

**RAE No.**

**FICHA TOPOGRÁFICA:**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2016

**TÍTULO:** Comparación del procedimiento de diseño y relación costo beneficio entre la NSR-10 y los requisitos esenciales en edificios de concreto reforzado basados en ACI 318-02

**AUTOR (ES):** Pardo Pérez Crithian Duvan, Valero González Miguel Ángel

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):** Nemocón Ruiz Marisol, Pinzón Vargas Oscar Eduardo

**MODALIDAD:** Trabajo de investigación

**PÁGINAS:**  **TABLAS:**  **FIGURAS:**  **ANEXOS:**

**CONTENIDO:**

0. INTRODUCCIÓN
1. ANTECEDENTES
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA
3. OBJETIVOS
4. JUSTIFICACIÓN
5. DELIMITACIÓN
6. MARCO HISTORICO
7. ESTADO DEL ARTE
8. MARCO REFERENCIAL
9. METODOLOGIA
10. DISEÑO ALTERNATIVA 1 MÉTODO REQUISITOS ESENCIALES
11. DISEÑO ALTERNATIVA 2 METODOLOGIA BSR-10
12. COMPARATIVOS
13. CONCLUSIONES
14. RECOMENDACIONES
15. BIBLIOGRAFIA

## **DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo se realiza con la finalidad de llevar el método simplificado “los requisitos esenciales para edificaciones de concreto reforzado para edificaciones de tamaño y altura limitados basado en la ACI 318-02” a su límite, y a partir de este diseño compararlo con un diseño análogo por medio de “la norma sismo resistente del 2010”. Con los resultados obtenidos se realizaron comparativos en materia económica y de diseño, de la estructura

## **METODOLOGÍA:**

El edificio a diseñar es análogo para ambas metodologías, se utilizarán los mismos materiales y los pre-dimensionamientos se harán de acuerdo con la norma especificada en cada alternativa. La localización de la edificación será en Bogotá, con zona de amenaza sísmica intermedia, no se hará análisis de suelos. En cuanto a las cargas, serán las especificadas en las normas de diseño para cada alternativa. El software de diseño empleado será ETABS 2015 para los modelos estructurales y AUTOCAD 2016 para la elaboración de los planos básicos de la edificación.

El diseño simplificado no requiere de un modelo estructural, la norma indica cómo calcular todas las fuerzas de diseño de forma simplificada, para facilidades del desarrollo del proyecto se hará un modelo estructural en ETABS para el diseño simplificado y por este medio obtener las fuerzas de diseño, se presentarán cuadros comparativos de las magnitudes de fuerza obtenidos por el modelo y las obtenidas analíticamente por el método que plantea la norma, adicionalmente se harán chequeos de deriva y del periodo de vibración de la estructura que aunque el diseño simplificado no lo exige si se considera necesario.

Se llevarán a cabo los diseños por la norma sismo resistente del 2010 “NSR 10” (AIS-NSR-10, 2010) y “Los requisitos esenciales para edificios de concreto reforzado” (AIS, 2003). Para edificios de tamaño y altura limitados, basados en ACI 318-02. Las modelaciones se harán en el software Etabs, las memorias de cálculo y formato de cantidades de obra en Excel y los análisis de resultados irán consignados en los informes.

## **PALABRAS CLAVE:**

DISEÑO SIMPLIFICADO, DISEÑO DETALLADO, NORMA SISMO RESISTENTE, REQUISITOS ESENCIALES EN EDIFICIOS DE CONCRETO REFORZADO.

## **CONCLUSIONES:**

Observando las derivas del modelo computacional de la alternativa requisitos esenciales se observan valores no mayores al 0.08% Ver 12.6.1, haciendo posible la disminución total o parcial de los muros pantalla dependiendo del proyecto.

Desde el punto de vista estructural para el método NSR-10, fue evidente que el no usar muros de concreto reforzado no afecta la integridad de la estructura, por el contrario, optimiza los costos directos en el concreto, ya que aun después de eliminarlos la máxima deriva que presenta el proyecto es del 0.79% Véase 11.2.10

Según los comparativos contemplados en el capítulo 12.1 y 12.2.1 entre el método simplificado y el método simplificado con software, se encontró una diferencia en diseños por flexión de vigas del 5% y una diferencia de fuerzas cortantes en los muros del 117%, sin embargo, aunque el porcentaje de diferencia de los cortantes en los muros es significativo, no tiene mayor relevancia en los diseños debido a que las dimensiones de los muros de concreto son suficientes para asumir este cortante.

El porcentaje de diferencia en fuerzas de diseño entre el método simplificado y el método simplificado con software son en promedio mayores al 100% ver anexo M, sin embargo, al comparar diseños hay una diferencia del 5% ver 12.1, es posible concluir de esta forma que el método simplificado es viable sin necesidad de utilizar un modelo computacional.

Las cargas vivas del método simplificado son más altas que las del método NSR-10 debido a que este método no está basado en la última versión del código ACI, sin embargo, según lo planteado en el numeral B.2.4 de la NSR-10, no tiene ninguna implicación en los comparativos de diseño.

Los diseños estructurales planteados por el método simplificado son equivalentes en aspectos como el coeficiente de disipación de energía y la resistencia en los nudos de columna como un diseño DMO, es decir un diseño con capacidad de disipación de energía moderada.

Un aspecto de gran impacto económico en el proyecto es la cimentación, las cargas axiales de diseño para las zapatas por el método NSR-10 fueron de 4401.29 kN y 2669.71 kN para las zapatas de 4.40m de lado y 3.60m x 3.40m respectivamente, para el método simplificado la máxima carga de las columnas es de 6607.04 kN ver 10.2.4 aumentando en promedio las cargas axiales en un 46% aproximadamente, la cimentación requerida para dichas sollicitaciones es una losa de cimentación, ocasionando de esta forma un aumento en el volumen de concreto donde su cuantificación no hace parte del alcance del presente proyecto

El diseño simplificado es un método útil desde el punto de vista económico, para diseñar una edificación como la que se presenta en el presente proyecto, solo se

requirió de hojas de cálculo elaboradas por los autores y fue posible obtener un diseño con fines académicos sin la necesidad de un programa computacional, desde el punto de vista tecnológico no es lógico recomendar el no uso de programas de análisis estructural ya que representan una herramienta poderosa para los Ingenieros Civiles, sin embargo para las pequeñas empresas de diseño, puede resultar una buena opción, ya que no se tendrá un gasto de una licencia para programas de análisis estructural siempre y cuando se enfoquen en desarrollar proyectos que estén dentro de los límites especificados en la norma.

Desde el punto de vista del peso de la edificación, por el método NSR-10 fue posible optimizar el proyecto en un 22% reduciendo cargas y volúmenes de concreto, ver 12.6.4

Aunque hubo diferencias de los periodos de vibración en el comparativo mostrado en 12.6.2 de las dos alternativas, esto no implica una reducción directa de las fuerzas sísmicas, debido a que los rangos de las mesetas de los diferentes tipos de suelos son variables, a mayor rigidez del terreno la zona de la meseta será más corta y por lo tanto a mayores periodos de vibración se generan disminuciones en las fuerzas de sismo.

Los diseños de losas de entrepiso dieron una diferencia de cuantía del 57%, reduciéndose en el método NSR-10, sin embargo, la metodología de diseño es la misma, la diferencia radica principalmente en que el método simplificado analiza la losa como una viga simplemente apoyada, con el modelo estructural en análisis es el mismo pero las viguetas toman momento, reduciendo de esta forma las cuantías de diseño.

## **FUENTES:**

- ACI. (2002). *ACI 318-02*. Farmington Hills, Michigan: American Concrete Institute.
- AIS. (1998). *NSR-98 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente*. Obtenido de <http://myslide.es/documents/norma-sismo-resistente-nsr-98-55c0983000f8c.html>
- AIS. (2003). *Requisitos esenciales para edificaciones de concreto reforzado ( Para edificaciones de tamaño y altura limitados basado en ACI 318-02)*. Ciudad no especifica: ICONTEC.
- AIS. (s.f.). *Asociación Colombiana de Ingenieria Sísmica*. Obtenido de Asociación Colombiana de Ingenieria Sísmica Web Site: <http://www.asosismica.org.co/>
- AIS-NSR-10. (2010). *Reglamento Colombiano de construcción Sismo resistente NSR-10*. Bogotá D.C: AIS.
- BROWN, J. C.-R. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. Mexico : Alfaomega grupo Editorial.

- El tiempo. (16 de Abril de 2004). *El tiempo*. Obtenido de El tiempo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1548336>
- Enrique, G. R. (2012). *ACIES*. Obtenido de Asociación colombiana de Ingeniería Estructural Web Site: <http://aciescolombia.org/docs/conferencias/Dismuros-2012.pdf>
- Espinosa, A. (s.f.). *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Gravito*. Obtenido de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Gravito Web Site: [http://tycho.escuelaing.edu.co/contenido/encuentros-suelosyestructuras/documentos/tercer\\_ent/requisitos\\_esenciales\\_edificios\\_concreto\\_reforzado.pdf](http://tycho.escuelaing.edu.co/contenido/encuentros-suelosyestructuras/documentos/tercer_ent/requisitos_esenciales_edificios_concreto_reforzado.pdf)
- ICONTEC. (2008). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486*. Bogotá: ICONTEC.
- Segura Franco, J. (No especifica de Agosto de 2000). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia Web Site: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeinva/article/viewFile/21322/22289>
- Segura Franco, J. (22 de 08 de 2010). *Título C - Concreto estructural*. (J. Segura Franco, Intérprete) Centro Internacional de convenciones las Americas, Cartagena de indias, Cartagena, Colombia.
- Segura Franco, J. (s.f.). *Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito*. Obtenido de Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito Web Site: <http://tycho.escuelaing.edu.co/contenido/encuentros-suelosyestructuras/tercer-encuentro-temas.html>
- Segura Franco, J. I. (2010). *Estructuras de concreto*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.

## **LISTA DE ANEXOS:**

- Anexo A:** Comparativo a flexión entre vigas NSR-10 y vigas requisitos esenciales
- Anexo B:** Comparativo a flexión entre vigas requisitos esenciales y vigas requisitos esenciales ETABS 2015
- Anexo C:** Comparativo a cortante entre vigas NSR-10 y vigas requisitos esenciales
- Anexo D:** Comparativo a cortante entre vigas requisitos esenciales y vigas requisitos esenciales ETABS 2015
- Anexo E:** Memoria de cálculo método requisitos esenciales
- Anexo F:** Memoria de cálculo diseño de vigas método requisitos esenciales con ETABS 2015
- Anexo G:** Memoria de cálculo Análisis sísmico método NSR-10
- Anexo H:** Memoria de cálculo NSR-10
- Anexo I:** Memoria de cálculo diseño de vigas NSR-10
- Anexo J:** Resumen de diseño de vigas método requisitos esenciales
- Anexo K:** Resumen de diseño de vigas método requisitos esenciales ETABS 2015

**Anexo L:** Resumen de diseño de vigas método NSR-10

**Anexo M:** Comparativo de momentos en vigas método requisitos esenciales y NSR-10

**Anexo N:** Planos estructurales

**Anexo Ñ: Modelos estructurales ETABS 2015**

**Anexo O: Modelo 3D AutoCAD 2016**