



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

**ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE
ESTRUCTURAS CONTIGUAS SIN UNA APROPIADA
JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA EN EL ECUADOR**

**ANALYSIS OF THE INTERACTION BETWEEN CONTIGUOUS
STRUCTURES WITHOUT AN APPROPRIATE SEISMIC
SEPARATION JOINT IN THE EQUATOR**

Humberto Ramiro Morales Zuñiga
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

Mariela Cristina Guerrero Zuñiga
Investigador Independiente, Ecuador

Steven Ariel Morales Miranda
Investigador Independiente, Ecuador

Alexander Daniel Morales Miranda
Investigador Independiente, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i6.15292

Análisis de la Interacción Entre Estructuras Contiguas sin una Apropriada Junta de Separación Sísmica en el Ecuador

Humberto Ramiro Morales Zuñiga¹

morzumorales@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-5477-399X>

Universidad Técnica de Ambato

Ecuador

Mariela Cristina Guerrero Zuñiga

crisguerrero13@yahoo.com

<https://orcid.org/0009-0006-3223-5316>

Investigador Independiente

Ecuador

Steven Ariel Morales Miranda

steven.morales.1605@gmail.com

Investigador Independiente

Ecuador

Alexander Daniel Morales Miranda

daniel_mm95@hotmail.com

Investigador Independiente

Ecuador

RESUMEN

Ecuador está emplazado en una zona de alta peligrosidad sísmica, y que un sismo de magnitudes considerables podría causar daños graves e irreversibles a las edificaciones en muchas de las zonas clasificadas, por lo que es necesario realizar un análisis técnico integral que permitirá determinar el desempeño favorable de la edificación ante un evento dinámico. En la presente investigación tiene como propósito estudiar los efectos que tendrían cuando interactúan ambas edificaciones sin la presencia de una junta de separación sísmica durante la acción del movimiento sísmico.

Palabras clave: sismo, junta, separación, dinámico, interactuar

¹ Autor principal

Correspondencia: morzumorales@hotmail.com

Analysis of the Interaction Between Contiguous Structures Without an Appropriate Seismic Separation Joint in the Equator

ABSTRACT

Ecuador is located in an area of high seismic hazard, and an earthquake of considerable magnitude could cause serious and irreversible damage to buildings in many of the classified areas, so it is necessary to perform a comprehensive technical analysis to determine the favorable performance of the building in the event of a dynamic event. The purpose of this research is to study the effects that would occur when both buildings interact without the presence of a seismic separation joint during the action of the seismic movement.

Keywords: earthquake, joint, separation, dynamic, interacting

Artículo recibido 18 noviembre 2024

Aceptado para publicación: 23 diciembre 2024



INTRODUCCIÓN

Nuestro país pertenece a una de las áreas más dinámicas del mundo, de esta manera, se encuentra en la región del "Cinturón de fuego del Pacífico", el cual ha presenciado múltiples eventos sísmicos. Razones suficientes para determinar la importancia técnica la de incorporar modelos matemáticos y físicos en nuestra modelación y concepción estructural, las construcciones vibran, sufren desplazamientos considerables, cada estructura mientras mayor su altura o mayores niveles de pisos, tenderán a mayores distancias de desplazamientos. Al Ecuador le rige la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 2, las mismas que se deben emplear antes y durante la ejecución de un proyecto de edificación a fin de que pueda garantizar estándares de confianza de que la estructura será duradera y resistente ante una acción o movimiento sísmico. A pesar de ello, en la actualidad existen construcciones, que no cuentan con una adecuada intervención técnica tanto arquitectónica como estructural, por cuanto no respetan o cumplen con las presentes disposiciones técnicas tanto en temas de seguridad, diseño y ejecución. Tanto es así, que en la actualidad existen edificaciones que son construidas exactamente en los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, ocasionando que no exista ningún tipo de junta de separación sísmica entre una edificación y otra.

METODOLOGÍA

La metodología tuvo un enfoque cuantitativo.

El tipo de investigación, fue descriptivo, el diseño utilizado fue observacional.

La población de estudio, se basó en las construcciones implantadas en la ciudad de Ambato.

Las técnicas de recolección o producción de datos, se basó en la observación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la normativa NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 2;

Separación entre estructuras adyacentes

Separación dentro de la misma estructura

Todos los elementos de la estructura deben diseñarse y construirse para que actúen como un solo sistema estructural a efectos de resistir el sismo de diseño, a menos que intencionalmente se separen unos de otros una distancia suficiente para evitar la colisión entre ellos [1].



Para determinar la distancia mínima de separación entre los elementos estructurales, se deberá verificar si los sistemas de entrepiso de cada una de las partes intencionalmente separadas coinciden a la misma cota en altura [1].

- Si no coinciden, la distancia mínima de separación será el promedio de los valores absolutos de los desplazamientos máximos horizontales inelásticos Δ_M , para cada una de las partes de la estructura que actúen separadamente.
- Si las cotas de los entrepisos coinciden, la separación mínima será la mitad del valor absoluto del desplazamiento máximo horizontal inelástico Δ_M de una de las partes, el más desfavorable.

Dichos valores deben medirse en la dirección perpendicular a la junta que las separe, a menos que se tomen medidas para que no se produzcan daños a los elementos estructurales al utilizar una distancia menor.

La junta “separación entre estructuras adyacentes” deberán quedar libre de todo material, se colocará un perfil metálico anclado de un solo lado, es decir, a una de las dos estructuras en sus disposiciones, vertical, horizontal.

Separación entre estructuras adyacentes

La normativa urbana de las ciudades debería establecer la separación mínima que debe existir entre estructuras colindantes que no formen parte de la misma unidad estructural.

En ausencia de una reglamentación de este tipo, pueden utilizarse las siguientes recomendaciones:

a. Cuando ya exista una estructura colindante en la cual hay una separación previa con respecto al lindero del terreno

Caso 1: Si las cotas de los diferentes entrepisos coinciden con las cotas de los entrepisos de la estructura por diseñarse

$$\Delta_E \geq 0.25\Delta_{Mup} + 0.005H_{ev} - \Delta_{vn}$$

Δ_E , Separación

Δ_{Mup} , Desplazamiento del último piso

H_{ev} , Altura de la estructura vecina

Δ_{vn} , Separación previamente existente entre la estructura vecina y la nueva



Caso 2: Cuando ya exista una estructura colindante en la cual no existe una separación con respecto al lindero del terreno.

$$\Delta_E \geq 0.5\Delta_{Mup} + 0.01H_{ev} - A_{vn}$$

Dónde:

H_{ev} , Altura de la estructura vecina

Δ_{vn} , Separación previamente existente entre la estructura vecina y la nueva

b. Cuando ya exista una estructura colindante en la cual no existe una separación con respecto al lindero del terreno

Si no se conocen sus desplazamientos máximos, la regla es la siguiente:

Si las cotas de los entresijos de la estructura vecina coincidan con las cotas de la estructura por diseñarse, la distancia mínima de separación requerida será:

$$\Delta_E \geq 0.25\Delta_{Mup} + 0.005H_{ev}$$

Dónde:

Δ_E , Fuerzas laterales de diseño reducidas

Δ_{Mup} , Desplazamiento del último piso

H_{ev} , Altura de la estructura vecina

Si las cotas de los entresijos de la estructura vecina no coinciden con las cotas de entresijos de la estructura nueva, la distancia mínima de separación requerida será:

$$\Delta_E \geq 2 \times (0.25\Delta_{Mup} + 0.005H_{ev})$$

Dónde:

Δ_E , Fuerzas laterales de diseño reducidas

Δ_{Mup} , Desplazamiento del último piso

H_{ev} , Altura de la estructura vecina

Estructuras adosadas

Cuando no se haya construido aún en el terreno colindante y la reglamentación urbana permita construir estructuras adosadas, en aquellos pisos en los cuales se requiere adosamiento, la estructura debe separarse del lindero del terreno una distancia igual a:



$$\Delta_E = 0.5 \Delta_{Mup}$$

Dónde:

Δ_E , Fuerzas laterales de diseño reducidas

Δ_{Mup} , Desplazamiento del último piso

Establecimiento de separaciones mínimas entre estructuras

El establecimiento de separaciones mínimas entre estructuras debe evitar el golpeteo entre estructuras adyacentes, o entre partes de la estructura intencionalmente separadas, debido a las deformaciones laterales.

Se considera el efecto desfavorable en que los sistemas de entrepiso de cada una de las partes intencionalmente separadas de las estructuras, o de estructuras adyacentes, no coincidan a la misma cota de altura.

Para los casos de coincidencia o no coincidencia, se establece la cuantificación de separación máxima.

Se ha descrito textualmente lo que establece por ley la NEC 5.1, 5.1.1; 5.12; 5.1.3 [1] y es clara, sin embargo, las entidades municipales que son las encargadas y responsables de hacer cumplir lo establecido en la misma, sumado la falta de aplicación técnica profesional de parte de los arquitectos que son quienes planifican los proyectos, los ingenieros constructores y o personal de obra encargado, en esto *resaltaremos* la realidad de nuestro entorno, los interesados o propietarios de los proyectos ya sea, por economía, cultura social, desconocimiento de las normas de construcción, entre otras buscan contratar mano de obra barata-empírica, decimos cultura social, por cuanto es un factor preponderante que el *propietario no consiente* perder unos centímetros de su parcela, más bien tratan en lo posible juntarse a la construcción contigua, un acto inverosímil de parte del mismo, la incapacidad del o los profesionales encargadas de la planificación y construcción, la falta de control de los inspectores de construcciones, para muchos un caso poco trascendente, importante, pero este factor es preponderante en los momentos que se presenten movimientos sísmicos, la afectación por impactos de fuerzas laterales, vibraciones, etc. La no separación adecuada-técnica de las estructuras contiguas, generarán las causas para los colapsos y destrucción de las mismas, se presentarán pérdidas humanas, pérdidas materiales, y pérdidas económicas.



Un factor predominante es la realización de los estudios de suelos evaluado y proporcionado por un Ing. Geotécnico, en este estudio se tendrá como resultados las propiedades geotécnicas del suelo específico y particular del lugar de implantación de la edificación, por cuanto es menester que los profesionales a quienes encargan el diseño estructural se remiten a tomar datos generales de suelos ya sean estos por regiones, ciudades, o lugares aledaños, es imprescindible se realicen los estudios de suelos para todos y cada uno de los proyectos a diseñarse, sin tratar de categorizar ya sea por su tamaño, importancia, estos están regidos en la norma código NEC - SE – GC[1], cabe indicar que en los departamentos municipales encargados solicitan u obligan la presentación del estudio de suelos para pisos o niveles superiores mayores a un límite, cuando por lo contrario, se debería exigir los mismos sean cual sea sus requerimientos o nivel de importancia.

Otro factor a considerar es conocer el tipo de suelos, los mismos que están determinados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS, ASTM D2487-2000), conocer sus características y propiedades es de fundamental importancia, por cuanto, ya adentrándose en el diseño estructural, es necesario incorporar los presentes datos en la modelación estructural.

En países más desarrollados en la investigación sobre la ingeniería estructural como Rusia, Japón, Estados Unidos, han incorporado como parte sustancial en la modelación estructural, el fenómeno de la interacción suelo-estructura, el presente indica que el suelo de fundación no es completamente rígido, no obstante son propiedades técnicas que se deberían ajustar e incorporar en base a las propiedades geotécnicas que determina el estudio de suelo, obteniendo así las funciones de impedancia, ya en varios estudios e investigaciones se ha dicho que la incorporación del presente deberá hacerlo de igual manera a todos los modelos estructurales sin importar sus requerimientos, solicitudes, importancia, entre otros aspectos importantes, por cuanto una estructura modelada tradicionalmente para un suelo rígido pero al sumar dichas funciones de impedancia el comportamiento estructural, y los resultados son muy diferenciados[7].

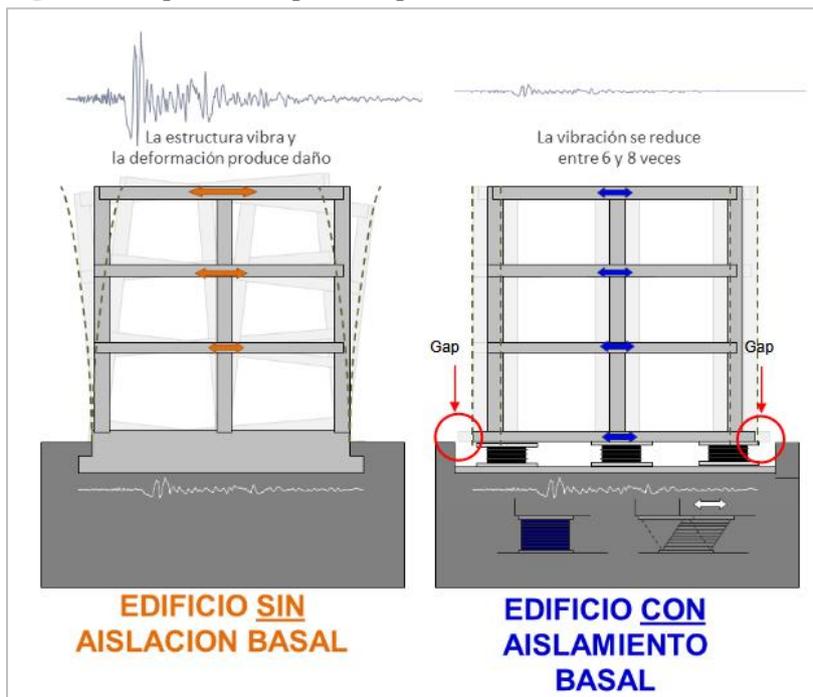
El complejo análisis de los impactos del golpeteo o pounding considera una relación entre diversas variables, mostrando la disposición a varios escenarios inesperados a los que las estructuras de hormigón armado podrían enfrentarse.



El propósito de los modelos de impacto estructural es cuantificar unas cargas de impacto. Aunque los modelos iniciales de análisis consideraban los mecanismos basándose en rigideces y desplazamientos relativos, los modelos más modernos incluyen hasta los impactos del amortiguamiento en sistemas viscoelásticos, considerando las transferencias de energía cinética en energías de deformación [3].

Los amortiguadores viscoelásticos como se describe en la figura 1, proporcionan principalmente el amortiguamiento suplementario a la estructura, reduciendo de esta manera los desplazamientos tanto en elementos estructurales como en elementos no estructurales [4].

Figura 1. Esquema comparativo para edificios aislados [6]



Las estructuras que presentan Piso blando(flexible) como se describe en la figura 2, en el entrepiso presenta desplazamientos laterales mucho mayores que los de otros entrepisos ocasionando que el desplazamiento del techo no se distribuya entre todos los entrepisos, sino que se concentre en el entrepiso flexible [5].

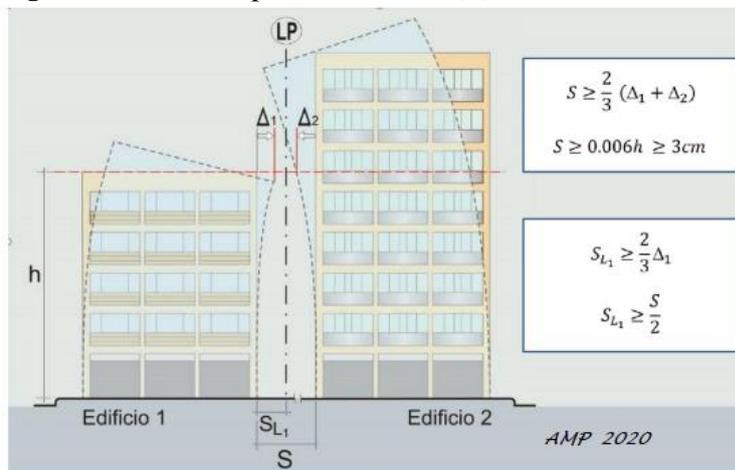
Figura 2. Irregularidad de piso blando [5]



Cuando se materializa un edificio nuevo junto a otro ya existente que no haya dejado la junta en el límite de propiedad correspondiente, la Norma dicta que el nuevo edificio debe dejar la separación requerida entre ambos. En otras palabras, la nueva edificación deberá distanciarse de su límite de propiedad, más de lo que se le asignaba para conseguir la separación requerida entre los edificios [5].

En cambio, en edificios nuevos la Norma indica como se describe en la figura 3.

Figura 3. Junta de separación sísmica [5]



Como un ejemplo, presentaremos los resultados de un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar la influencia del golpeteo sísmico en 2 estructuras adyacentes aporticadas de hormigón armado de 6 y 3 pisos:

Como resultados se obtuvo la deriva máxima en la dirección X de 0.0073, además la estructura muestra un desplazamiento máximo de 100.84 mm ante un cortante basal de 241.20 tonf, asimismo la mayor fuerza de impacto fue de 116.24 tonf y todo esto en los casos de sin junta sísmica [2].

A continuación, se muestra en la figura 4, el colapso de dos estructuras causado por el terremoto en Manta-Ecuador.

Figura 4.

Edificios sin junta de separación sísmica colapsadas después de un sismo en Manta-Ecuador.



Adaptado de imágenes privadas del Ing. Miguel Diaz F.

En lo referente a la tipología de implantación el GAD Ambato establece [9]:

Codificación de la edificación

Para la asignación de la edificación se utilizan los mismos parámetros vigentes en la ordenanza actual de la ciudad de Ambato, con códigos alfanuméricos compuestos por una sigla y por numerales, cuyos significados son los siguientes:

- a) El primer numeral expresa el retiro frontal mínimo.
- b) La sigla identifica la forma de ocupación:
 - o A = aislada (con retiros frontal, laterales y posterior);
 - o B =-pareada (con retiros frontal, lateral y posterior);
 - o C = continua (con retiros frontal y posterior);
 - o D = continua sobre línea de fábrica (con retiro posterior);
- c) El siguiente numeral expresa la altura máxima de la edificación en metros lineales.
- d) A continuación, el numeral separado por un guion que significa el coeficiente máximo de ocupación del suelo en planta baja (COS), expresado en porcentaje.

Ejemplo: codificación: **5B9-40**

- Significado: **5** = retiro frontal mínimo en metros lineales
- **B** = Implantación pareada
- **9** = Altura máxima de edificación en metros lineales
- **40** = COS máximo (porcentaje %)

Como implantación ideal se considera la de tipología tipo A (Aislada), por cuanto la estructura estaría libre a todos sus lados, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Edificios tipología A(aislada), implantación ideal.



Se presenta por medio de imágenes recolectadas en la ciudad de Ambato, el incumplimiento de la norma NEC que rige para todo el Ecuador en el tema de separación de estructuras adyacentes como se muestran en las figuras 6 hasta la figura 6.

Figura 6. Edificios tipología B



Se evidencia nula separación entre estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 7 años de existencia, estructura lado derecho 25 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 7. Edificios tipología B



Se evidencia nula separación entre estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 12 años de existencia, estructura lado derecho 1 año de existencia; edades aproximadas.

Figura 8. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 50 años de existencia, estructura central 50 años de existencia, estructura lado derecho 50 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 9. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 70 años de existencia, estructura central 20 años de existencia, estructura lado derecho 30 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 10. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 30 años de existencia, estructura central 30 años de existencia, estructura lado derecho 25 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 11. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 30 años de existencia, estructura lado derecho 30 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 12. Edificios tipología D,



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 10 años de existencia, estructura lado derecho 30 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 13. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 100 años de existencia, estructura central 100 años de existencia, estructura lado derecho 100 años de existencia; edades aproximadas, según la historia las presentes sobrevivieron al terremoto de agosto de 1949.

Figura 14. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 25 años de existencia, estructura lado derecho 40 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 15. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 20 años de existencia, estructura central 0.5 años de existencia, estructura lado derecho 20 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 16. Edificios tipología D



Se evidencia nula separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 25 años de existencia, estructura lado derecho 15 años de existencia; edades aproximadas.

Se pudo observar que en menor número existen estructuras que de alguna forma cumplen con la Normativa NEC, como se muestran en las figuras 17, 18, y 19.

Figura 17. Edificios tipología B



Se evidencia la separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 40 años de existencia, estructura lado derecho 40 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 18.



Edificios tipología D, se evidencia la separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 40 años de existencia, estructura lado derecho 35 años de existencia; edades aproximadas.

Figura 19. Edificios tipología B



Se evidencia la separación entre las estructuras adyacentes, estructura lado izquierda 40 años de existencia, estructura lado derecho 12 años de existencia; edades aproximadas.

Así mismo se evidenció que una estructura originalmente cumplía con la normativa, pero en lo posterior fue intervenida y la rellenaron y aún más la revistieron con materiales cerámicos, lo que implica que la junta es de tipo rígida, la misma que no cumpliría su función adecuadamente en el caso de una acción sísmica principalmente, como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Edificios tipología D



Se evidencia la separación entre las estructuras, estructura lado izquierda 35 años de existencia, estructura lado derecho 40 años de existencia; edades aproximadas.

La efectividad de la propuesta de control de conexión se basa en gran parte en las características de los edificios vecinos (como los periodos naturales y la cantidad de pisos) y en las características de los conectores (como la relación entre fuerza de desplazamiento y altura de su distribución) [10].

Pese a que los edificios se edifican con materiales flexibles, se necesitan uniones en las cubiertas y estructuras cuando las dimensiones en planta son amplias. Esto se debe a que, si no se facilita una adecuada expansión y contracción de los materiales ante las variaciones de temperatura, se generarán fuerzas que pueden causar averías locales o globales [11].

Figura 21. Norma E.030 Diseño Sismorresistente-Perú ejemplos de colapsos de edificaciones [12].

JUNTA DE SEPARACION SISMICA

➤ La distancia mínima de separación entre edificios adyacentes no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s = 3 + 0,004 \cdot (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s > 3 \text{ cm}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar S.

El Edificio se retirará de los **límites de propiedad** adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según Artículo 16 (16.4) ni menores que s/2 si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria, caso contrario deberá retirarse una distancia mínima s de la estructura vecina.

JUNTA DE SEPARACION SISMICA

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

Es importante destacar que el corte basal de diseño no es el único impacto significativo relacionado con el comportamiento y diseño sismo-resistente de estructuras, sino que existen otros factores que deben ser considerados y que influyen en los efectos de la interacción dinámica entre el suelo y la estructura, tales como el prolongamiento del periodo fundamental de vibración y la intensificación de desplazamientos laterales totales, especialmente en cimentaciones no asentadas en el estrato firme donde, los efectos de cabeceo de la cimentación cobran una importancia especial, tal como se ha evidenciado tanto de manera analítica como experimental [13].

Se puede categorizar la colisión entre edificaciones contiguas en dos tipos: impacto de losa a losa y de losa a columna (o de losa a muro); estas categorías se relacionan con losas alineadas (es decir, de la misma altura) y no alineadas, respectivamente. Este segundo tipo de choque es considerablemente más riesgoso, dado que es muy probable que el golpe de una losa masiva y rígida en una columna (o incluso en un muro) propicie la caída del edificio en su totalidad. Sin embargo, el primer tipo de choque no está exento de riesgo y es significativamente más común, debido a que usualmente se evita proyectar edificaciones próximas con losas no alineadas; por otro lado, la simulación numérica del impacto de una losa a otra es extremadamente complicada; por otro lado, la simulación numérica del impacto de una losa a otra es extremadamente complicada [14].

Los hallazgos del análisis de golpeteo utilizando resultados de análisis dinámico no lineal, indican que este fenómeno pudo suceder entre las columnas de los cuerpos próximos debido a una separación deficiente de estos. Es necesario ampliar el análisis en este campo, contrastando los hallazgos para diversas configuraciones y separaciones [15].

La forma más fácil de mitigar el problema del golpeteo entre edificios es proporcionar una separación segura. Sin embargo, ese no sería el caso de las edificaciones existentes, que han sido construidas de manera informal y que no cumplen con los requisitos establecidos en la norma sismo resistente colombiana [16].

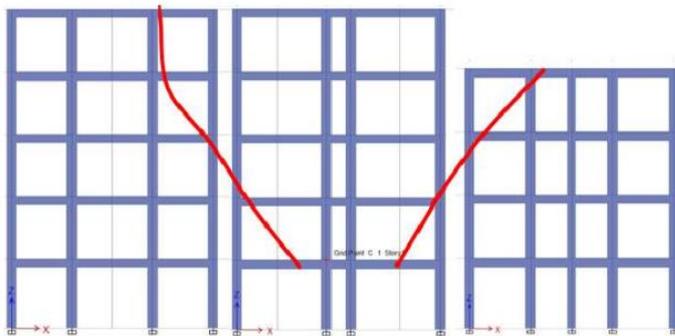
La edificación 3 es la que recibe mayor fuerza de golpeteo en los niveles 3 y 4 de 3.43Tn-f y 16.66 Tn -f. Sin embargo, la edificación que presenta más daño es la edificación 2, puesto que ejerce grandes golpes y por su modo de vibrar.



Por ende, tenderá a presentar un movimiento armónico mayor. En cambio, la edificación 1 recibe fuerzas en los niveles 3,4,5 de 1.15 Tn-f, 3.88 Tn-f y 5.28 Tn-f, respectivamente y en el nivel 5 de techo es donde la fuerza es mayor debido a la que edificación adyacente es la de 5 niveles y presenta un mayor periodo por tanto tiende a golpear con mayor intensidad a la edificación con pisos inferiores, como se muestra en la figura 22[17].

Figura 22. En la imagen se puede apreciar las fuerzas de impacto entre las 3 edificaciones Adyacentes [17].

Edificaciones adyacentes con la línea de la fuerza de impacto.



En el estudio del impacto de golpeteo de construcciones de 2 o más niveles sin juntas sísmicas en la ciudad de Huancayo en 2021, los muros de albañilería confinada de las viviendas colindantes han sufrido daños estructurales en las paredes de albañilería confinada de las viviendas colindantes. Así, se deduce que las viviendas sin juntas sísmicas están expuestas a sufrir daños en su estructura o al desplome de la misma, tras ser expuestas a movimientos sísmicos [18].

Es claro que se necesitan uniones sísmicas o separaciones entre edificaciones cercanas si fueron edificadas en distintas épocas, si pertenecen a diferentes dueños, o en cualquier caso, si no poseen deformaciones que sean compatibles entre sí. No obstante, es preferible evitar tales uniones dentro de un mismo edificio hasta tanto que sea factible, tanto por motivos de construcción como de costos [19]. Este choque de edificaciones poco distantes se observa principalmente en ciertas zonas urbanas densamente habitadas. Algunos códigos actuales han incorporado requisitos de brecha de separación sísmica para edificaciones cercanas, sin embargo, dado que numerosas ciudades metropolitanas en áreas con alta actividad sísmica de la India fueron edificadas antes de que se instauraran estos requisitos, los requisitos de brecha de separación sísmica no se han satisfecho [20].

CONCLUSIONES

Las construcciones en el Ecuador, especialmente en la ciudad de Ambato en un 99.5 % no cumplen con lo establecido en la norma de construcción NEC-SE-DS.

El impacto entre las estructuras adyacentes sumado la reacción sísmica imprevista, incrementaría principalmente los movimientos, las aceleraciones de los diafragmas y los esfuerzos internos de los componentes estructurales.

Los sistemas estructurales de mayor masa y menor rigidez experimentarán desplazamientos más grandes, es aquí cuando al sumar las masas por el mayor número de estructuras adyacentes se incrementará los desplazamientos y al no tener lugar para dilatarse las mismas se presentará el colapso en cadena o como un efecto domino.

Las estructuras altas con respecto a las estructuras bajas ver figura 6; 8; 10; 11; 12; 14; 15 y 16, serían afectadas las construcciones altas por un efecto banquillo, dando lugar al colapso de las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/3.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-2.pdf>
- [2] Julca, J., & Rios, D. M. (2023). Golpeteo sísmico en estructuras adyacentes aporricadas de concreto armado, Cajamarca - 2022 [Artículo científico de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/33764>
- [3] Chang Cardenas, K. (2022). Estudio sobre los efectos del golpeteo en la respuesta dinámica de dos estructuras adyacentes de concreto armado.
- [4] <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8e5ddad3-4c57-4b02-94d5-f34b2c1cf75b/content>
- [5] Muñoz, A. (2020). Comentarios de la norma E030 Diseño sismorresistente. Lima, Perú. Retrieved from https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIOS_A_LA_Norma_Peruana_E.030_DISEÑO_Sismorresistente.pdf
- [6] <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/1717>



- [7] Morales Zúñiga, H. R. (2023). *Estudio del comportamiento sísmico de la interacción suelo-cimentación en una estructura metálica representativa* (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Estructuras Metálicas).
- [8] https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628036/Castillo_MS.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- [9] https://gobiernoabierto.ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2023/10/02_Componente-Urbanistico.pdf
- [10] Pulido-Delgado, J., Rodríguez-Cuevas, C., & Duran-García, H. M. (2012). Respuesta sísmica de estructuras adyacentes conectadas por amortiguadores viscosos lineales. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, XIII(2), 227-235.
- [11] Valencia, G., (2006). Juntas en edificios de acero. *Ingeniería e Investigación*, 26(1), 69-77.
- [12] NORMA, E. (2014). Seminario de promoción de la normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras.
- [13] Interacción Suelo-Estructura. Reflexiones Sobre Su Importancia En La Respuesta Dinámica De Estructuras Durante Sismos. (2019). *Revista Internacional De Ingeniería De Estructuras*, 24(2), 141-165.
- [14] Kharazian, A., Lopez Almansa, F., Benavent-Climent, A., & Gallego, A. (2020). Ensayos en un simulador de terremotos de golpeteo sísmico de una estructura de hormigón. XII Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Sísmica: actas (pp. 1–9). Text en actes de congrés presented at the XII Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Sísmica: actas, Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/189541>
- [15] Vielma, J. C., Alfaro, A. B., & Barrios, A. V. Evaluación De La Vulnerabilidad Y El Golpeteo De Edificio De Concreto Armado Mediante Análisis No Lineal Vulnerability And Pounding Assessment Of A Rc Building Using Non-Linear Analysis.
- [16] <https://repository.udistrital.edu.co/items/23bc9d2e-909a-4e15-aff1-afe3d2b5b41a>
- [17] <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671073>
- [18] <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=64326108>



[19] Khurd, A. V., Dixit, J. S., Paraskar, M. V., More, N. R., & Madhekar, S. N. (2023). Seismic pounding effect on two adjacent RCframed multistorey buildings using time history analysis. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research-DISCONTINUED*, 12(1).

