



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

**EVALUACIÓN ESTÁTICA DE UNA EDIFICACIÓN DE
CONCRETO ARMADO DE 6 NIVELES SEGÚN LA
NORMA TÉCNICA PERUANA E.030 EN LA
PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, REGIÓN JUNÍN**

**STATIC EVALUATION OF A 6-LEVEL REINFORCED CONCRETE
BUILDING ACCORDING TO THE PERUVIAN TECHNICAL
STANDARD E.030 IN THE PROVINCE OF CHANCHAMAYO,
JUNÍN REGION**

Marcos Josue Rupay Vargas

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa - Perú

Romeo Tucto Santiago

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa - Perú

Anthony Diaz Guadalupe

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa - Perú

Jems Guerra Araujo

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa - Perú

Cristian Limache Rodríguez

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa - Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12355

Evaluación Estática de una Edificación de Concreto Armado de 6 Niveles Según la Norma técnica Peruana E.030 en la provincia de Chanchamayo, región Junín

Marcos Josue Rupay Vargas¹

mrupay@uniscjsa.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-7891-1838>

Docente de Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú

Romeo Tucto Santiago

73047197@uniscjsa.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4788-9583>

Estudiante de Ingeniería Civil Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú

Anthony Diaz Guadalupe

73066359@uniscjsa.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-7753-5359>

Estudiante de Ingeniería Civil Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú

Jems Guerra Araujo

74924920@uniscjsa.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0005-3041-5957>

Estudiante de Ingeniería Civil Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú

Cristian Limache Rodríguez

75514828@uniscjsa.edu.pe

Estudiante de Ingeniería Civil Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú

RESUMEN

Este artículo presenta una evaluación detallada de las distorsiones en una edificación de concreto armado de seis niveles ubicada en la provincia de Chanchamayo, región Junín, conforme a la Norma Técnica Peruana E.030 de diseño sismorresistente. El estudio se enfoca en determinar cómo la estructura responde a las cargas sísmicas estáticas equivalentes. La investigación se basa en la revisión de planos estructurales, memorias de cálculo y especificaciones técnicas, complementada hojas de cálculo realizadas mediante software de ingeniería especializado. Los resultados se analizan y comparan con los requisitos establecidos en la Norma E.030 para verificar la conformidad de las distorsiones permitidas. La metodología incluye la selección de una muestra representativa y la aplicación de técnicas rigurosas de recolección y análisis de datos. Los hallazgos del estudio indicaran si la edificación evaluada cumple con los parámetros normativos de distorsión, asegurando su capacidad de resistencia ante eventos sísmicos. Este artículo subraya la importancia de aplicar normativas sismorresistentes en regiones de alta sismicidad y contribuye al entendimiento de la efectividad de la Norma E.030 en la práctica de la ingeniería estructural.

Palabra clave: diseño sismorresistente, normativas sismorresistentes, análisis estático

¹ Autor principal.

Correspondencia: mrupay@uniscjsa.edu.pe

Static Evaluation of a 6-Level Reinforced Concrete Building According to the Peruvian Technical Standard E.030 in the province of Chanchamayo, Junín region

ABSTRACT

This article presents a detailed evaluation of the distortions in a six-story reinforced concrete building located in the province of Chanchamayo, Junín region, in accordance with the Peruvian Technical Standard E.030 for earthquake-resistant design. The study focuses on determining how the structure responds to equivalent static seismic loads. The investigation is based on the review of structural plans, calculation reports and technical specifications, complemented with spreadsheets created using specialized engineering software. The results are analyzed and compared with the requirements established in Standard E.030 to verify compliance with the permitted distortions. The methodology includes the selection of a representative sample and the application of rigorous data collection and analysis techniques. The findings of the study will indicate whether the evaluated building meets the regulatory distortion parameters, ensuring its capacity to resist seismic events. This article highlights the importance of applying earthquake-resistant regulations in regions of high seismicity and contributing to the understanding of the effectiveness of Standard E.030 in the practice of structural engineering.

Keywords: earthquake-resistant design, earthquake-resistant regulations, static analysis

*Artículo recibido 27 junio 2024
Aceptado para publicación: 30 julio 2024*



INTRODUCCIÓN

La evaluación estructural de edificaciones de concreto armado del sistema estructural de porticos es fundamental para garantizar su seguridad y funcionalidad, especialmente en zonas sísmicas como la región de Junín, Perú. La Norma Técnica Peruana E.030, establecida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, proporciona directrices específicas para el diseño sismorresistente de estructuras, asegurando que puedan soportar eventos sísmicos sin comprometer su integridad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

El presente artículo se enfoca en la aplicación de la Norma E.030 en el análisis estático de una edificación de concreto armado de seis niveles ubicada en la provincia de Chanchamayo, región Junín. Chanchamayo, conocida por su actividad sísmica, presenta un desafío significativo para los ingenieros estructurales, quienes deben diseñar edificaciones capaces de resistir movimientos telúricos severos (INEI, 2020).

Diversos estudios han demostrado la importancia de seguir normativas estrictas en el diseño y construcción de edificaciones en zonas sísmicas. Por ejemplo, Mosalam y Günay (2014) destacan la eficacia de las normativas sismorresistentes en la reducción de daños estructurales durante terremotos. Asimismo, investigaciones realizadas por Quiun et al. (2015) subrayan la necesidad de adaptar los diseños a las características sísmicas locales para mejorar la resistencia estructural.

En este contexto, la aplicación de la Norma E.030 no solo es un requisito legal sino una medida crucial para la mitigación de riesgos. El análisis estático, complementado con las directrices de la Norma E.030, permite evaluar la capacidad de la estructura para soportar cargas sísmicas mediante un enfoque simplificado y eficaz (Salazar et al., 2017).

Este artículo presenta una evaluación detallada del desempeño estructural de una edificación de concreto armado de cinco niveles en Chanchamayo, siguiendo las especificaciones de la Norma E.030. Se abordan aspectos críticos como la distribución de cargas, la rigidez estructural y los desplazamientos permitidos, proporcionando una visión integral de la seguridad estructural en edificaciones sismorresistentes.

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo y de tipo aplicativo, enfocándose en la aplicación de la Norma E.030 en el análisis estático de una edificación de concreto armado de seis niveles en Chanchamayo, Junín. Con un diseño observacional y transversal, se recopilaron datos en un único momento sin intervenir en la construcción. La población de estudio incluye edificaciones similares en la región, y se seleccionó una muestra intencional de una edificación representativa que cumple con los criterios de la Norma E.030. Las técnicas de recolección de datos incluyeron la revisión documental de planos estructurales, memorias de cálculo y especificaciones técnicas, así como el modelado y simulación mediante el programa Mathcad. Los datos fueron analizados estadísticamente y comparados con los requisitos de la Norma E.030. Los instrumentos y materiales utilizados abarcaron software especializado, documentación técnica y la normativa pertinente. Se tomaron en cuenta consideraciones éticas, como la confidencialidad de la información proporcionada, y se establecieron criterios de inclusión y exclusión específicos. La limitación principal del estudio es su enfoque en una única edificación, lo que puede restringir la generalización de los resultados. No obstante, esta metodología garantiza el rigor y la coherencia del estudio, permitiendo su replicabilidad.

Norma Técnica Peruana E.030

La Norma Técnica Peruana E.030, también conocida como "Diseño Sismorresistente," es un conjunto de regulaciones establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. Su objetivo es garantizar que las edificaciones puedan soportar las fuerzas sísmicas mediante un diseño adecuado que considere la ductilidad, rigidez y resistencia estructural. Esta norma es crucial en un país como Perú, ubicado en una zona de alta actividad sísmica debido a la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana.

La Norma E.030 establece procedimientos para la determinación de cargas sísmicas y su distribución en la estructura, así como métodos para evaluar la capacidad de resistencia de los elementos estructurales. También incluye especificaciones sobre materiales, detalles de refuerzo y criterios de diseño para asegurar un comportamiento adecuado durante un sismo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Análisis Estático

El análisis estático es una técnica utilizada para evaluar el comportamiento estructural de una edificación bajo cargas aplicadas de manera gradual y constante. En el contexto del diseño sismorresistente, este tipo de análisis simplifica las fuerzas dinámicas de un sismo en fuerzas equivalentes estáticas, permitiendo una evaluación más manejable de la estructura.

Según Chopra (2012), el análisis estático es adecuado para edificaciones regulares y de baja altura donde las fuerzas inerciales pueden ser representadas de manera efectiva mediante cargas estáticas equivalentes. Este método es ampliamente utilizado debido a su simplicidad y efectividad en proporcionar una evaluación preliminar del desempeño sísmico de una estructura.

Edificaciones de Concreto Armado

El concreto armado es uno de los materiales más utilizados en la construcción de edificaciones debido a su resistencia y durabilidad. Las estructuras de concreto armado están compuestas por concreto y barras de refuerzo de acero, combinando las propiedades de compresión del concreto con la resistencia a la tracción del acero (Nilson, Darwin, & Dolan, 2010). Esta combinación permite que las edificaciones resistan fuerzas sísmicas de manera eficiente.

El diseño y construcción de edificaciones de concreto armado deben seguir criterios específicos para asegurar su comportamiento adecuado durante un sismo. Estos criterios incluyen el diseño de la distribución de cargas, la rigidez y ductilidad de la estructura, y la capacidad de disipación de energía (Paulay & Priestley, 1992).

Aplicación de la Norma E.030 en Chanchamayo

La provincia de Chanchamayo, ubicada en la región de Junín, es una zona de alta sismicidad. La aplicación de la Norma E.030 en esta región es crucial para asegurar que las edificaciones puedan resistir los eventos sísmicos que son comunes en el área. La normativa proporciona directrices claras para el diseño de edificaciones sismorresistentes, considerando las características geotécnicas y sísmicas específicas de la región. En estudios previos, se ha demostrado que la implementación de normativas sismorresistentes reduce significativamente el riesgo de daños estructurales y colapsos durante un sismo (Mosalam & Günay, 2014). Por tanto, la aplicación rigurosa de la Norma E.030 en Chanchamayo es esencial para la seguridad y resiliencia de las edificaciones en esta área.

MATERIALES Y MÉTODOS

Parámetros de sitio S , T_P y T_L

Tabla 1 Periodos T_p y T_l según el perfil del suelo

PERIODOS “ T_P ” y “ T_L ”				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_l (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: NTP e.030.

Tabla 2 Factor del suelo según la zona sísmica

FACTOR DE SUELO “ S ”				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: NTP e.030.

Factor de amplificación sísmica C

(Chávez G., Jorge A., 2018) Discuten en detalle el uso del factor de amplificación sísmica “ C ” según la normativa peruana E.030. Ellos destacan que este factor varía según el tipo de suelo y el periodo de vibración de la estructura, proporcionando una tabla espectral para determinar “ C ”. Los valores específicos de “ C ” para distintos tipos de suelos (S_1 a S_4) y sus implicaciones en el diseño estructural se analizan en profundidad.

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_P \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_P \times T_L}{T^2}\right)$$

Fuerza cortante en la base

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P \quad \frac{C}{R} \geq 0.11$$

Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, R

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i \times V \quad \alpha_i = \frac{P_i \times (h_i)^K}{\sum_{j=1}^n P_j \times (h_j)^K}$$

Alternativamente puede usarse la siguiente expresión

$$T = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \times d_i^2)}{(g \times \sum_{i=0}^n f_i \times d_i)}}$$

Teniendo:

Sistema estructural de pórticos

N° Pisos = 6

Columnas de 45 cm x 60 cm y

Vigas = 45 cm x 55 cm

Espesor de Losa Aligerada e = 25,

$D_f = 0.80$ m,

Altura de Piso N° 01 = 4 m y de los pisos N° 2 al N° 6 = 3.5 m,

Ubicación: Chanchamayo – Suelo Intermedio,

Uso: Oficina

Pesos Sísmicos: Piso 1 = 2 53.205 Tn, Piso 2-5 = 236.150 Tn y Piso 6 = 233.143 Tn



Figura 1. Vista planta de la estructura

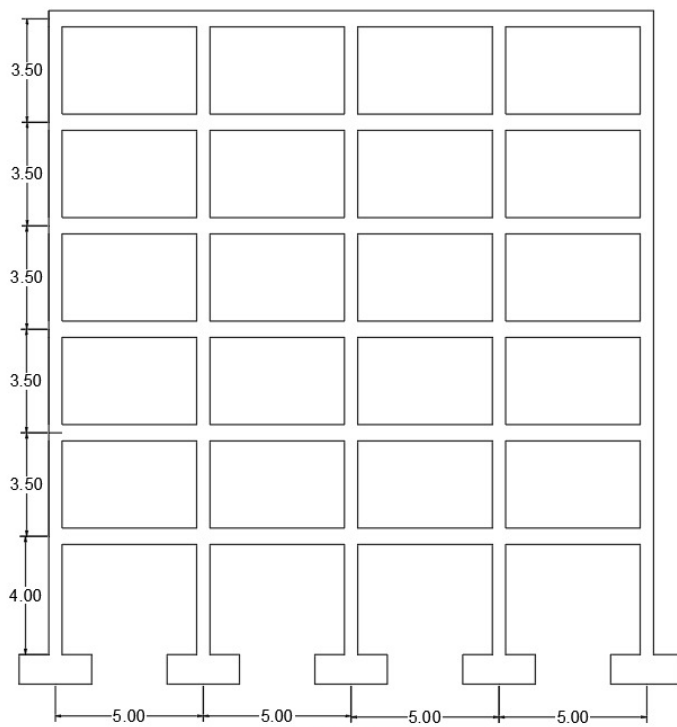


Figura 2. Elevación X-X

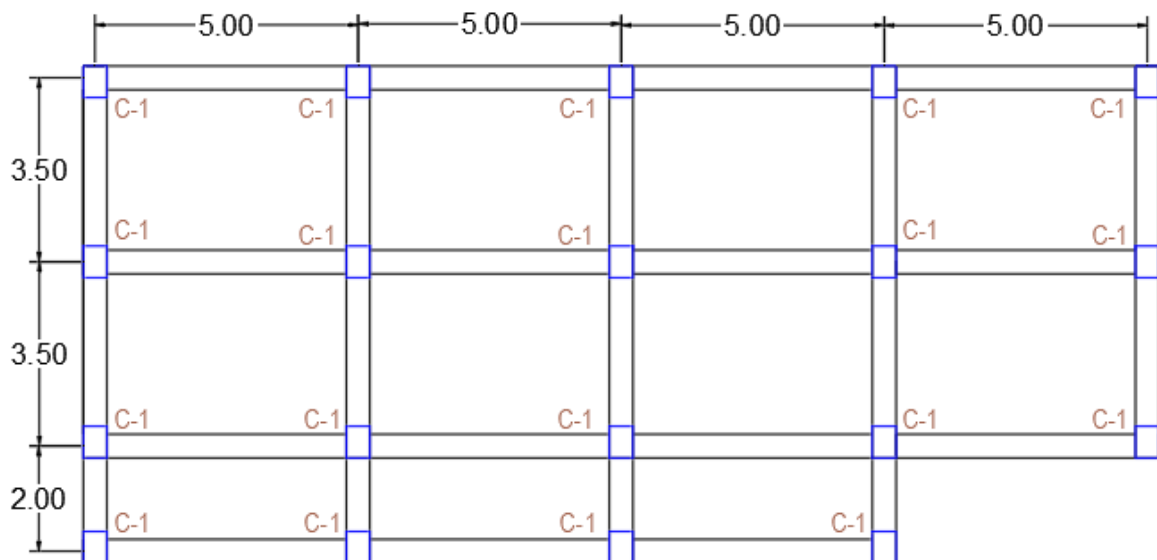
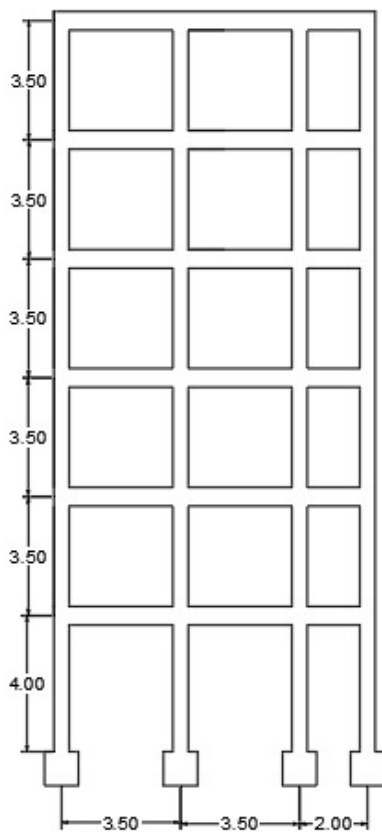


Figura 3. Elevación Y-Y



Datos:

$$E = 2.2 \times 10^6 \times \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$I_x = 0.60 \times (0.45)^3 = 0.005 \times \text{m}^2$$

$$I_y = 0.45 \times (0.60)^3 = 0.008 \times \text{m}^2$$

$$h = \begin{bmatrix} 4 \\ 3.5 \\ 3.5 \\ 3.5 \\ 3.5 \\ 3.5 \end{bmatrix} \times \text{m}$$

$$E = 150000 \times \sqrt{280} = 2.51 \times 10^6 \times \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$h_n = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 = 19 \times \text{m}$$

$$C_T = 35$$

$$Z = 0.25$$

$$U = 1$$

$$R_0 = 8$$

ANÁLISIS X-X

Rigidez de entrepiso

$$k_{ent-1} = \frac{12 \times E \times I}{h_1^3} \times 19 = 40741.095 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-2} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 60814.695 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-3} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 60814.695 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-4} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 60814.695 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-5} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 60814.695 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-6} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 60814.695 \times \frac{tonf}{m}$$

Verificación de irregularidades

Irregularidades en altura:

Los criterios de la norma indican dos factores para revisión de Piso Blando:

Rigidez respecto al piso inmediato superior

$$\frac{k_{ent-1}}{k_{ent-2}} = 66.992\% < 70\% \quad \text{I. de piso blando}$$

Rigidez respecto al promedio de los 3 pisos inmediatamente superiores:

$$\frac{k_{ent-1}}{\left(\frac{k_{ent-1}+k_{ent-2}+k_{ent-3}+k_{ent-4}+k_{ent-5}+k_{ent-6}}{6}\right)} = 80.391 < 80\% \quad \text{Regular}$$

No existe irregularidad en piso blando: $I_a = 1$

Irregularidades en planta:

Los criterios de la norma indican dos factores para revisión de esquina entrante:

Dimensión 1.

$$a > 20\% \times A \quad 5 > 4$$

Dimensión 1.

$$b > 20\% \times B \quad 2 > 4$$



Las dos dimensiones de la esquina entrante son mayores al 20% del lado total de ambas direcciones.
(Irregularidad de esquina entrante).

si existe irregularidad en piso blando: $I_p = 0.9$

Fuerza cortante en la base

Periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

$$T = 0.614 \text{ S}$$

Fuerza cortante en la base

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P \quad \frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$V = 193.973 \times \text{ton}$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i \times V \quad \alpha_i = \frac{P_i \times (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \times (h_j)^k}$$

$$P_i = \begin{bmatrix} 253.205 \\ 236.150 \\ 236.150 \\ 236.150 \\ 236.150 \\ 233.143 \end{bmatrix} \times \text{tonf} \quad h_i = \begin{bmatrix} 4 \\ 7 \\ 10 \\ 13 \\ 16 \\ 19 \end{bmatrix} \times \text{m} \quad k = 0.75 + 0.5 \times (0.614) = 1.057$$

$$\alpha_i = \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.201 \\ 0.293 \\ 0.387 \\ 0.482 \\ 0.570 \end{bmatrix} \quad F_i = \begin{bmatrix} 23.138 \\ 38.988 \\ 56.841 \\ 75.006 \\ 93.415 \\ 110.596 \end{bmatrix} \times \text{tonf}$$

Desplazamientos elásticos y inelásticos

Desplazamientos elásticos

Cortante de entrepiso

Rigidez de cada entrepiso



$$V_i = \begin{bmatrix} 23.138 \\ 38.988 \\ 56.841 \\ 75.006 \\ 93.415 \\ 110.596 \end{bmatrix} \times \text{tonf}$$

$$K_i = \begin{bmatrix} 40741.095 \\ 60814.695 \\ 60814.695 \\ 60814.695 \\ 60814.695 \\ 60814.695 \end{bmatrix} \times \frac{\text{tonf}}{m}$$

Desplazamiento elástico de entrepiso.

Desplazamiento elástico de piso.

$$\Delta_i = \frac{V_i}{K_i}$$

$$\Delta_i = \begin{bmatrix} 9.769 \\ 6.164 \\ 5.523 \\ 4.588 \\ 3.355 \\ 1.819 \end{bmatrix} \times mm$$

$$X_i = \begin{bmatrix} 9.769 \\ 15.932 \\ 21.455 \\ 26.043 \\ 29.398 \\ 31.216 \end{bmatrix} \times mm$$

Desplazamientos inelásticos

$$\Delta_{ine} = 0.85 \times R \times \Delta_i$$

$$\Delta_{ine} = \begin{bmatrix} 44.838 \\ 28.292 \\ 25.349 \\ 21.059 \\ 15.398 \\ 8.347 \end{bmatrix} \times mm$$

Derivas de entrepiso (NTP E.030: artículo 32)

$$\theta_i = \frac{\Delta_{ine-i}}{h_i}$$

$$\theta_i = \begin{bmatrix} 0.01121 \\ 0.00808 \\ 0.00724 \\ 0.00602 \\ 0.0044 \\ 0.00238 \end{bmatrix}$$

Verificación del periodo (NTP e.030: artículo 28)

$$d_i = X_i = \begin{bmatrix} 9.769 \\ 15.932 \\ 21.455 \\ 26.043 \\ 29.398 \\ 31.216 \end{bmatrix} \times mm$$

$$T = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \times d_i^2)}{(g \times \sum_{i=0}^n f_i \times d_i)}} = 0.665 \times s$$

ANÁLISIS Y-Y

Rigidez de entrepiso

$$k_{ent-1} = \frac{12 \times E \times I}{h_1^3} \times 19 = 72428.613 \times \frac{\text{tonf}}{m}$$

$$k_{ent-2} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 108115.014 \times \frac{\text{tonf}}{m}$$



$$k_{ent-3} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 108115.014 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-4} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 108115.014 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-5} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 108115.014 \times \frac{tonf}{m}$$

$$k_{ent-6} = \frac{12 \times E \times I}{h_2^3} \times 19 = 108115.014 \times \frac{tonf}{m}$$

Verificación de irregularidades

Irregularidades en altura:

Los criterios de la norma indican dos factores para revisión de Piso Blando:

Rigidez respecto al piso inmediato superior

$$\frac{k_{ent-1}}{k_{ent-2}} = 66.992\% < 70\%$$

I. de piso blando

Rigidez respecto al promedio de los 3 pisos inmediatamente superiores:

$$\frac{k_{ent-1}}{\left(\frac{k_{ent-1} + k_{ent-2} + k_{ent-3} + k_{ent-4} + k_{ent-5} + k_{ent-6}}{6}\right)} = 80.391 < 80\% \quad \text{Regular}$$

No existe irregularidad en piso blando: $I_a = 1$

Irregularidades en planta:

Los criterios de la norma indican dos factores para revisión de esquina entrante:

Dimensión 1.

$$a > 20\% \times A \quad 5 > 4$$

Dimensión 1.

$$b > 20\% \times B \quad 2 > 4$$

Las dos dimensiones de la esquina entrante son mayores al 20% del lado total de ambas direcciones.

(Irregularidad de esquina entrante).

si existe irregularidad en esquina entrante: **$I_p = 0.9$**

Fuerza cortante en la base

Periodo fundamental de vibración



$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

$$T = 0.614 \text{ S}$$

Fuerza cortante en la base

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P \quad \frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$V = 149.057 \times \text{ton}$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i \times V \quad \alpha_i = \frac{P_i \times (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \times (h_j)^k}$$

$$P_i = \begin{bmatrix} 253.205 \\ 236.150 \\ 236.150 \\ 236.150 \\ 236.150 \\ 233.143 \end{bmatrix} \times \text{tonf} \quad h_i = \begin{bmatrix} 4 \\ 7 \\ 10 \\ 13 \\ 16 \\ 19 \end{bmatrix} \times m \quad k = 0.75 + 0.5 \times (0.614) = 1.057$$

$$\alpha_i = \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.201 \\ 0.293 \\ 0.387 \\ 0.482 \\ 0.570 \end{bmatrix} \quad F_i = \begin{bmatrix} 17.78 \\ 29.96 \\ 43.679 \\ 57.638 \\ 71.784 \\ 84.986 \end{bmatrix} \times \text{tonf}$$

Desplazamientos elásticos e inelásticos

Desplazamientos elásticos

Cortante de entrepiso

$$V_i = \begin{bmatrix} 305.827 \\ 288.047 \\ 258.087 \\ 214.408 \\ 156.77 \\ 84.989 \end{bmatrix} \times \text{tonf}$$

Rigidez de cada entrepiso

$$K_i = \begin{bmatrix} 72428.613 \\ 108115.014 \\ 108115.014 \\ 108115.014 \\ 108115.014 \\ 108115.014 \end{bmatrix} \times \frac{\text{tonf}}{m}$$

Desplazamiento elástico de entrepiso.

Desplazamiento elástico de piso.

$$\Delta_i = \frac{V_i}{K_i}$$



$$\Delta_i = \begin{bmatrix} 4.222 \\ 2.664 \\ 2.387 \\ 1.983 \\ 1.45 \\ 0.786 \end{bmatrix} \times mm$$

$$X_i = \begin{bmatrix} 4.222 \\ 6.887 \\ 9.274 \\ 11.257 \\ 12.707 \\ 13.493 \end{bmatrix} \times mm$$

Desplazamientos inelásticos

$$\Delta_{ine} = 0.85 \times R \times \Delta_i \quad \Delta_{ine} = \begin{bmatrix} 25.841 \\ 16.305 \\ 14.609 \\ 12.137 \\ 8.874 \\ 4.811 \end{bmatrix} \times mm$$

Derivas de entrepiso (NTP e.030: artículo 32)

$$\theta_i = \frac{\Delta_{ine-i}}{h_i} \quad \theta_i = \begin{bmatrix} 0.00646 \\ 0.00466 \\ 0.00417 \\ 0.00347 \\ 0.00254 \\ 0.00137 \end{bmatrix}$$

Verificación del periodo (NTP e.030: artículo 28)

$$d_i = X_i = \begin{bmatrix} 4.222 \\ 6.887 \\ 9.274 \\ 11.257 \\ 12.707 \\ 13.493 \end{bmatrix} \times mm \quad T = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \times d_i^2)}{(g \times \sum_{i=0}^n f_i \times d_i)}} = 0.499 \times s$$

CONCLUSIÓN

Se concluye que las distorsiones de los entrepisos en el eje X no cumple según la norma técnica peruana e.030. Por lo tanto, es necesario aumentar el sistema de muros estructurales, para obtener la distorsión menor que el 0.7%, para lograr el correcto comportamiento de la edificación.

Las distorsiones en el eje Y están bajo el parámetro de la normatividad ya que las distorsiones son menores al 0.7%.

Los resultados destacan la necesidad de un diseño detallado y adaptado a las características específicas de cada edificación y región sísmica. La correcta interpretación y aplicación de la Norma E.030 son fundamentales para lograr un comportamiento sismorresistente adecuado y minimizar los riesgos de daños estructurales.

La investigación enfatiza la necesidad de una evaluación integral de las edificaciones, considerando tanto los ejes X como Y, y asegurando que todos los aspectos del diseño estructural estén optimizados

para la resistencia sísmica. Esto incluye no solo la adición de muros estructurales, sino también la consideración de otros elementos que puedan influir en el comportamiento sísmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *Estadísticas del Departamento de Junín*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.030: Diseño Sismorresistente*.
- Mosalam, K. M., & Günay, S. (2014). *Performance-based design of reinforced concrete buildings*. *Journal of Structural Engineering*, 140(2), 04013046.
- Quiun, D., Lira, A., & Meli, R. (2015). *Diseño sísmico de edificios de concreto en Latinoamérica*. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 92, 59-73.
- Salazar, J., Pineda, M., & Rodríguez, R. (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de estructuras de concreto armado*. *Revista de Ingeniería Estructural*, 15(2), 123-136.
- Chopra, A. K. (2012). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. *Pearson Education*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.030: Diseño Sismorresistente*.
- Rupay Vargas, M. J. (2022). *Ingeniería Antisísmica. Apuntes de la clase las normas de diseño sismorresistente de edificios*
- Mosalam, K. M., & Günay, S. (2014). *Performance-based design of reinforced concrete buildings*. *Journal of Structural Engineering*, 140(2), 04013046.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2010). *Design of Concrete Structures*. McGraw-Hill.
- Paulay, T., & Priestley, M. J. N. (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. John Wiley & Sons.
- Chavez G., Jorge A. (2018). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones: Aplicación de la Norma E.030*. *Editorial Ingeniería Sísmica, Lima, Perú*.