pocos pisos sobre edificios y

la luz es importante, el momento flector puede generar una excentricidad importante, y buscará una sección con mayor altura en la dirección donde el momento flector es crítico. Basado en todas las instrucciones, recomienda los siguientes estándares de tamaño:

- 1) Para edificios que tengan muros de corte en ambos sentidos, tal que la rigidez lateral y la resistencia serán controladas por los muros, las columnas se pueden dimensionar suponiendo un área igual a:

$$\text{Area de la Columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.45f'_c}$$

- 2) Para el mismo tipo de edificio, el dimensionamiento de las columnas con menos carga axial, como es el caso de las exteriores o esquineras, se podrá hacer con una área igual a :

$$\text{Area de la Columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.35f'_c}$$

Teoría del Dimensionamiento de Vigas y Columnas de Concreto Armado del Inq. Roberto Morales Morales

De acuerdo con Morales (2002), para vigas que corresponden a losas reforzadas en dos sentidos se recomienda emplear:

$$b = \frac{A}{20} ; h_A = \frac{A}{\alpha} ; h_B = \frac{B}{\beta}$$

Donde:

b = Ancho de la viga (cm)

h = Peralte de la viga (cm)

A, B = Dimensión menor y mayor del panel respectivamente (cm)

α y β = Coeficientes obtenidos de la Tabla 1

Tabla 1

Pre dimensionamiento de Vigas del Ing. Roberto Morales M.

A/B	SOBRECARGA (KG/M2)	α	β
A/B > 0.67 o A/B = 1.0	250	13	13
	500	11	11
	750	10	10
	1000	9	9
A/B < 0.67	250	13	13
	500	11	11
	750	10	10
	1000	9	9

Fuente: Morales (2002). Diseño en Concreto Armado.

Morales (2002) también menciona que, de acuerdo a ensayos experimentales en Japón, las columnas se dimensionan con la fórmula:

$$b D = \frac{P}{n f'c}$$

Donde:

n = Índice de Aplastamiento.

Si $n > \frac{1}{3} \rightarrow$ Falla frágil por aplastamiento debido a cargas axiales excesivas.

Si $n < \frac{1}{3} \rightarrow$ Falla Dúctil

D = Dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna (cm)

b = La otra dimensión de la sección de la columna (cm)

P = Carga total que soporta la columna (Ver tabla) (kg)

f'c = Resistencia del concreto a la compresión simple (kg/cm²)

Tabla 2

Tipos de columnas e índices de aplastamiento

Tipo C1	Columna interior	P = 1.10 Pg
Para los primeros pisos	Menor a 3 pisos	n = 0.30
Tipo C1	Columna interior	P = 1.10 Pg
Para los 4 últimos pisos superiores	Mayor a 4 pisos	n = 0.25
Tipo C2, C3	Columnas extremas de pórticos interiores	P = 1.10 Pg n = 0.25
Tipo C4	Columnas de esquina	P = 1.10 Pg n = 0.20

Fuente: Morales (2002). Diseño en Concreto Armado

Dimensionamiento de Vigas y Columnas de Concreto Armado del Ing. Genaro Delgado Contreras

Para pre dimensionar vigas Delgado (2011) considera como luz libre la distancia entre vigas y tiene en cuenta la sobrecarga que soportará la viga basándose en la siguiente tabla:

Tabla 3

Pre dimensionamiento de vigas del Ing. Genaro Delgado

Usos	Sobrecarga (kg/m ²)	Peralte total (m)
Departamentos y oficinas	250	L/11
Garages y tiendas	500	L/10
Depósitos	1000	L/8

Fuente: Delgado (2011). Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado.

También especifica los tipos de columnas: C1 (Central), C2 (Extrema Principal), C3 (Extrema Secundaria) y C4 (Esquina). Para predimensionar las columnas utiliza la fórmula:

$$A_c = K A_t$$

Donde:

A_c = Área de la sección transversal de la columna.

K = Coeficiente

A_t = Área tributaria del piso considerado.

Tabla 4

Coeficiente K para columnas en función del área tributaria y tipo de columna

PISO	LUZ (m)	AREA TRIBUTARIA POR PISO (m ²)	TIPO DE COLUMNA			
			C1	C2	C3	C4
Ante penúltimo piso	4	16	0.0013	0.0025	0.0220	0.0040
	6	36	0.0011	0.0020	0.0016	0.0028
	8	64	0.0011	0.0017	0.0015	0.0023
Segundo piso	4	16	0.0011	0.0014	0.0014	0.0021
	6	36	0.0012	0.0014	0.0014	0.0015
	8	64	0.0012	0.0014	0.0014	0.0015

Fuente: Delgado (2011). Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado.

2.3. Definición de términos

Ábacos

Representación gráfica que permite realizar rápidamente cálculos numéricos aproximados basados en métodos matemáticos o reglas para predecir eventos de interés (Esteban, Sanz, & Borque, 2006)

Columnas

Es una barra apoyada verticalmente, cuya función es la de soportar cargas o el peso de otras partes de la estructura. Los principales esfuerzos que soporta son de compresión y pandeo. Los materiales constituyentes de estos elementos son diversos: Madera, acero, hormigón armado, mampostería, etc. Suelen ser de forma geométrica regular (cuadrada o rectangular) y también de sección circular (Giordani & Leone, 2016)

Dimensionamiento

Se entiende por dimensionamiento la determinación de las propiedades geométricas de los elementos estructurales y de la cantidad y posición del acero de refuerzo (Gonzales & Robles, 2005)

Vigas

Es una pieza o barra horizontal, con una determinada forma en función del esfuerzo que soporta. Están sometidas a esfuerzos de flexión. Están constituidas generalmente en acero, hormigón armado, pretensado, pos tensado y madera (Giordani & Leone, 2016)

ACI 318

El código de requisitos de edificación para concreto armado que nos facilita unos requisitos mínimos para el diseño y construcción de estructuras de concreto armado de cualquier estructura levantada bajo los requisitos de un código de edificación general que lo incorpore. Éste es difundido por el Instituto Americano del Concreto (ACI, 2003).

ASTM

Es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios (ASTM International, 1998).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Variable Dependiente

Dimensionamiento de vigas y columnas.

Variable Independiente

Diseño de Ábacos.

3.2. Operacionalización de Variables

Tabla 5

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Dimensionamiento de vigas y columnas	Consiste en determinar los esfuerzos correspondientes a acciones interiores obtenidas de un análisis elástico de la estructura, bajo sus supuestas acciones de servicio (González, 2005)	Procedimiento previo al diseño que es necesario llevar a cabo en estructuras hiperestáticas antes de poder calcular con precisión los esfuerzos sobre las mismas (González, 2005)	Vigas y columnas	Vigas principales, vigas secundarias, columnas centradas, esquineras y laterales	Longitud, ancho, peralte	Aplicación de métodos normativos	Fórmulas experimentales y de códigos normativos	Cálculo manual	Intervalo
VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño y uso de Ábacos	Tablas gráficas graduadas planas que sirven para representar ecuaciones algebraicas con dos o más variables, de modo que el cálculo de sus soluciones se reduce a una simple lectura (Sousa, 2015)	Mediante el trazado de líneas rectas se determinan los puntos colineales existentes en cada una de las escalas, que representarán los distintos valores relacionados por la función en cada caso concreto (Sousa, 2015)	Ábacos			Aplicación de la NTE E.030 y NTE E.060	Uso de ábacos	Cálculo gráfico	Intervalo

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Metodología

Tamayo y Tamayo (2003) definió el marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados”. El método utilizado en este estudio es un método deductivo hipotético, según Bisquerra (2004): el problema es observar casos específicos. A través del proceso de inducción, esta pregunta se refiere a la teoría. A partir del nuevo marco teórico, se propuso una hipótesis a través del razonamiento deductivo y luego se intentó una prueba empírica. El ciclo completo de inducción / deducción se denomina proceso de deducción hipotética.

3.4. Tipo de Estudio

Cuantitativo: porque utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadístico, estableciendo así patrones de comportamiento y probando teorías. (Hernández, Fernández & Baptista, 2006)

3.5. Diseño

Según el propósito: investigación aplicada; Valderrama (2013) mencionó: su propósito es mejorar el statu quo de individuos o grupos de personas, por lo que se debe involucrar la investigación aplicada, en el espíritu de que la investigación básica se enfoca en la resolución de problemas más que en lo teórico. Garcés (2000) definió que: “Se llama investigación aplicada la que tiene por objeto, modificar algo de la realidad; es decir, utilizar el conocimiento científico en algo material, modificándolo o cambiándolo”.

Según su carácter: investigación experimental, como sostienen Hernández, Fernández y Baptista (2014): “Una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. Esta definición quizá parezca compleja; sin embargo, conforme se analicen sus componentes se aclarará el sentido de la misma”.

Según su naturaleza: investigación cuantitativa, al respecto Hernández, Fernández y Baptista (2014) manifiesta, los métodos cuantitativos (como decimos, representan un conjunto de procesos) son secuenciales y probatorios. Cada etapa es anterior a la siguiente, y no podemos "saltarnos" los pasos. El orden es estricto, aunque ciertamente podemos redefinir una etapa. Una parte de una idea es limitada, una vez definida, se trazan metas y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se establece un marco o punto de vista teórico. Establecer hipótesis a partir del problema y determinar variables; hacer un plan de prueba (diseño); las variables se miden en un contexto dado; analizar las métricas obtenidas (generalmente usando métodos estadísticos) y sacar una serie de conclusiones sobre las hipótesis.

Según su marco temporal: estudio transversal, porque los datos se recogen mediante una medición en un tiempo determinado. Hernández, Fernández y Baptista (2014) manifestaron que: “Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede”

Según su dirección asumida: investigación orientada a aplicaciones. En el diseño y desarrollo del trabajo de investigación se da el método de presentación del problema planteado anteriormente. Alfaro (2012) manifestó que: “La investigación aplicada, guarda íntima relación con la básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar”.

3.6. Población, Muestra y Muestreo

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. Según Alfaro (2012) “La muestra es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población”. Por otro lado, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolecta datos, y que tiene que

definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población”

En la presente investigación la población lo conformó una edificación de hasta cinco pisos con sistema estructural de pórticos de concreto armado, ubicada en la ciudad de Chiclayo. La muestra se ubicó en calle Zafiro 175 Urb. Patazca.

3.7. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Chávez (2015) definió que: “El instrumento de recolección de datos está orientado a crear las condiciones de medición. Los datos son conceptos que expresan una abstracción del mundo real, de lo sensorial, susceptible de ser percibido por los sentidos de manera directa o indirecta. Todo lo empírico es medible. No existe ningún aspecto de la realidad que escape a esta posibilidad. Medición implica cuantificación”.

Valderrama (2013) definió que: “Los instrumentos de recolección de datos son los materiales que el investigador vea conveniente hacer uso, para la recopilación y almacenamiento de la información”.

Del mismo modo, Valderrama (2013) manifiesta que: “Las técnicas son las distintas maneras o formas de aplicar los procedimientos e instrumentos para obtener información”.

En la prueba se aplicaron ocho pórticos de cinco niveles, y para ello se desarrolló una herramienta de recolección de datos, la cual fue diseñada de acuerdo a los objetivos y temáticas del trabajo de investigación.

La prueba está compuesta por cuatro ítems a evaluar: período de la edificación, porcentaje de masa participativa, control de desplazamientos o derivas de pisos y fuerza cortante mínima en la base. La evaluación en cada ítem determina si el modelo es logrado o no en el estudio para el diseño de los ábacos de vigas y columnas.

3.8. Método de Análisis de Datos

Según Muñoz (2011): “Para los fines de esta investigación, se consideran estadísticas de probabilidad, porque se analiza el comportamiento probabilístico de los resultados obtenidos en la recolección de datos con el fin de predecir y encontrar la

relación entre estos datos y la probabilidad a través de la estimación estadística. Incertidumbre o certeza en el procesamiento de la información”.

El propósito de estas predicciones es analizar e inferir el posible comportamiento de los datos.

3.9. Aspectos Éticos

Honestidad

Cegarra (2004) manifiesta: “La honestidad es uno de los comportamientos que los investigadores deben y deben tener en sus planes de trabajo y en relación con los demás. En cuanto a su plan de trabajo, la honestidad es necesaria para mantener el conocimiento y la verdad, sin ella la ciencia y la tecnología no tendrán ninguna posibilidad. Los investigadores deben esperar y ver la evaluación de los resultados, por lo que incluso si los resultados violan los supuestos de la investigación en sí, se debe eliminar el subjetivismo.”

Lealtad

Cegarra (2004) indica: “La lealtad es un importante comportamiento de la institución bajo investigación, para mantener la buena prosperidad de la institución, la relación entre el autor y la institución debe mantenerse confidencial, por lo que no es necesario revelar factores que puedan afectar su integridad moral.”

Humildad

Cegarra (2004) manifiesta: “La humildad por su naturaleza de investigación, la búsqueda de la verdad está difícil de alcanzar muchas veces, el investigador debe ser humilde lo cual habla del tipo de personalidad que este posee, esto no implica que no defienda la importancia de su trabajo que desarrolla y el estar orgulloso de ello.”

IV. RESULTADOS

Período de la edificación y porcentaje de masa participativa:

Según la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismo resistente, en su artículo 29.1.2, respecto al análisis dinámico modal espectral, se indica que en cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Se tiene quince modos de vibración, tres por nivel, para cada modelo analizado; del cual nos interesa los periodos con mayor porcentaje de masa participativa en dirección X y en dirección Y.

En el caso de los modelos analizados se lograron obtener resultados con participaciones de masa iguales o mayores al 90 %, para un número de modos variable según el modelo mostrándose los resultados en las Tablas 6 al 13.

En la Tabla 6 se observa que el mayor porcentaje de masa participativa en ambas direcciones X e Y es de 92.89%; que se produce en el periodo $T_x = 0.186$ s

Tabla 6: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 3.50 m)

Case	Mode	Period sec	Sum UX	Sum UY
Modal Ritz	1	0.494	0.383	0.4371
Modal Ritz	2	0.494	0.8201	0.8201
Modal Ritz	3	0.419	0.8201	0.8201
Modal Ritz	4	0.186	0.8653	0.8836
Modal Ritz	5	0.186	0.9289	0.9289
Modal Ritz	6	0.161	0.9289	0.9289
Modal Ritz	7	0.115	0.9448	0.9491
Modal Ritz	8	0.115	0.9651	0.9651

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 el mayor porcentaje de masa participativa en ambas direcciones X e Y de 90.58% se logra en el modo de vibración 5, bajo el periodo $T_x = 0.198$ s

Tabla 7: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 4.00 m)

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
		sec		
Modal Ritz	1	0.514	0.1829	0.5971
Modal Ritz	2	0.514	0.7800	0.7800
Modal Ritz	3	0.438	0.7800	0.7800
Modal Ritz	4	0.198	0.8094	0.8765
Modal Ritz	5	0.198	0.9058	0.9058
Modal Ritz	6	0.173	0.9058	0.9058
Modal Ritz	7	0.125	0.9173	0.9385
Modal Ritz	8	0.125	0.9499	0.9499

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se observa que el mayor porcentaje de masa participativa en ambas direcciones X e Y es de 94.47%; que se produce en el periodo $T_x = 0.123$ s, afirmándose que una mayor rigidez, obedece a un menor período de vibración.

Tabla 8: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 4.50 m)

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
		sec		
Modal Ritz	1	0.511	0.7563	0.0274
Modal Ritz	2	0.511	0.7837	0.7837
Modal Ritz	3	0.435	0.7837	0.7837
Modal Ritz	4	0.204	0.8893	0.7874
Modal Ritz	5	0.204	0.8929	0.8929
Modal Ritz	6	0.178	0.8929	0.8929
Modal Ritz	7	0.123	0.9432	0.8944
Modal Ritz	8	0.123	0.9447	0.9447

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 el mayor porcentaje de masa participativa en la dirección X es de 91.55% que se produce en el periodo $T_x = 0.213$ s, mientras que en la dirección Y es de 91.72% que se produce en el periodo $T_x = 0.209$ s, afirmándose que una mayor carga, obedece a un mayor período de vibración.

Tabla 9: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 5.00 m)

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
		sec		
Modal Ritz	1	0.566	0.8003	0.0000
Modal Ritz	2	0.547	0.8003	0.8000
Modal Ritz	3	0.479	0.8003	0.8000
Modal Ritz	4	0.213	0.9155	0.8000
Modal Ritz	5	0.209	0.9155	0.9172
Modal Ritz	6	0.185	0.9155	0.9172
Modal Ritz	7	0.129	0.9516	0.9172
Modal Ritz	8	0.127	0.9516	0.9523

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10 el mayor porcentaje de masa participativa en la dirección X es de 92.56% que se produce en el periodo $T_x = 0.116$ s, mientras que en la dirección Y es de 93.72% que se produce en el periodo $T_x = 0.116$ s

Tabla 10: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 5.50 m)

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
		sec		
Modal Ritz	1	0.491	0.5599	0.2079
Modal Ritz	2	0.491	0.7678	0.7678
Modal Ritz	3	0.422	0.7678	0.7678
Modal Ritz	4	0.191	0.8563	0.7955
Modal Ritz	5	0.191	0.8840	0.8840
Modal Ritz	6	0.168	0.8840	0.8840
Modal Ritz	7	0.116	0.9256	0.8957
Modal Ritz	8	0.116	0.9372	0.9372

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 se observa que el mayor porcentaje de masa participativa en ambas direcciones X e Y es de 90.55%; que se produce en el periodo $T_x = 0.184$ s.

Tabla 11: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 6.00 m)

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
		sec		
Modal Ritz	1	0.485	0.3811	0.3981
Modal Ritz	2	0.485	0.7792	0.7792
Modal Ritz	3	0.420	0.7792	0.7792
Modal Ritz	4	0.184	0.8651	0.8196
Modal Ritz	5	0.184	0.9055	0.9055
Modal Ritz	6	0.162	0.9055	0.9055
Modal Ritz	7	0.112	0.9231	0.9271
Modal Ritz	8	0.112	0.9447	0.9447

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12 el mayor porcentaje de masa participativa en ambas direcciones X e Y de 94.17% se logra en el modo de vibración 8, bajo el periodo $T_x = 0.113$ s

Tabla 12: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 6.50 m)

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
		sec		
Modal Ritz	1	0.489	0.0000	0.7772
Modal Ritz	2	0.489	0.7772	0.7772
Modal Ritz	3	0.423	0.7772	0.7772
Modal Ritz	4	0.185	0.7772	0.8922
Modal Ritz	5	0.185	0.8922	0.8922
Modal Ritz	6	0.163	0.8922	0.8922
Modal Ritz	7	0.113	0.8922	0.9417
Modal Ritz	8	0.113	0.9417	0.9417

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13 se observa que el mayor porcentaje de masa participativa en ambas direcciones X e Y es de 90.99%; que se produce en el periodo $T_x = 0.180$ s.

Tabla 13: Período y porcentaje de masa participativa (módulo: 7.00 m)

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
		sec		
Modal Ritz	1	0.484	0.5622	0.2249
Modal Ritz	2	0.484	0.7872	0.7872
Modal Ritz	3	0.422	0.7872	0.7872
Modal Ritz	4	0.180	0.8890	0.8081
Modal Ritz	5	0.180	0.9099	0.9099
Modal Ritz	6	0.159	0.9099	0.9099
Modal Ritz	7	0.108	0.9395	0.9194
Modal Ritz	8	0.108	0.9489	0.9489

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, se observa que el período de vibración está en función de la altura del edificio medida desde la base y de la masa estructural, motivo por el cual los ocho modelos estructurales de 5 pisos tienen valores similares de T.

Control de desplazamientos o derivas de piso:

Después de analizar el modelo con las solicitaciones mencionadas anteriormente se obtuvieron los desplazamientos y derivas para cada nivel. Durante la modelación del edificio se establecieron diafragmas rígidos para cada nivel, ésta es la simplificación al problema que permite considerar que todos los puntos de cada nivel permanecen equidistantes en todo momento, tal como se menciona en el método dinámico.

En la tabla 14, para el modelo porticado en ambas direcciones X e Y, se obtuvieron desplazamientos con derivas menores a 0.007, como exige la norma E.030.

Tabla 14: Distorsión máxima por piso (módulo: 3.50 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004251
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004251
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005653
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005653
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005771
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005771
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006711
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006711
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005453
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005453

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, para el modelo porticado en ambas direcciones X e Y, la deriva máxima es de 0.006976, menor al exigido en la norma E.030. Los valores obtenidos de desplazamientos demuestran la existencia de un sistema rígido.

Tabla 15: Distorsión máxima por piso (módulo: 4.00 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005124
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005124
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006865
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006865
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006976
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006976
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006410
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006410
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004695
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004695

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 16 y 17 la distorsión máxima se presenta en el piso2, con un valor de 0.00689, menor al límite establecido en el artículo 32 de la Norma Técnica E.030

Tabla 16: Distorsión máxima por piso (módulo: 4.50 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006291
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006291
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006395
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006395
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006229
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006229
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006893
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006893
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004639
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004639

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Distorsión máxima por piso (módulo: 5.00 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004722
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004722
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006794
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006794
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006057
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006057
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006894
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006894
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005093
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005093

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, para el modelo porticado en ambas direcciones X e Y, se obtuvieron desplazamientos con derivas menores a 0.007, como exige la norma E.030.

Tabla 18: Distorsión máxima por piso (módulo: 5.50 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005562
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005562
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006245
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006245
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006207
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006207
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006094
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006094
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.003869
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.003869

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, la deriva máxima presenta un valor de 0.00648, mientras que en la tabla 20, la deriva máxima es 0.0063, ambos cumplen ser menores a 0.007.

Tabla 19: Distorsión máxima por piso (módulo: 6.00 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004315
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004315
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006482
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006482
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006024
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006024
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005918
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005918
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004079
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004079

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Distorsión máxima por piso (módulo: 6.50 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005024
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005024
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006138
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006138
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006304
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006304
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006259
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006259
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004026
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004026

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, para el modelo porticado en ambas direcciones X e Y, se obtuvieron desplazamientos con derivas menores a 0.007, como exige la norma E.030.

Tabla 21: Distorsión máxima por piso (módulo: 7.00 m)

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*R Max	X	0.003902
Story5	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.003902
Story4	DERIVA=0.75*R Max	X	0.006101
Story4	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.006101
Story3	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005947
Story3	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005947
Story2	DERIVA=0.75*R Max	X	0.005918
Story2	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.005918
Story1	DERIVA=0.75*R Max	X	0.004097
Story1	DERIVA=0.75*R Max	Y	0.004097

Fuente: Elaboración propia.

Fuerza cortante mínima en la base:

De acuerdo al artículo 29.4.1 de la Norma Técnica E.030, para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Asimismo, según el artículo 29.4.2 de la citada Norma, si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

En las tablas 22 a la 29, los modelos analizados lograron obtener resultados que sí cumplen con lo indicado en el artículo 25, aunque en algunos casos se tuvo que efectuar un escalamiento en la fuerza cortante dinámica.

Tabla 22: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 3.50 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-45075.40	0.00	Cortante estático X en la base Vex	45,075.40
Sismo est. X 2	-45075.40	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	45,075.40
Sismo est. X 3	-45075.40	0.00	80% Vex	36,060.32
Sismo est. Y 1	0.00	-45075.40	80% Vey	36,060.32
Sismo est. Y 2	0.00	-45075.40	Cortante dinámico X en la base Vdx	39,199.93
Sismo est. Y 3	0.00	-45075.40	Cortante dinámico Y en la base Vdy	39,199.93
Sismo din. X Max	39199.93	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	39199.93	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 4.00 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-55,858.99	0.00	Cortante estático X en la base Vex	55,858.99
Sismo est. X 2	-55,858.99	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	55,858.99
Sismo est. X 3	-55,858.99	0.00	80% Vex	44,687.19
Sismo est. Y 1	0.00	-55,858.99	80% Vey	44,687.19
Sismo est. Y 2	0.00	-55,858.99	Cortante dinámico X en la base Vdx	45,288.22
Sismo est. Y 3	0.00	-55,858.99	Cortante dinámico Y en la base Vdy	45,288.22
Sismo din. X Max	45,288.22	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	45,288.22	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 4.50 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-68,931.25	0.00	Cortante estático X en la base Vex	68,931.25
Sismo est. X 2	-68,931.25	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	68,931.25
Sismo est. X 3	-68,931.25	0.00	80% Vex	55,145.00
Sismo est. Y 1	0.00	-68,931.25	80% Vey	55,145.00
Sismo est. Y 2	0.00	-68,931.25	Cortante dinámico X en la base Vdx	55,920.13
Sismo est. Y 3	0.00	-68,931.25	Cortante dinámico Y en la base Vdy	55,920.13
Sismo din. X Max	55,920.13	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	55,920.13	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 5.00 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-101,687.02	0.00	Cortante estático X en la base Vex	101,687.02
Sismo est. X 2	-101,687.02	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	101,687.02
Sismo est. X 3	-101,687.02	0.00	80% Vex	81,349.62
Sismo est. Y 1	0.00	-101,687.02	80% Vey	81,349.62
Sismo est. Y 2	0.00	-101,687.02	Cortante dinámico X en la base Vdx	85,467.35
Sismo est. Y 3	0.00	-101,687.02	Cortante dinámico Y en la base Vdy	85,480.41
Sismo din. X Max	85,467.35	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	85,480.41	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 5.50 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-104,418.54	0.00	Cortante estático X en la base Vex	104,418.54
Sismo est. X 2	-104,418.54	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	104,418.54
Sismo est. X 3	-104,418.54	0.00	80% Vex	83,534.83
Sismo est. Y 1	0.00	-104,418.54	80% Vey	83,534.83
Sismo est. Y 2	0.00	-104,418.54	Cortante dinámico X en la base Vdx	83,626.07
Sismo est. Y 3	0.00	-104,418.54	Cortante dinámico Y en la base Vdy	83,626.07
Sismo din. X Max	83,626.07	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	83,626.07	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 6.00 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-128,853.83	0.00	Cortante estático X en la base Vex	128,853.83
Sismo est. X 2	-128,853.83	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	128,853.83
Sismo est. X 3	-128,853.83	0.00	80% Vex	103,083.06
Sismo est. Y 1	0.00	-128,853.83	80% Vey	103,083.06
Sismo est. Y 2	0.00	-128,853.83	Cortante dinámico X en la base Vdx	105,526.12
Sismo est. Y 3	0.00	-128,853.83	Cortante dinámico Y en la base Vdy	105,526.12
Sismo din. X Max	105,526.12	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	105,526.12	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 6.50 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-147,779.86	0.00	Cortante estático X en la base Vex	147,779.86
Sismo est. X 2	-147,779.86	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	147,779.86
Sismo est. X 3	-147,779.86	0.00	80% Vex	118,223.89
Sismo est. Y 1	0.00	-147,779.86	80% Vey	118,223.89
Sismo est. Y 2	0.00	-147,779.86	Cortante dinámico X en la base Vdx	121,514.83
Sismo est. Y 3	0.00	-147,779.86	Cortante dinámico Y en la base Vdy	121,514.83
Sismo din. X Max	121,514.83	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	121,514.83	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Verificación de la fuerza cortante mínima (módulo 7.00 m)

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
Sismo est. X 1	-178,150.51	0.00	Cortante estático X en la base Vex	178,150.51
Sismo est. X 2	-178,150.51	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	178,150.51
Sismo est. X 3	-178,150.51	0.00	80% Vex	142,520.41
Sismo est. Y 1	0.00	-178,150.51	80% Vey	142,520.41
Sismo est. Y 2	0.00	-178,150.51	Cortante dinámico X en la base Vdx	144,740.77
Sismo est. Y 3	0.00	-178,150.51	Cortante dinámico Y en la base Vdy	144,740.77
Sismo din. X Max	144,740.77	0.00	Sí cumple Art. 25	
Sismo din. Y Max	0.00	144,740.77	Sí cumple Art. 25	

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de Ábacos para predimensionamiento de columnas

En la tabla 30 se observa que conforme aumenta la distancia entre los ejes de columnas se incrementan las dimensiones de éstas. Se aprecia que las dimensiones de las columnas disminuyen conforme aumentan de nivel, pues debe entenderse que las columnas de los últimos pisos solamente soportan las cargas de su entrepiso.

Para una luz de 7.00 m, la dimensión de la columna en el primer piso es igual a 65 cm por lado, y la dimensión de la misma columna en el quinto piso es de 45 cm por lado, comprobándose que a medida que aumenta el nivel del piso, disminuye la dimensión de ésta.

Tabla 30: Resumen de resultados para dimensionamiento de columnas

LUZ (m)	COLUMNAS CUADRADAS (cm)				
	PISOS				
	1	2	3	4	5
3.50	40	40	40	35	30
4.00	45	45	40	35	30
4.50	50	50	50	40	30
5.00	50	50	50	40	35
5.50	60	60	55	45	35
6.00	60	60	55	45	40
6.50	65	65	60	50	40
7.00	65	65	60	50	45

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de Ábacos para predimensionamiento de vigas

En la tabla 31 se observa que conforme aumenta la distancia entre los ejes de columnas, se incrementan las dimensiones de las vigas (ancho y peralte).

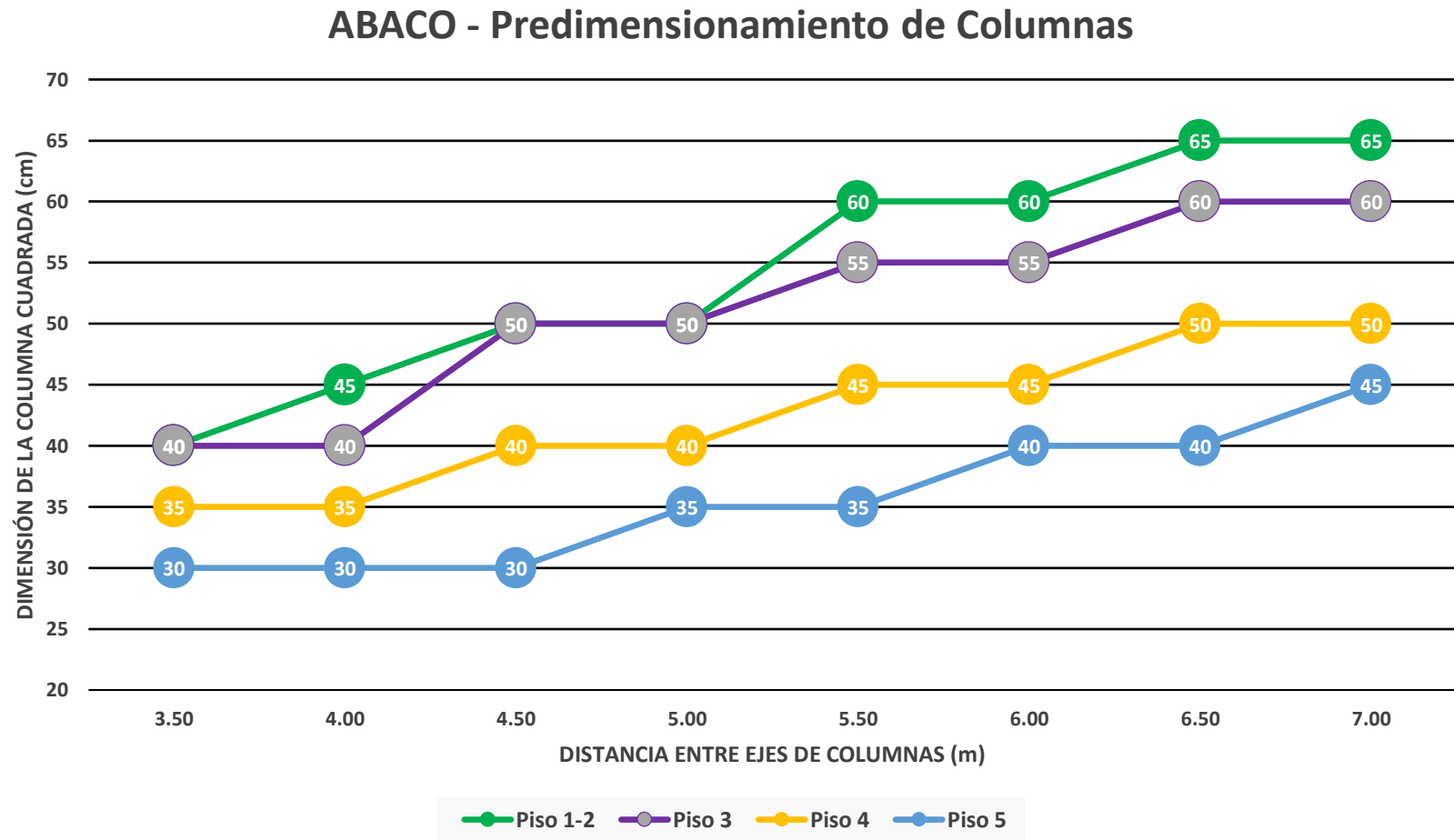
Asimismo, se aprecia que las dimensiones de las vigas no están relacionadas con el número de pisos de la edificación, sino en función de la luz entre ejes de columnas. También se observa que, para lograr una mayor rigidez de la estructura, generalmente el ancho de la viga es igual a la mitad de su peralte.

Tabla 31: Resumen de resultados para dimensionamiento de vigas

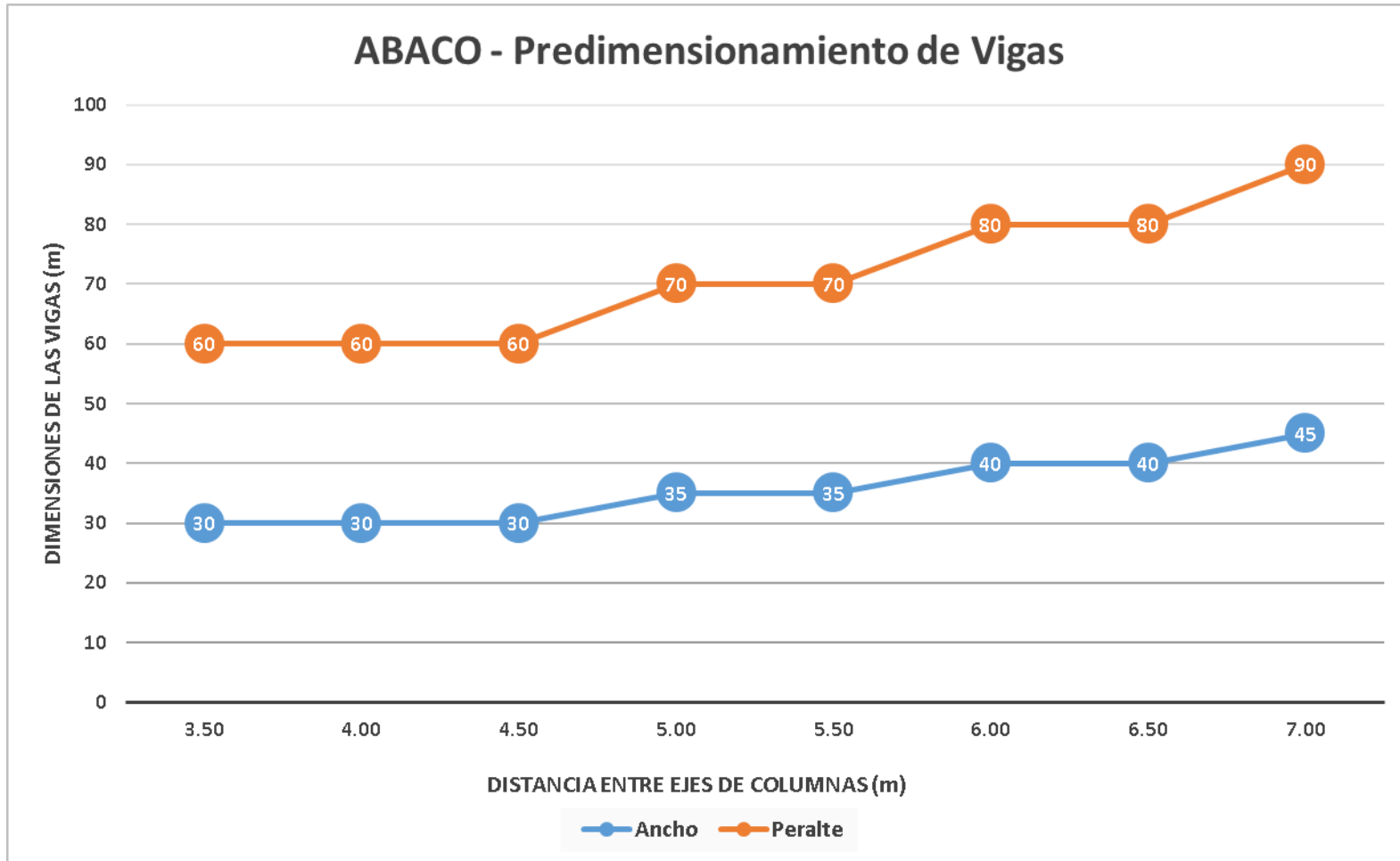
LUZ (m)	V I G A S (cm)		
	Sección	Ancho	Peralte
3.50	30x60	30	60
4.00	30x60	30	60
4.50	30x60	30	60
5.00	35x70	35	70
5.50	35x70	35	70
6.00	40x80	40	80
6.50	40x80	40	80
7.00	45x90	45	90

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 1: Ábaco para el pre dimensionamiento de columnas de concreto armado



Gráfica 2: Ábaco para el pre dimensionamiento de vigas de concreto armado



V. DISCUSIÓN

El principal objetivo de los diseñadores de estructuras es obtener elementos estructurales económicos para cumplir con los requisitos de seguridad, funcionalidad y estética. Esto requiere un buen análisis y diseño estructural, tareas que involucran una gran cantidad de cálculos y operaciones numéricas.

También debe señalarse que, hasta ahora, muchos métodos para predeterminar el tamaño de los elementos estructurales han utilizado soluciones que son desventajosas para el diseñador. Especialmente para aquellos con menos experiencia.

Por estas razones, es necesario aprovechar las herramientas y tecnologías disponibles en la actualidad, una de ellas es el uso de programas informáticos desarrollados específicamente para el diseño estructural, el resultado es que se pueden realizar algunos diagramas que permitan y faciliten la realización de estos diagramas de Pre-dimensiones de vigas y columnas en edificios con pórticos.

Los resultados obtenidos quedaron plasmados en forma de posibles pautas de expresiones de diseño en ábacos, que permitan dimensionar tales estructuras de una manera eficiente.

El uso de software dedicado (Etabs) basado en el método de elementos finitos ayuda a comprender mejor el fenómeno en estudio y optimizar los instrumentos utilizados en el proceso de prueba.

A través de la información proporcionada en las vigas y columnas ensayadas, se puede observar el comportamiento de las estructuras de hormigón armado y se pueden sacar una serie de conclusiones sobre el tamaño de dichos elementos estructurales. Los resultados experimentales también nos permiten observar que la representación dimensional actual y los resultados reales de las especificaciones actuales de la estructura de hormigón armado están desactualizados.

Si observamos la metodología empleada según el autor Roberto Morales Morales, para el predimensionado de columnas, éste se basa en el área tributaria y la carga total que soporta una determinada columna, en relación con el número de pisos y su disposición (céntrica, esquinada o lateral).

Al respecto cabe destacar que no existe un método óptimo que proporcione resultados óptimos. En la propuesta que presento, se analizó los métodos a la luz de la información sísmica y estructural disponible, orientando el análisis a la elección del método más conveniente. Es decir, se ha tenido en cuenta factores y parámetros sísmicos, normados según la NTE E.030 vigente, pues la dimensión elegida para zonas de amenaza alta será distinta del elegido para otras zonas de sismicidad baja, factor que no ha sido considerado en la metodología del Ing. Morales.

Con respecto al predimensionamiento de vigas, según el mismo autor, su metodología se basa en la carga repartida sobre la viga y su área tributaria, despreciando factores como los parámetros sísmicos normados por la NTE E.030 y la revisión de derivas y comportamiento estático y dinámico de la estructura en su conjunto, aspectos que sí se ha considerado en el presente estudio, obteniéndose una mayor certeza en el dimensionado de estos elementos.

Es de mencionar que los ábacos propuestos se encuentran restringidos a ciertos parámetros sísmicos, como zona geográfica, uso de la edificación, tipo de suelo, los cuales definen el valor de las cargas aplicadas y en consecuencia los resultados.

VI. CONCLUSIONES

- Los estándares que utilizamos son el diseño estructural y la determinación preliminar del tamaño con base en las fórmulas recibidas en el curso de hormigón armado, estas fórmulas nos permiten definir la estructura del edificio y diseñarlo para que se comporte en un sismo.

- Las dimensiones predeterminadas de los elementos estructurales sólo constituyen el punto de partida del diseño final, y no deben considerarse como el diseño final sin antes realizar las correspondientes verificaciones y cálculos de acuerdo con las condiciones de carga de los elementos.

- Mediante el uso de programas de diseño estructural (como Etabs) para calcular la estructura, se puede mejorar la precisión del diseño del hormigón armado, y el diseño no se sobre-diseñará ni reforzará para mejorar el diseño. El uso de estos procedimientos de diseño también nos permite reflejar más fielmente el impacto de los terremotos en las estructuras. Sin embargo, debido a que el uso incorrecto del programa puede tener un impacto grave en el diseño, siempre se debe verificar la precisión de los resultados.

- El uso de programas de computadora puede reducir el tiempo de creación del modelo y puede modificarse muy rápidamente. Sin embargo, la precisión de los resultados depende del modelo que se aproxime al comportamiento estructural real.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los diseñadores revisen y revisen los libros, manuales y procedimientos de diseño descritos en este trabajo; el propósito es comprender el funcionamiento y la aplicación del software y la importancia de la aritmética propuesta, y utilizar los resultados apropiados y utilizar los mejores estándares posibles.

- La contribución más importante del proyecto es proporcionar a los usuarios o diseñadores algunos diagramas para predeterminar el tamaño de las vigas y columnas de hormigón armado para la zona 4, el tipo de suelo 2 y la estructura de uso de vivienda. La eficiencia de este nuevo elemento constituye una herramienta útil para revisar y diseñar dichos elementos estructurales.

- Se sugiere que este proyecto pueda ser ampliado de manera que su alcance sea aún mayor, como introducir nuevas zonas geográficas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ACI, A. (2003). *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. USA: ACI Committee 318.
02. Aguilar Moreno, J. S. (2015). *Tesis de grado: Analisis y diseño de un edificio de 8 niveles empleando diferentes sistemas de piso: Losas de concreto reforzado perimetralmente apoyadas y losas planas de concreto postensado*. México: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
03. Alfaro, C. (2012). *Metodología de la investigación científica aplicada a la ingeniería*. Lima, Perú: Universidad Nacional del Callao.
04. Arcila Zea, J., Riveros Jerez, C. A., & Riveros Jerez, J. E. (Marzo de 2014). Optimización de secciones de vigas y columnas para el cumplimiento de la deriva en edificaciones de concreto reforzado mediante Redes Neuronales Artificiales. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(70), 34-44. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43030033003>
05. ASTM International, A. (1998). *Normas ASTM Ingeniería y Materiales de Construcción*. Easton, USA: ASTM.
06. Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid, España: Editorial La Muralla.
07. Blanco Blasco, A. (1994). *Estructuración y diseño de edificaciones de Concreto Armado*. Perú: Princeliness EIRL.
08. Blanco Paredes, W. (2014). *Diseño estructural de un edificio de vivienda de 8 pisos*. Lima, Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú.
09. Carmona Muciño, G. (2016). *Diseño de un edificio para oficinas con estructura de concreto reforzado y preesforzado*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
10. Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
11. Chávez, R. (2015). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.

12. Del Castillo Paisig, I. (2016). *Diseño de un edificio de Oficinas en San Isidro*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7606/CASTILLO_INGRID_EDIFICIO_OFICINAS_SAN_ISIDRO.pdf?sequence=3&isAllowed=y
13. Delgado Contreras, G. (2011). *Diseño de estructuras aporricadas de concreto armado*. Perú: Edicivil SRL.
14. Escribano Benito, J. (Junio de 2013). La nomografía: Una ciencia olvidada. *Números*, 54, 41-49. Obtenido de <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/54/Articulo04.pdf>
15. Esteban, L., Sanz, G., & Borque, Á. (2006). Nomogramas con R. *Vigencia actual de los nomogramas en la estadificación del cáncer de próstata*, 59(10), 21.
16. Garcés, H. (2000). *Investigación Científica*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
17. Giordani, C., & Leone, D. (2016). Estructuras. *Ingeniería Civil I*, 24. Obtenido de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Estructura.pdf
18. Gonzales Cuevas, O., & Robles Fernández-Villegas, F. (2005). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. México, México: Limusa.
19. Granilla, G. G. (2017). *Optimización de secciones de concreto armado para el control de desplazamiento lateral mediante el uso de redes neuronales artificiales*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
20. Hernández Sampieri, R., FernándezCollado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
21. La Torre, J. (2018). *Optimización del diseño estructural, enfocado en el costo de edificaciones educativas de concreto armado*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
22. Medina, J. (Febrero de 2016). Diseño Preliminar. *Sistemas Estructurales* 20, 4.
23. Morales Morales, R. (2002). *Diseño en Concreto Armado*. Perú: ICG Instituto de la Construcción y Gerencia.
24. Moya, L. (2013). *Reforzamiento sísmico de pórticos usando técnicas de optimización*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
25. Muñoz Razo, C. (2011). *Como elaborar y asesorar una investigación de tesis*. México: Pearson.

26. Saavedra, C. (26 de 10 de 2016). *Blog Ing. Carlos A. Saavedra*. Obtenido de Pre dimensionado de vigas y columnas en concreto armado:
<https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/26/predimensionado-de-vigas-y-columnas-en-concreto-armado/>
27. Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México: Editorial Limusa.
28. Tapia Rosales, G. (2014). *Diseño sismo resistente de edificios con muros estructurales, período de retorno variable y el impacto en los costos de construcción, considerando el diseño de conexiones viga-muro*. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
29. Terry Rajkovic, J. (2014). *Diseño de tres edificios de concreto armado, dos de 5 pisos y uno de 12 pisos más un sótano*. Lima, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5398/TERRY_JOSE_EDIFICIOS_CONCRETO_ARMADO_SOTANO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
30. Valderrama, S. (2013). *Pasos para Elaboración Proyectos y Tesis de Investigación Científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
31. Zárate, F. (1983). Abacos o Nomogramas. 2(1), 43-51. Obtenido de
[http://matematicas.uis.edu.co/~integracion/rint-html/volumen/vol2\(1\)1983/vol2i83-artFZ.pdf](http://matematicas.uis.edu.co/~integracion/rint-html/volumen/vol2(1)1983/vol2i83-artFZ.pdf)

IX. ANEXOS

ANEXO 01: PROCESAMIENTO DE DATOS EN ETABS PARA EL DISEÑO DE ÁBACOS

Datos generales para todos los módulos:

Parameters	
Seismic Zone	Zone 4
Occupation Category	C
Soil Type	S2
Irregularity Factor, I _a	1
Irregularity Factor, I _p	1
Basic Response Modification Factor, R ₀	8

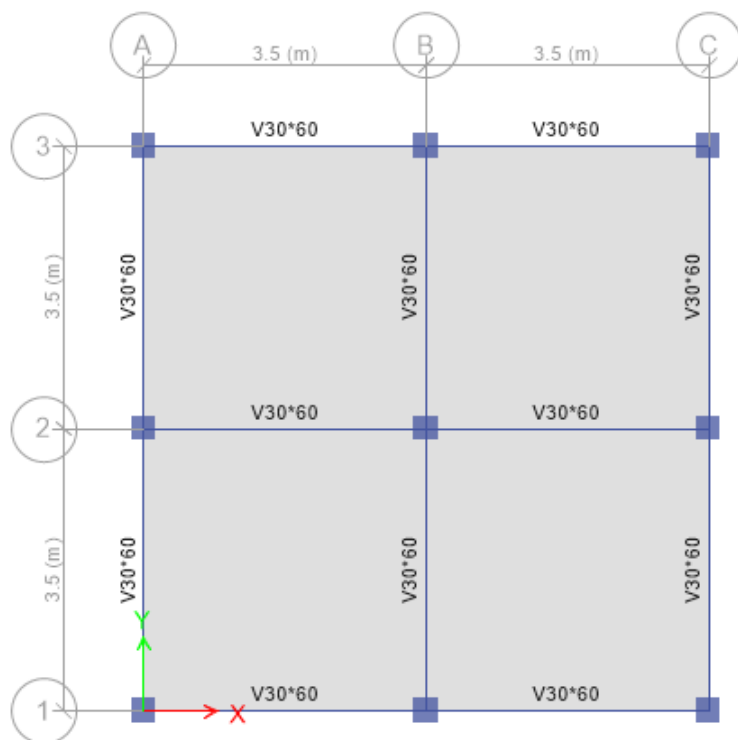
Load Case Name	Load Case Type
Peso Propio	Linear Static
Sobrecarga	Linear Static
Carga de techo	Linear Static
Peso tabiques	Linear Static
Sismo est. X	Linear Static
Sismo est. Y	Linear Static
Sismo dinámico	Response Spectrum

Mass Multipliers for Load Patterns	
Load Pattern	Multiplier
Peso propio	1
Peso propio	1
Peso tabiques	1
Sobrecarga	0.25
Carga de techo	0.25

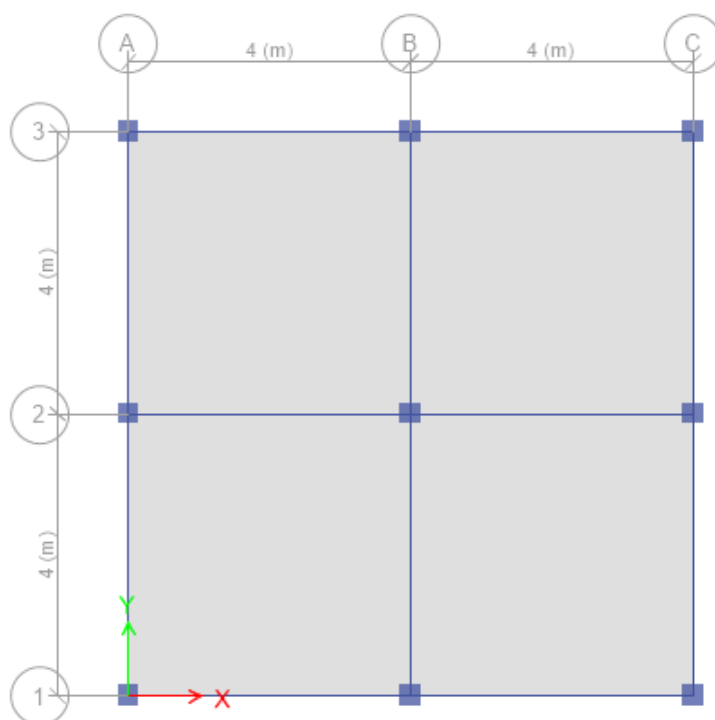
Uniform Load Set Name		Entrepiso
Load Set Loads		
Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)	
Peso tabiques	500	
Sobrecarga	200	

Uniform Load Set Name		Techo
Load Set Loads		
Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)	
Peso tabiques	150	
Carga de techo	100	

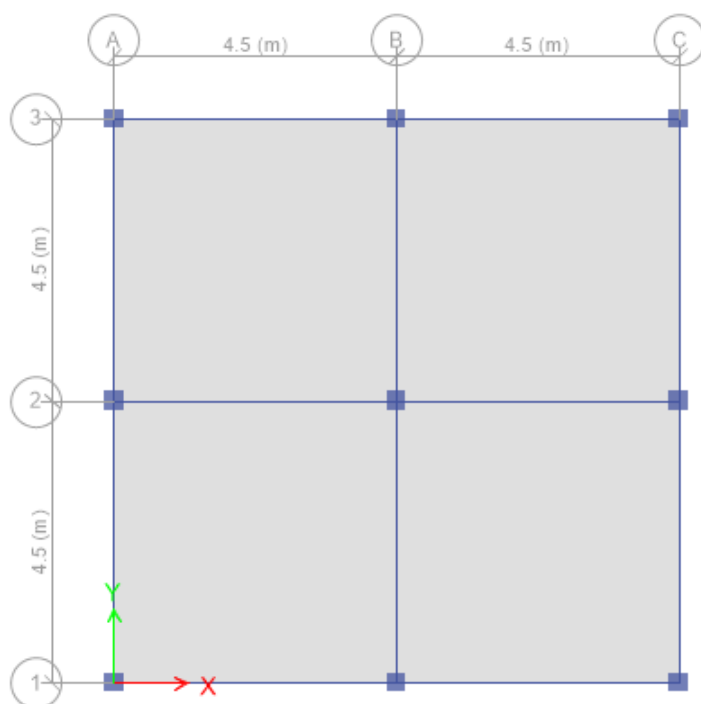
Módulo 5 pisos, distancia entre ejes: 3.50 m



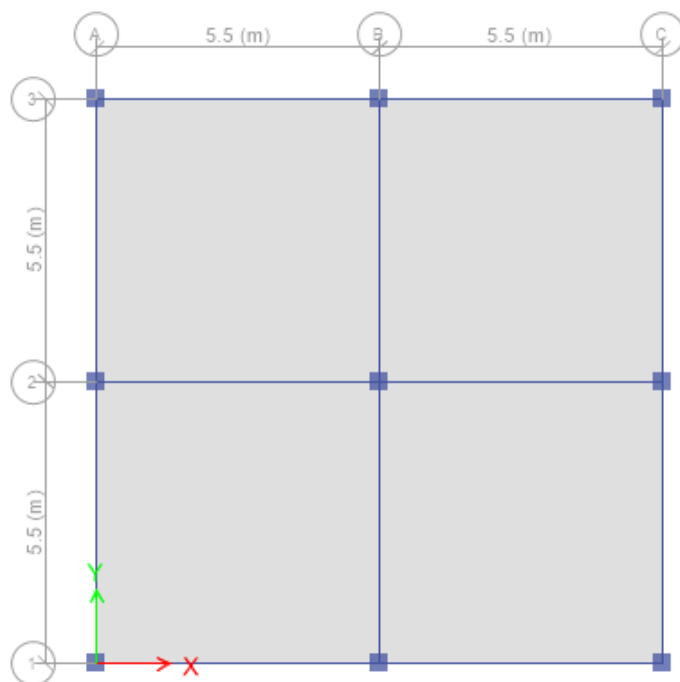
Módulo 5 pisos, distancia entre ejes: 4.00 m



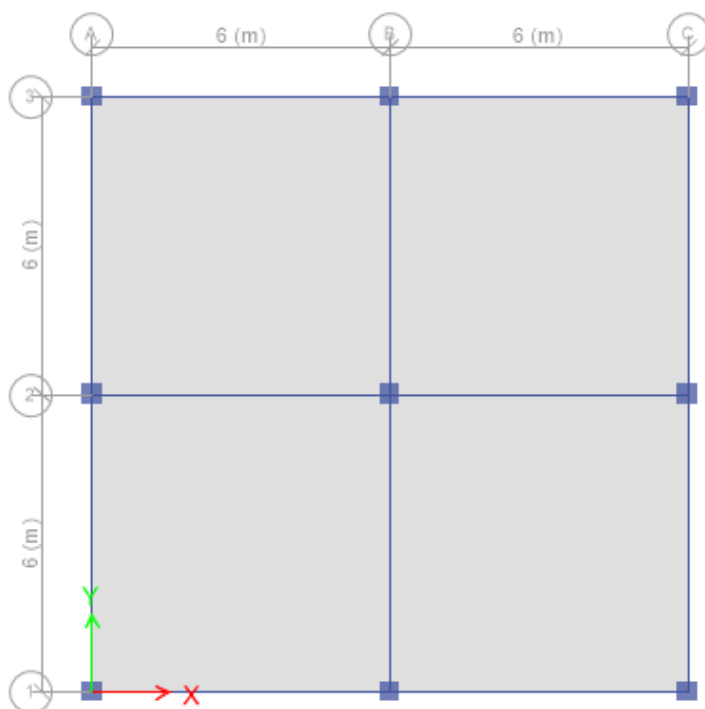
Módulo 5 pisos, distancia entre ejes: 4.50 m



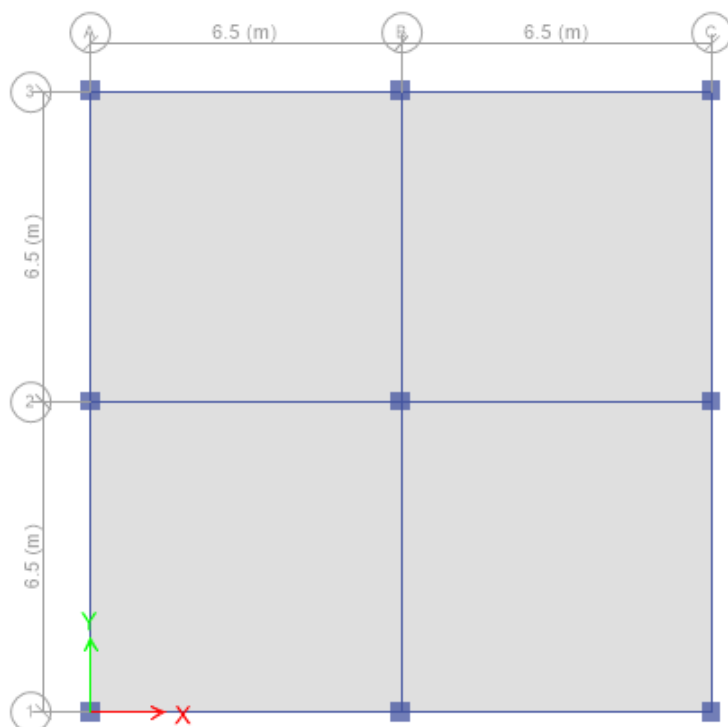
Módulo 5 pisos, distancia entre ejes: 5.50 m



Módulo 5 pisos, distancia entre ejes: 6.00 m

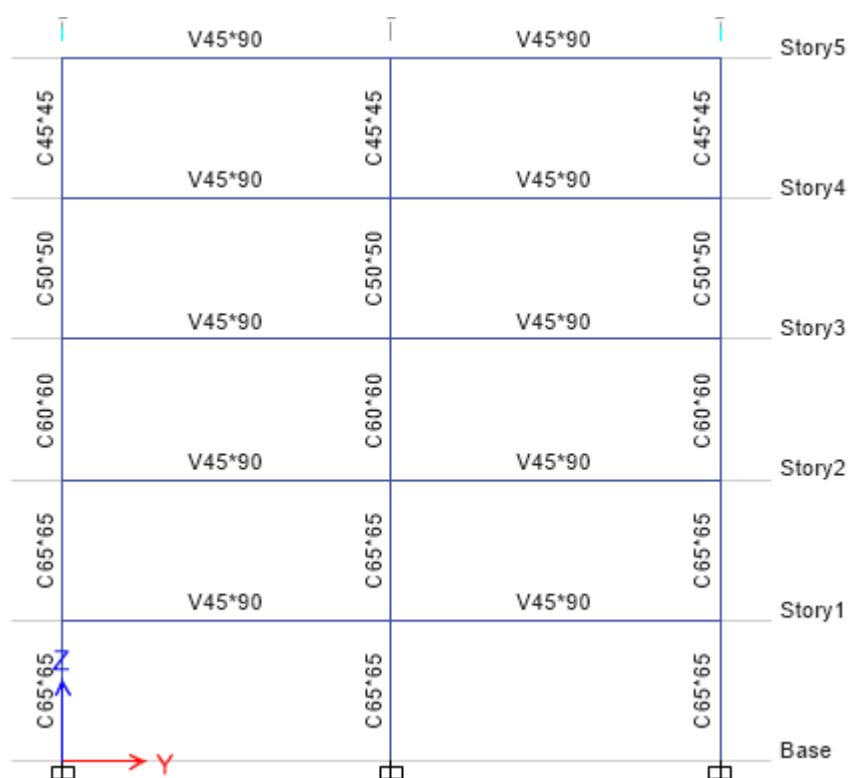
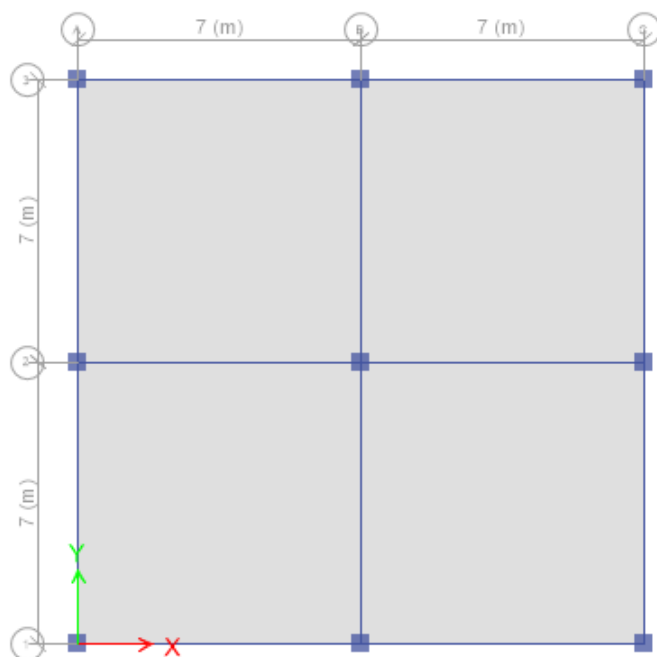


Módulo 5 pisos, distancia entre ejes: 6.50 m



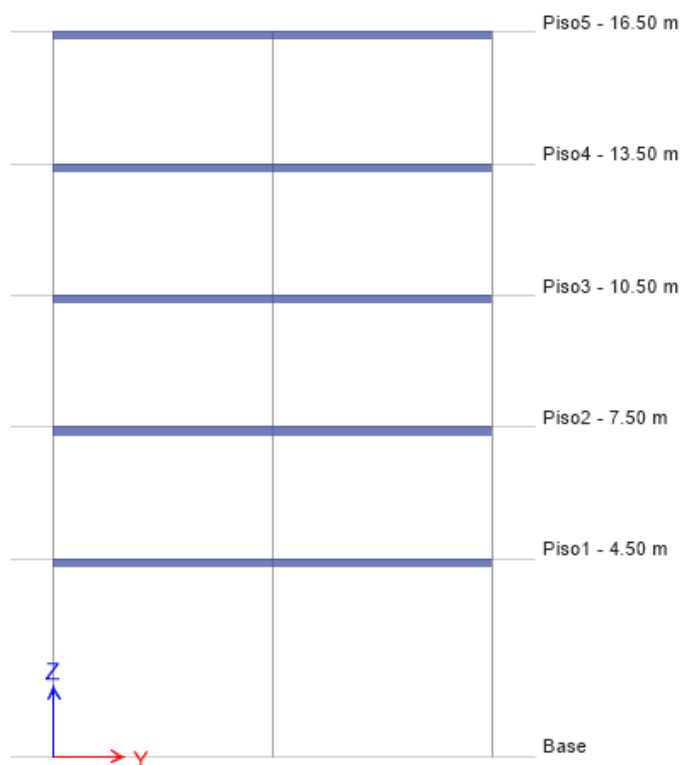
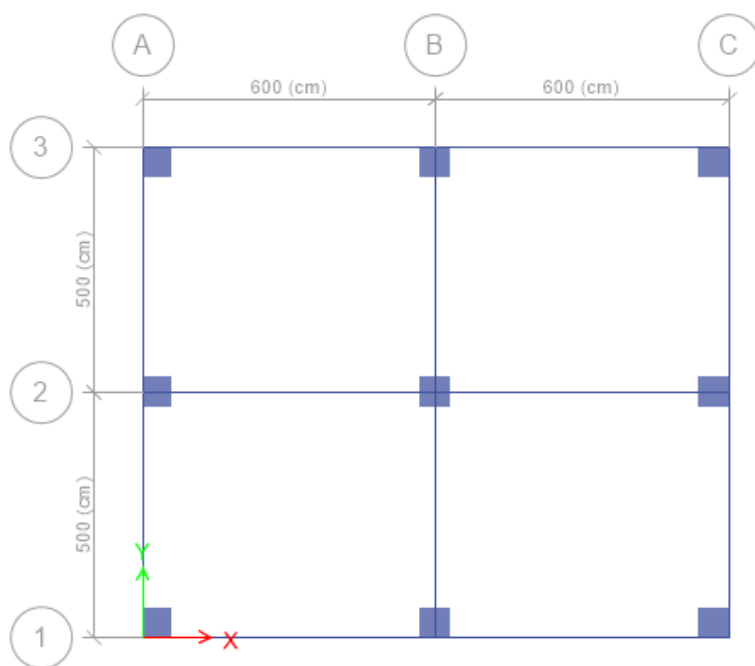
	V40*80	V40*80	Story5
C40*40	V40*80	C40*40	Story4
C50*50	V40*80	C50*50	Story3
C60*60	V40*80	C60*60	Story2
C65*65	V40*80	C65*65	Story1
C65*65	C65*65	C65*65	Base

Módulo 5 pisos, distancia entre ejes: 7.00 m



ANEXO 02: EJERCICO DE APLICACIÓN DE UN PÓRTICO

Del texto “Diseño de estructuras aporticadas de Concreto Armado” del Ing. Delgado Contreras: Pórtico de 5 pisos. Uso: Vivienda. Zona: 4. Tipo de Suelo: S2. Losa aligerada armada en dos direcciones.



Método del Ing. Genaro Delgado Contreras

Vigas (para los 5 pisos)

Pórtico	Viga A-B	Viga B-C	Pórtico	Viga 1-2	Viga 2-3
1-1	25x60	25x60	A-A	30x50	30x50
2-2	25x60	25x60	B-B	30x50	30x50
3-3	25x60	25x60	C-C	30x50	30x50

Columnas (para los 5 pisos):

Piso	C1 centrada	C2 principal	C3 secundario	C4 esquinada
1	45x45	40x40	40x40	35x35
2	40x40	35x35	35x35	30x30
3	35x35	35x35	35x35	30x30
4	35x35	35x35	35x35	30x30
5	35x35	35x35	35x35	30x30

Método del Ing. Antonio Blanco Blasco

Vigas (para los 5 pisos)

Pórtico	Viga A-B	Viga B-C	Pórtico	Viga 1-2	Viga 2-3
1-1	30x50	30x60	A-A	40x70	30x40
2-2	30x50	30x60	B-B	40x70	30x40
3-3	30x50	30x60	C-C	40x70	30x40

Columnas (para los 5 pisos):

Piso	C1 centrada	C2 principal	C3 secundario	C4 esquinada
1	45x45	35x35	35x35	35x35
2	45x45	35x35	35x35	35x35
3	45x45	35x35	35x35	35x35
4	45x45	35x35	35x35	35x35
5	45x45	35x35	35x35	35x35

Método del Ing. Roberto Morales Morales

Vigas (para los 5 pisos)

Pórtico	Viga A-B	Viga B-C	Pórtico	Viga 1-2	Viga 2-3
1-1	25x50	25x50	A-A	25x50	25x50
2-2	25x50	25x50	B-B	25x50	25x50
3-3	25x50	25x50	C-C	25x50	25x50

Columnas (para los 5 pisos):

Piso	C1 centrada	C2 principal	C3 secundario	C4 esquinada
1	45x45	40x40	40x40	35x35
2	40x40	35x35	35x35	30x30
3	35x35	35x35	35x35	30x30
4	35x35	35x35	35x35	30x30
5	35x35	35x35	35x35	30x30

Método propuesto del Ábaco

Vigas (para los 5 pisos)

Pórtico	Viga A-B	Viga B-C	Pórtico	Viga 1-2	Viga 2-3
1-1	40x80	40x80	A-A	35x70	35x70
2-2	40x80	40x80	B-B	35x70	35x70
3-3	40x80	40x80	C-C	35x70	35x70

Columnas (para los 5 pisos):

Piso	C1 centrada	C2 principal	C3 secundario	C4 esquinada
1	60x60	60x60	60x60	60x60
2	60x60	60x60	60x60	60x60
3	55x55	55x55	55x55	55x55
4	45x45	45x45	45x45	45x45
5	35x35	35x35	35x35	35x35

Resultados de derivas de piso:

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story5	DERIVA=0.75*RX Max	X	0.005260
Story5	DERIVA=0.75*RY Max	Y	0.005867
Story4	DERIVA=0.75*RX Max	X	0.005353
Story4	DERIVA=0.75*RY Max	Y	0.006380
Story3	DERIVA=0.75*RX Max	X	0.004958
Story3	DERIVA=0.75*RY Max	Y	0.006220
Story2	DERIVA=0.75*RX Max	X	0.004868
Story2	DERIVA=0.75*RY Max	Y	0.006094
Story1	DERIVA=0.75*RX Max	X	0.003347
Story1	DERIVA=0.75*RY Max	Y	0.003930

Verificación del cortante basal:

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	Verificación del cortante basal	(kgf)
SEST-X 1	-331013.02	0.00	Cortante estático X en la base Vex	331,013.02
SEST-X 2	-331013.02	0.00	Cortante estático Y en la base Vey	331,013.02
SEST-X 3	-331013.02	0.00	80% Vex	264,810.42
SEST-Y 1	0.00	-331013.02	80% Vey	264,810.42
SEST-Y 2	0.00	-331013.02	Cortante dinámico X en la base Vdx	268,195.85
SEST-Y 3	0.00	-331013.02	Cortante dinámico Y en la base Vdy	274,043.02
SDIN-X Max	268195.85	29205.67	Sí cumple Art. 25	
SDIN-Y Max	29699.70	274043.02	Sí cumple Art. 25	

Resultado comparativo de los métodos empleados en el predimensionamiento de columnas:

TIPO DE COLUMNA	MÉTODOS EMPLEADOS				RESULTADOS ETABS
	ING. DELGADO	ING. BLANCO	ING. MORALES	ÁBACOS	
PISO 1					
C1	45x45	45x45	45x45	60x60	60x60
C2	40x40	35x35	40x40	60x60	60x60
C3	40x40	35x35	40x40	60x60	60x60
C4	35x35	35x35	35x35	60x60	60x60
PISO 2					
C1	40x40	45x45	40x40	60x60	60x60
C2	35x35	35x35	35x35	60x60	60x60
C3	35x35	35x35	35x35	60x60	60x60
C4	30x30	35x35	30x30	60x60	60x60
PISO 3					
C1	35x35	45x45	35x35	55x55	55x55
C2	35x35	35x35	35x35	55x55	55x55
C3	35x35	35x35	35x35	55x55	55x55
C4	30x30	35x35	30x30	55x55	55x55
PISO 4					
C1	35x35	45x45	35x35	45x45	45x45
C2	35x35	35x35	35x35	45x45	45x45
C3	35x35	35x35	35x35	45x45	45x45
C4	30x30	35x35	30x30	45x45	45x45
PISO 5					
C1	35x35	45x45	35x35	35x35	35x35
C2	35x35	35x35	35x35	35x35	35x35
C3	35x35	35x35	35x35	35x35	35x35
C4	30x30	35x35	30x30	35x35	35x35

Resultado comparativo de los métodos empleados en el predimensionamiento de vigas:

TIPO DE VIGA	MÉTODOS EMPLEADOS				RESULTADOS ETABS
	ING. DELGADO	ING. BLANCO	ING. MORALES	ÁBACOS	
PÓRTICO 1-1					
A-B	25x60	30x50	25x50	40x80	40x80
B-C	25x60	30x60	25x50	40x80	40x80
PÓRTICO 2-2					
A-B	25x60	30x50	25x50	40x80	40x80
B-C	25x60	30x60	25x50	40x80	40x80
PÓRTICO 3-3					
A-B	25x60	30x50	25x50	40x80	40x80
B-C	25x60	30x60	25x50	40x80	40x80
PÓRTICO A-A					
1-2	30x50	40x70	25x50	35x70	35x70
2-3	30x50	30x40	25x50	35x70	35x70
PÓRTICO B-B					
1-2	30x50	40x70	25x50	35x70	35x70
2-3	30x50	30x40	25x50	35x70	35x70
PÓRTICO C-C					
1-2	30x50	40x70	25x50	35x70	35x70
2-3	30x50	30x40	25x50	35x70	35x70