



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**DIFERENCIAS ENTRE LAS CUANTÍAS DE ACERO ORIGINADAS DEL  
DISEÑO DE UN PÓRTICO BAJO LA NORMA VENEZOLANA  
FNV 1753-2006 Y LA NORMA COLOMBIANA NSR-10**

TUTOR:

Ing. Bondarenko, Slawko

AUTORES:

Palencia, Charles

C.I.: 20 956 144

Sanabria, Jonathan

C.I.: 22 407 720

NAGUANAGUA, 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**DIFERENCIAS ENTRE LAS CUANTÍAS DE ACERO ORIGINADAS DEL  
DISEÑO DE UN PÓRTICO BAJO LA NORMA VENEZOLANA  
FNV 1753-2006 Y LA NORMA COLOMBIANA NSR-10**

Trabajo especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para  
optar por el título de ingeniero civil

TUTOR:

Ing. Bondarenko, Slawko

AUTORES:

Palencia, Charles

C.I.: 20 956 144

Sanabria, Jonathan

C.I.: 22 407 720

NAGUANAGUA, 2016



### CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“DIFERENCIAS ENTRE LAS CUANTÍAS DE ACERO ORIGINADAS DEL DISEÑO DE UN PÓRTICO BAJO LA NORMA VENEZOLANA FNV 1753-2006 Y LA NORMA COLOMBIANA NSR-10”**; realizado por los bachilleres: Palencia Charles y Sanabria Jonathan, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Presidente del Jurado  
Bondarenko Slawko

---

Miembro del Jurado  
Sánchez Javier

---

Miembro del Jurado  
Olival José



## DEDICATORIA

A Dios, por la vida que me ha ofrecido, por los beneficios que me ha dado a través de los años y por ser quien ayuda en tiempos de necesidad.

A todas aquellas personas que han formado y formarán parte de mi vida pues son sus aprendizajes y sus consejos los que han alumbrado mi camino.

Palencia, Charles.

Dedico este trabajo que representa la culminación de mi carrera al conjunto de personas que me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de todo este tiempo ya que gracias a ellos he podido lograr esta meta tan importante.

A mi familia, a mis padres Robert y Máyela y a mi hermano Jeferson por el apoyo que me han brindado en esta etapa de mi vida.

A mi novia y futura esposa Stephanie por haber transitado todo este camino conmigo, por la ayuda que me ha brindado y la paciencia que me ha regalado en momentos de adversidad.

Finalmente y por sobre todas las cosas a Dios por ser ese ser superior que nos prepara un camino y nos guía para lograr nuestras metas.

Jonathan Sanabria.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



## **DIFERENCIAS ENTRE LAS CUANTÍAS DE ACERO ORIGINADAS DEL DISEÑO DE UN PÓRTICO BAJO LA NORMA VENEZOLANA FNV 1753-2006 Y LA NORMA COLOMBIANA NSR-10**

Autores: Palencia, Charles. Sanabria, Jonathan.

Tutor: Bondarenko, Slawko.

Naguanagua, octubre 2016

### **RESUMEN**

Los profesionales en general se encuentran en búsqueda de mejores oportunidades laborales dentro y fuera del país, esto trae consigo el mejoramiento de sus herramientas de trabajo, entre la que destaca el manejo adecuado de las semejantes en los demás países, con ello los egresados de ingeniería civil deben estar cada vez más capacitados en el manejo de las diversas normativas donde se especialicen. La investigación se presenta como tipo documental/comparativa. En base a esto y a través de tablas de comparación de formato de variables y de diseño se encontraron ciertas diferencias entre dichas normativas, se hizo especial atención al diseño sismorresistente como criterio para la realización de la comparación, donde se utilizó las normativas venezolana y colombiana y se comparó las cuantías de acero producto del diseño de los elementos estructurales de un pórtico. Son al menos cuatro años de diferencia entre la publicación de los reglamentos de construcción de Venezuela y Colombia, donde el diseño tiene un mismo basamento pues ambos países tienen una amenaza de sismicidad elevada. Se presentó una serie de gráficas con los resultados de diseño a través de la longitud de los elementos que presentaron diferencias además de una gráfica de comparación entre ambas, donde se evidencia que en obras de magnitud media a grande ambas normativas tienen resultados parecidos y las grandes diferencias entre las cuantías de acero se pueden reflejar en edificios de hasta dos pisos de altura.

*Palabras clave:* Diseño, Cuantías de acero, Normas de construcción.



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	13
Planteamiento del problema	13
Objetivos de la investigación	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
Justificación	15
Alcance y limitaciones	15
CAPÍTULO II	17
Antecedentes	17
¿Qué es la normalización?	19
La norma	19
Evolución de la normativa venezolana de construcción de edificaciones en concreto armado	19
Evolución de la normativa colombiana de construcción de edificaciones en concreto armado	22
¿Cómo se estructuran las normativas de construcción?	24
La norma FONDONORMA 1753-06	24
La norma de construcción sismo resistente colombiana NSR-10	26
Definiciones elementales de diseño estructural	27
Definición de los materiales usados en el concreto armado	28
Elementos de los sistemas aporticados	31
CAPÍTULO III	36
Tipo de investigación	36
Tipo de estudio	36
Población y Muestra	36
Instrumentos y Fases	36
Procedimiento	39
CAPÍTULO IV	42



Análisis de resultados	42
Variables de forma	43
Variables de contenido	47
Vigas	47
Columnas	49
Nodos	50
Diagramas de flujo	50
Diseño de elementos estructurales	61
CAPÍTULO V	71
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 NORMA VENEZOLANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (1987)	21
FIG. 2. PROPUESTA DE CÓDIGO VENEZOLANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (2006)	22
FIG. 3. CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (1984)	23
FIG. 4. CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (2010)	24
FIG. 5. GALAS PLAZA (EDIFICIO EN CONSTRUCCIÓN).	28
FIG. 6. ACERO DE REFUERZO.	30
FIG. 7. VIGA DOBLEMENTE REFORZADA	31
FIG. 8. FALLA A CORTANTE DE UNA VIGA DE CONCRETO ARMADO.	32
FIG. 9. DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN COLUMNAS	33
FIG. 10. REFUERZO LONGITUDINAL MÍNIMO EN ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN	35
FIG. 11. MODELO DE EDIFICACIÓN.	38
FIG. 12. PÓRTICO ESTRUCTURAL	38
FIG. 13. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (VIGAS) DISEÑADOS CON FN 1753-2006 (1/3)	51
FIG. 14. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (VIGAS) DISEÑADOS CON FN 1753-2006 (2/3)	52
FIG. 15. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (VIGAS) DISEÑADOS CON FN 1753-2006 (3/3)	53
FIG. 16. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN (COLUMNAS) DISEÑADOS CON FN 1753-2006 (1/2)	54
FIG. 17. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN (COLUMNAS) DISEÑADOS CON FN 1753-2006 (2/2)	55
FIG. 18. DIAGRAMA DE FLUJO DE NODOS DISEÑADOS CON FN 1753-2006	56
FIG. 19. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (VIGAS) DISEÑADOS CON NSR-10 (1/2)	57
FIG. 20. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (VIGAS) DISEÑADOS CON NSR-10 (2/2)	58
FIG. 21. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN (COLUMNAS) DISEÑADOS CON NSR-10 (1/2)	59
FIG. 22. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN (COLUMNAS) DISEÑADOS CON NSR-10 (2/2)	60
FIG. 23. DIAGRAMA DE FLUJO DE NODOS DISEÑADOS CON NSR-10.	61
FIG. 24. CANTIDAD DE ACERO LONGITUDINAL COLOCADO VS CANTIDAD DE ACERO LONGITUDINAL REQUERIDO EN ELEMENTOS TIPO VIGA SEGÚN FNV 1753-2006.	73
FIG. 25. CANTIDAD DE ACERO LONGITUDINAL COLOCADO VS CANTIDAD DE ACERO LONGITUDINAL REQUERIDO EN ELEMENTOS TIPO VIGA SEGÚN NSR-10.	73



FIG. 26. CANTIDAD DE ACERO TRANSVERSAL COLOCADO VS CANTIDAD DE ACERO TRANSVERSAL REQUERIDO EN ELEMENTOS TIPO VIGA SEGÚN FNV 1753-2006.	74
FIG. 27. CANTIDAD DE ACERO TRANSVERSAL COLOCADO VS CANTIDAD DE ACERO TRANSVERSAL REQUERIDO EN ELEMENTOS TIPO VIGA SEGÚN NSR-10.	74
FIG. 28. CANTIDAD DE ACERO LONGITUDINAL COLOCADO SEGÚN AMBAS NORMATIVAS	75
FIG. 29. CANTIDAD DE ACERO TRANSVERSAL COLOCADO SEGÚN AMBAS NORMATIVAS	75
FIG. 30. DETALLADO DE UNA VIGA SEGÚN EL REGLAMENTO FNV 1753-2006	80
FIG. 31. DETALLADO DE UNA VIGA SEGÚN EL REGLAMENTO NSR-10	81



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VARIABLES DE FORMA	39
TABLA 2. VARIABLES DE CONTENIDO EN VIGAS	40
TABLA 3. VARIABLES DE CONTENIDO EN COLUMNAS	41
TABLA 4. VARIABLES DE CONTENIDO EN NODOS	41
TABLA 5. VARIABLES DE FORMA	46
TABLA 6. VARIABLES DE CONTENIDO EN VIGAS	48
TABLA 7. VARIABLES DE CONTENIDO EN COLUMNAS.	49
TABLA 8. VARIABLES DE CONTENIDO EN NODOS.	50
TABLA 9. EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (1/3).	63
TABLA 10. EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (2/3).	65
TABLA 11. EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (3/3).	67
TABLA 12. EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN (1/3).	68
TABLA 13. EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN (2/3).	69
TABLA 14. EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN (3/3).	70



## INTRODUCCIÓN

Los códigos de construcción nacen como marcos técnicos ante la necesidad de controlar la calidad del cálculo y diseño de los proyectos de construcción esto con el fin de evitar pérdidas humanas y materiales. La realidad también demuestra que estos códigos se actualizan después de la ocurrencia de eventos de fuerza mayor y donde dichos desastres han cobrado víctimas. Muchos países han desarrollado códigos de construcción de aplicación obligatoria en la extensión del país para prevenir dichos incidentes, los profesionales más destacados cumplen también con previsiones que serán modificadas en las actualizaciones de los códigos. Además existe un amplio campo competitivo de profesionales donde la bolsa de trabajo se encuentra en la red virtual, haciendo cada vez más fácil encontrar un profesional capacitado sin importar el lugar donde se encuentre. El caso de Venezuela es que este tipo de competencia es cada vez más frecuente.

Estas razones motivaron el desarrollo de este trabajo, que tiene como objetivo encontrar diferencias entre la normativa de construcción venezolana FONDONORMA 1753-2006 con su par colombiana NORMATIVA SISMO RESISTENTE-2010. Esto con el objetivo de presentar las diferencias de las diferentes normativas de construcción que se presentan en países vecinos, esto se realiza para complementar el desarrollo del profesional en el área de la construcción que desee proyectarse internacionalmente satisfaciendo los requerimientos normativos y éticos.

Esta investigación tiene como estructura final una serie de capítulos que han sido resumidos de la siguiente manera:

- Capítulo I: contiene el planteamiento del problema, objetivos propuestos y los alcances de la investigación.



- Capítulo II: donde se expone el marco referencial y teórico de este trabajo.
- Capítulo III: incluye el tipo de investigación, fases y descripción de las herramientas utilizadas para lograr los objetivos propuestos
- Capítulo IV; en este se incluyen todas las herramientas utilizadas con los resultados además de una breve explicación de lo ocurridos en ellos
- Conclusiones y Recomendaciones: donde se logra el objetivo principal de la investigación las demás descripciones y también las recomendaciones para futuras investigaciones.



## CAPÍTULO I

### **Planteamiento del problema**

Las construcciones civiles, como soluciones residenciales, comerciales, recreacionales e institucionales, son realizadas a nivel mundial bajo una serie de códigos que aseguren condiciones mínimas para el comportamiento adecuado de las estructuras. Estos códigos son realizados por organismos tales como la Institución Americana de Concreto (ACI) que se encarga de desarrollar los diferentes procedimientos para el diseño, construcción, evaluación y reparación de edificios, también generan procedimientos para poner a prueba la resistencia de los materiales que serán usados en el campo constructivo.

Las normativas de construcción se conciben como un contrato técnico sustentado por un documento jurídico que intenta estandarizar o regular las construcciones dentro un país. Los códigos deben responder a las condiciones ambientales y de uso de cada país. Los ingenieros que llevan consigo las responsabilidades de la planificación, diseño o construcción de las estructuras obtendrán mejores beneficios a medida que conozca en profundidad los requerimientos locales.

La globalización ha hecho que profesionales se proyecten en distintos países donde el conocimiento de las normativas vigentes es un gran apoyo para poder realizar competencias. La experiencia y el conocimiento pleno de los fundamentos de diseño hacen del profesional una gran herramienta de desarrollo profesional y económico de un país.

El ingeniero civil es el responsable de hacer cumplir tales códigos de construcción donde su capacidad de respuesta se ve relacionada en medida a que tanto conozca la normativa vigente de la zona y su capacidad de solucionar problemas. En



consecuencia el profesional de la construcción en Venezuela se ha visto en la necesidad de competir de manera más ardua, producto de las pocas vacantes disponibles y la poca inversión del estado en materia de construcción, haciendo de este profesional más capacitado en el ámbito local y cada vez más preparado en niveles globales donde su competencia pasa a estar en el mercado de otros países, donde el conocimiento de los códigos vigentes hará al ingeniero estructural capacitado para dar respuesta a cualquier problema planteado.

Por lo antes expuesto se plantea la interrogante ¿existirá grandes diferencias entre los diseños de pórticos bajo normativas de construcción en países vecinos? La investigación se basará en el análisis comparativo de los resultados del diseño de un pórtico en concreto armado bajo la normativa FONDONORMA 1753-2006 y la NORMATIVA SISMO RESISTENTE - 2010, de Venezuela y Colombia respectivamente.

### **Objetivos de la investigación**

#### Objetivo general

Determinar las diferencias entre las cuantías de acero originadas del diseño de un pórtico bajo la norma venezolana FONDONORMA 1753-2006 y la norma colombiana NSR- 2010.

#### Objetivos específicos

Conocer criterios de diseño de los elementos en estudio de acuerdo a cada normativa.

Determinar los valores de cuantías de acero obtenidas del diseño del sistema apórticado planteado.

Comparar los valores de cuantías obtenidos de cada normativa por cada tipo de elemento



### **Justificación**

El ingeniero venezolano así como los profesionales de otra nacionalidad deberían tener como metas principales el continuo perfeccionamiento de sus habilidades tanto en su ámbito local como para oportunidades internacionales, dentro de los beneficios logrados se comenta el mayor desempeño en cálculo o construcción de una edificación por un manejo más profundo de los códigos constructivos locales, oportunidades de trabajo en otras latitudes así como también el criterio al comparar ambos códigos, se resume en mejoramiento profesional.

En la actualidad es cada vez más común que los ingenieros civiles ejerzan su profesión en otros países obligando a los mismos a estudiar a fondo las normas de su nuevo entorno, el tener una comparación entre la norma del nuevo país y del país de origen permite tener una comprensión más rápida y eficiente debido a que con esta puede determinar las semejanzas y enfocar su estudio en las diferencias entre normas.

El evaluar los métodos de diseño de otros países con condiciones similares al nuestro también nos permite determinar en que se asemejan los métodos de diseño y construcción y con esto poder evaluar cuales son más eficientes para corroborar la eficacia de nuestros métodos o proponer ideas para su mejora.

### **Alcance y limitaciones**

La investigación se basará en la comparación y análisis de los resultados obtenidos del diseño de un pórtico ortogonalizado de hasta seis niveles con la ayuda de un software de cálculo estructural bajo la normativa FNV 1753-2006 y la normativa colombiana NORMA SISMO RESISTENTE NSR-10.

La presente investigación estará limitada bajo los siguientes criterios:



1. Se analizará un sistema tipo pórtico ortogonalizado puesto que es un sistema estructural común en las construcciones a nivel residencial y comercial para ambos países.
2. Se utilizarán secciones rectangulares y una ubicación su puesta en común para ambas edificaciones.
3. Estructuras regulares, de esta manera quedan descartados otros sistemas de construcción entre los cuales están pórticos diagonales y muros estructurales.
4. Se encuentran descartados otros materiales como pórticos de acero y tabiquería estructural
5. El factor que se utilizara para la comparación de los resultados obtenidos del análisis del pórtico serán las cuantías de acero de cada elemento.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **Antecedentes**

Las normativas de construcción establecen los requerimientos de seguridad de los usuarios de las construcciones civiles; el conocimiento pleno de las normativas vigentes, tanto nacionales como internacionales, supone un mejor manejo dentro de las diferentes etapas del proyecto de construcción, esto lleva a una mejoría en el ámbito profesional y se alcanza una mejor posición en el mercado laboral. Este conocimiento de las normativas se alcanza con el suficiente manejo teórico de los temas relacionados, el contacto frecuente con las normativas vigentes y la frecuente comparación con las normativas de otros países, la frecuente revisión de trabajos publicados en revistas son ayuda para este fin.

Es común el estudio entre los cambios ocurridos en las normativas venezolanas sismorresistentes o aquellas normativas de concreto estructural, dando un resultado provechoso para las cátedras de concreto aportando conocimientos prácticos y teóricos de las recientes consideraciones en dichas normativas. En este sentido, la investigación propone una vía para el conocimiento pleno de las diferencias entre normativas internacionales que en nuestro caso se limitará a la normativa colombiana NORMA SISMO-RESISTENTE NSR-10 y la propuesta de norma FONDONORMA 1753-06.

Los trabajos revisados para la posible realización de esta investigación son:

Balladares V., R. y Colmenares F., J. (2006). Análisis comparativo entre las cuantías de acero de elementos tipo vigas sometidos a flexión, al implementar el proyecto de normativa COVENIN 1753 (R), basándose en un ejemplo de cálculo y diseño de una estructura regular. Universidad de Carabobo. Naguanagua.



Trabajo especial de grado entregado en la universidad de Carabobo. En el cual se realizó un análisis comparativo entre las cuantías de acero de un elemento tipo viga sometido a flexión basados en un ejemplo de cálculo con la finalidad de estar al tanto de los posibles cambios que pudieran presentarse al momento de publicarse en gaceta el nuevo código constructivo, investigación con la cual se lograron presentar una serie de gráficas en donde se puede observar las cantidades de acero requerido por cada norma, la variación de este acero por parte del nuevo código y la diferencia entre acero calculado y acero colocado (mediante diseño).

Cámara F., L. y Sánchez H., M. (2012). Comparación de la norma venezolana COVENIN 1756:2001 “Edificaciones sismorresistentes” con la norma chilena Nch433.Of96 mod. 2009 “Diseño sísmico de edificios” y su propuesta de norma técnica de emergencia. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Trabajo especial de grado entregado en la universidad central de Venezuela. Este trabajo de investigación se realizó con el fin de identificar la forma en que se organizan estas normas, establecer las semejanzas y diferencias entre sus nomenclaturas, caracterizar las diferencias propias de cada región y definir las semejanzas y diferencias entre los parámetros para el diseño sismo resistente contenidos en ambas normas.

López, A. y Roa, R. (2005). Estudio analítico comparativo de la norma COVENIN 1753-87 “Estructuras de concreto armado para edificaciones; Análisis y diseño” y los cambios introducidos en la última revisión: norma 1753-(R) “Proyecto y construcción de obras de concreto estructural”. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Trabajo especial de grado entregado en la universidad central de Venezuela. El estudio abarco la comparación de los 18 capítulos de la norma COVENIN 1753-87 con los 19 capítulos planteados en la normativa COVENIN 1753-(R) usando ejemplos específicos de elementos estructurales donde se muestran las variaciones



de algunos parámetros de diseño, además de proponer un manual interactivo con la información modificada de las normativas.

## **Bases teóricas**

### **¿Qué es la normalización?**

La normalización es la actividad que establece, con respecto a problemas actuales o potenciales, disposiciones de uso común y continuado, dirigidas a la obtención del nivel óptimo de orden en un contexto dado. Donde sus ventajas son el mejoramiento de la adaptación de productos, procesos y servicios a los fines propuestos, la prevención de las barreras comerciales y la facilitación de la cooperación tecnológica.

### **La norma**

Los documentos normativos proporcionan reglas, directrices o características para actividades o resultados. Es establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que provee, para el uso común y repetitivo reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, dirigido a alcanzar el nivel óptimo de orden en un contexto dado.

### **Evolución de la normativa venezolana de construcción de edificaciones en concreto armado**

Un código de construcción es un contrato social por medio del cual se define nacionalmente un riesgo aceptable para la construcciones y lo que jurídicamente es permitido y lo que no. La evolución normativa venezolana nos muestra que la actitud dominante ha ido evolucionando favorablemente hacia la importancia de la previsión, a partir de un comienzo caracterizado más bien por la respuesta a las desgracias.(Hernández, 1997)

El proceso de normalización del proceso de construcción en Venezuela se remonta al año 1938 cuando el Ministerio de Obras Públicas (MOP) hace la publicación del *Proyecto de Normas para la Construcción de Edificios*. Con esto se deseaba



reglamentar la construcción y en 1945 se publica un texto con el mismo nombre pero de contenido más amplio e ilustrado. En los años 1961 y 1971 el MOP actualizó estas normas.

Un año después de la primera norma citada, el ministerio publica en 1939 las primeras *Normas para el Cálculo de Edificios*, donde en su Capítulo 2, Art. 7, N° 31, trató las acciones sísmicas. La Resolución N° 2 del 23 de agosto de 1947 estableció que, por disposición de la Junta Revolucionaria de Gobierno, pasaban a ser oficiales las *Normas para la Construcción de Edificios* en su nueva versión, esta versión vino acompañado del primer mapa de zonificación sísmica.

La versión siguiente de las *Normas para el Cálculo de Edificios*, la de 1955, fue un documento más amplio que el de 1947 y constó de las siguientes seis partes:

- I- Estructuras de concreto
- II- Cargas y sobrecargas (incluidas acciones de viento y sismos)
- III- Muros y tabiques
- IV- Estructuras metálicas
- V- Estructuras de madera
- VI- Fundaciones.

La parte II de la norma trató sobre Cargas y sobrecargas, la comisión señaló allí que era de fundamental importancia la revisión de los capítulos relativos a la acción del viento y del sismo, como también hacen presencia las novedades de diseño estructural como lo son las columnas sometidas a momentos por flexión, vigas pared, losas de bloques armados entre otros. En la actualidad, esta *Parte II* ha quedado dividida en cuatro documentos COVENIN:

- I- Cargas y sobrecargas, Norma COVENIN 2002 en versiones 1983 y 1988
- II- Viento, la Norma COVENIN 2003 en la versión 1986
- III- Sismo, la Norma provisional del MOP del año 1967, y las nuevas COVENIN 1756 del año 1982 y 2001
- IV- Concreto reforzado COVENIN 1753 en sus versiones 1982, 1985



Fig. 1 Norma venezolano de construcción sismo resistente (1987)

En el año 1958 se creó la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), integrada por representantes del sector público y privado, y su objetivo fue la elaboración de documentos nacionales para el desarrollo industrial. Después del terremoto de Caracas de 1967, la MOP propone la nueva *Norma Antisísmica Provisional* del año 1967, la cual desaparece en 1975 con ese ministerio. En 1979 se publicó la *Norma de Concreto Armado para Edificios. Método de Rotura. Articulado y Comentarios*. Y en el año 1981 se presenta unas Normativas con el mismo nombre de la propuesta de dos años antes, y basadas en el Reglamento del ACI 318-77 “*Building Code Requirements for Reinforced Concrete*”.

La aprobación de esta Normativa dependía de la publicación de la Norma COVENIN 1756 para *Edificaciones Antisísmicas* y a su vez quedaba por definir las prescripciones especiales para los Niveles de Diseño que conformaban el Capítulo 18, una vez aprobado el Capítulo 18 en el año 1985 se hizo pública la versión definitiva de las Normas COVENIN 1753 *Estructuras de Concreto Armado para Edificios*.



*Análisis y Diseño*(Fig. 1). En el año 2000 se inició la revisión de este documento y se presentaron las observaciones a finales del año 2003. En el 2006 las comisiones designadas por FONDONORMA culminaron sus revisiones y fue aprobado y remitido a SENCAMER para su aprobación (Fig. 2).



*Fig. 2. Propuesta de código venezolano de construcción sismo resistente (2006)*

### **Evolución de la normativa colombiana de construcción de edificaciones en concreto armado**

A raíz de la ocurrencia del sismo de Popayán (1983) el congreso de la República expidió la Ley 11 de 1983, para establecer las pautas para la reconstrucción de la ciudad. Dentro de esa ley se autoriza al gobierno emitir una reglamentación de construcción antisísmica y de hacerla extensiva al resto del país, fue decretado la ley 400 de 1984 “Código colombiano de construcciones sismo resistentes”, que considera las parte técnica de la construcción (Fig. 3). La necesidad de plantear el mejoramiento continuo y la revisión permanente en forma de comisión asesora dio pie a la ley 400 de 1997 y se estableció el reglamento técnico NSR-98.



Las iniciativas de la creación del reglamento sismo resistentes fueron posibles gracias a un momento coyuntural para la ingeniería sísmica en Colombia: la creación de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). En el año 1974 se funda en la Universidad de los Andes esta asociación, cuyo propósito era reunir personas con el interés de crear una norma sismo resistente en el país. Además, se planteó la posibilidad de fundar una Red Sismológica Nacional.

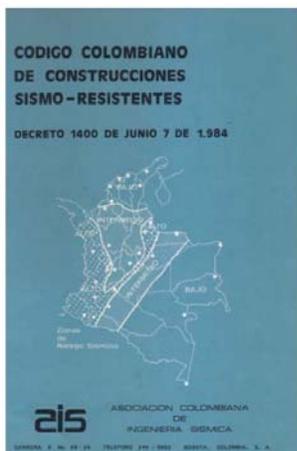


Fig. 3. Código colombiano de construcción sismo resistente (1984)

El Consejo de Tecnología Aplicada (ATC) publicó en 1978 el documento ATC-3, un manual para hacer normas de construcción que reveló la posibilidad de hacer una adaptación de dicho documento al contexto nacional. Este trabajo dio la creación de la Norma AIS-100-81 (Requisitos Sísmicos para Edificios), donde se incluyó el primer mapa de zonificación sísmica del país. El último documento que se unió al código final fue la Norma AIS 100-83 “Requisitos Sísmicos para Edificaciones” cuyo resultado era la ampliación de la norma AIS 100-81.

La primera norma de sismo resistencia colombiana se expidió por medio del decreto 1400 de 1984, duró vigente 14 años. El contenido, aspectos sísmicos (tratados



en las cargas de diseño), cargas, concreto estructural, mampostería estructural, edificaciones de uno y dos pisos, estructuras metálicas y por último las sanciones. La ley 400/97 incluye una facultad reglamentaria al presidente para expedir por decreto, como se ha hecho dos veces, la reglamentación de sismo resistencia; en enero de 1998, NSR-98, la cual duró vigente hasta el 15 de diciembre de 2010 y el NSR-10 vigente en este momento (Fig. 4), la cual ha tenido una serie de decretos reglamentarios que la actualizan, el último es de 2012. (García, 2014). (Pinzón, 2014).



Fig. 4. Código colombiano de construcción sismo resistente (2010)

### ¿Cómo se estructuran las normativas de construcción?

La norma FONDONORMA 1753-06

La propuesta de norma FONDONORMA 1753-06 “PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL” aplica para los aspectos relacionados a la construcción de edificaciones como la definición y ensayo de materiales, métodos de cálculo, diseño de elementos, criterios de elementos resistente a eventos sísmicos entre otros, a excepción de algunos temas excluidos que están definidos en su alcance. La propuesta de normativa está compuesta de partes,



capítulos, artículos, secciones y subsecciones que se encuentran identificadas con cuatro dígitos, de entre sus partes se encuentran:

- Parte 1: Generalidades
  - o Capítulo 1: Objetivo y alcance
  - o Capítulo 2: Definiciones, notaciones y unidades
- Parte 2: Materiales
  - o Capítulo 3: Materiales
  - o Capítulo 4: Requerimientos de durabilidad del concreto
- Parte 3: Requisitos constructivos
  - o Capítulo 5: Dosificación, mezclado, vaciado y calidad del concreto
  - o Capítulo 6: Encofrados, tuberías embebidas y juntas de construcción
  - o Capítulo 7: Requisitos para el detallado del acero de refuerzo
- Parte 4: Requisitos generales
  - o Capítulo 8: Análisis y diseño. Consideraciones generales
  - o Capítulo 9: Requisito para los estados límites
  - o Capítulo 10: Flexión y cargas axiales
  - o Capítulo 11: Corte y torsión
  - o Capítulo 12: Longitudes de transferencia
- Parte 5: Miembros o sistemas estructurales
  - o Capítulo 13: Placas
  - o Capítulo 14: Muros estructurales
  - o Capítulo 15: Fundaciones
  - o Capítulo 16: Miembros compuestos de concreto solicitados a flexión
  - o Capítulo 17: Evaluación de estructuras existentes
  - o Capítulo 18: Requisitos adicionales para el diseño sismo resistente
  - o Capítulo 19: Miembros estructurales de concreto simple o no reforzado



### La norma de construcción sismo resistente colombiana NSR-10

La normativa de construcción sismo resistente colombiana NSR-10 está conformada por temas que a su vez están divididas por TÍTULOS de la siguiente forma:

TÍTULO A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente

TÍTULO B – Cargas

TÍTULO C – Concreto estructural

TÍTULO D – Mampostería estructural

TÍTULO E – Casas de uno y dos pisos

TÍTULO F – Estructuras metálicas

TÍTULO G – Estructuras de madera y estructuras de guadua

TÍTULO H – Estudios geotécnicos

TÍTULO I – Supervisión técnica

TÍTULO J - Requisitos de protección contra el fuego en edificaciones

TÍTULO K – Otros requisitos complementarios

Dentro del título c el cual es el objeto de estudio en nuestro proyecto de investigación tiene una cantidad de capítulos ordenados de la siguiente manera:

- Capítulo C.1 – Requisitos generales
- Capítulo C.2 – Notación y definiciones
- Capítulo C.3 – Materiales
- Capítulo C.4 – Requisitos de durabilidad
- Capítulo C.5 – Calidad del concreto, mezclado y colocación
- Capítulo C.7 – Detalles del refuerzo
- Capítulo C.8 – Análisis y diseño – Consideraciones generales
- Capítulo C.9 – Requisitos de resistencia y funcionamiento
- Capítulo C.10 – Flexión y cargas axiales



- Capítulo C.11 – Cortante y torsión
- Capítulo C.12 – Longitudes de desarrollo y empalmes del refuerzo
- Capítulo C.13 – Sistemas de losas en una y dos direcciones
- Capítulo C.14 – Muros
- Capítulo C.15 – Cimentaciones
- Capítulo C.16 – Concreto prefabricado
- Capítulo C.17 – Elementos compuestos concreto-concreto sometidos a flexión
- Capítulo C.18 – Concreto pre-esforzado
- Capítulo C.19 – Cáscaras y losas plegadas
- Capítulo C.20 – Evaluación de la resistencia de estructuras existentes
- Capítulo C.21 – Requisitos de diseño sismo resistente
- Capítulo C.22 – Concreto estructural simple
- Capítulo C.23 – Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto

### **Definiciones elementales de diseño estructural**

Las estructuras pueden concebirse como sistemas o un conjunto de partes o componentes que se combinan en formas tales que cumplen una función dada, donde esta a su vez forma parte del diseño de un sistema que tiene un planteamiento de objetivos que se pretenden alcanzar y restricciones que hay que tener en cuenta. En el planteamiento del problema de un diseño de estructuras, suponiendo ciertas acciones y definidas las dimensiones de los elementos que componen el sistema, se procede ensayar diversas propuestas para resolver el problema, donde la intuición y experiencia del ingeniero supone un papel primordial para un adecuado diseño. (González, 2005)



*Fig. 5. Galas Plaza (Edificio en construcción).*

La mayoría de los reglamentos de construcción establecen disposiciones para el diseño de estructuras basadas en el concepto de estados límites, donde se consideran dos categorías de estado límite: el agotamiento resistente y el de servicio. El agotamiento resistente corresponde al agotamiento definitivo de la estructura y/o de cualquiera de sus miembros o al hecho de que la estructura, sin agotar su capacidad de carga, sufra daños irreversibles que afecten su resistencia ante nuevas aplicaciones de cargas. Los estados límites de servicio tienen lugar cuando la estructura llega a estados de deformaciones, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten su correcto funcionamiento, pero no su capacidad para soportar cargas. Se tiene en cuenta que se debe cumplir la condición que las resistencias de diseño sean iguales o mayores que las solicitaciones calculadas para las combinaciones de carga.

#### **Definición de los materiales usados en el concreto armado**

El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y las dimensiones



deseadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida. (Nilson, 1999)

Según Porrero, “Dentro del mundo de la construcción el concreto es, en sus diversas variantes, el material de uso más extendido en zonas urbanas.” Las construcciones masivas de carácter económicas se fabrican principalmente en concreto armado, el cual es la adición de acero longitudinal y amarrada por acero transversal, haciendo de este un producto de alto interés en los estudios de propiedades mecánicas para uso de la construcción civil, de un adecuado conocimiento de los materiales se tiende a una diseño más óptimos que se traducen en mayor economía y mayor conocimiento normativo.

Dentro de las ventajas del concreto armado frente a otros materiales, como el acero, la madera, otros, tenemos:

- Es durable a lo largo del tiempo y no requiere de una gran inversión para su mantenimiento, tiene una vida útil extensa.
- Tiene gran resistencia a la compresión en compresión frente a otros materiales.
- Se puede adaptar a diferentes formas mediante el uso de encofrados.
- Dependiendo de la técnica constructiva se le puede dar un carácter monolítico a sus estructuras, lo que permite resistir más eficientemente las cargas laterales de viento sismo.
- No requiere mano de obra muy calificada.
- Es el material más económico, en la mayoría de los lugares.

Entre sus desventajas se tiene que,

- Tiene poca resistencia a la tracción, aproximadamente la décima parte de su resistencia a la compresión. Aunque el acero se coloca en función de que absorba esos tensiones, las formaciones de grietas son inevitables.



- Requiere de moldes para su modelado lo que implica costos relacionados, tiempos de preparación, vaciado, fraguado, espera de tiempo para el fraguado y desencofrado.
  - La relación de resistencia versus peso está muy por debajo que la correspondiente al acero.
  - La calidad del concreto se puede ver afectadas por operaciones como dosificación, mezclado, colocación, curado, entre otros.
- (Harmsen, 2002)

Debido a la poca capacidad a tracción, el concreto debe ser reforzado por barras de acero longitudinal, este acero debe cumplir con las normativas de control y calidad para las construcciones civiles. El acero es toda aleación de hierro-carbono, capaz de ser deformado plásticamente, con tenores mínimos y máximos de carbono del orden de 0.008% y 2.0%, respectivamente, pudiendo contener otros elementos de aleación, así como también impurezas inherentes al proceso de fabricación. (COVENIN, 89). Las barras de acero se comercializan de acuerdo a su resistencia cedente con valores como 2800 kg/cm<sup>2</sup> o 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

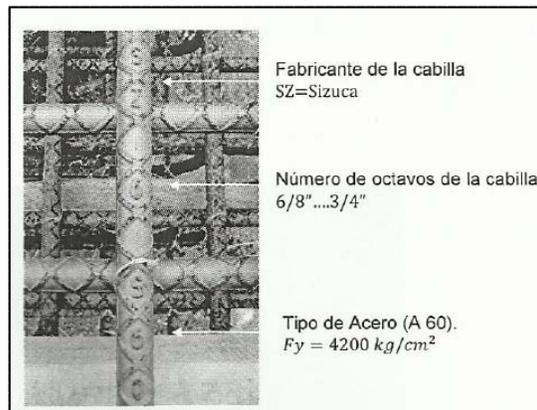


Fig. 6. Acero de refuerzo.

### Elementos de los sistemas aporricados

Las edificaciones son evaluadas para soportar diferentes estados de cargas como las cargas de servicio, las cargas por peso propio, por acciones de viento, acciones de sismo, por elementos permanentes, entre otros. Estas variables definen en si el tipo de estructura o el tipo de edificación a realizar y a su vez estas variables están controladas por las normativas para el diseño de las construcciones, haciendo posible la seguridad de quien habita en la edificación.

- Elemento sometido a flexión pura o viga, se define como un miembro estructural en el cual puede considerarse que las tensiones internas en cualquier sección transversal dan como resultantes una fuerza cortante y un momento flector.

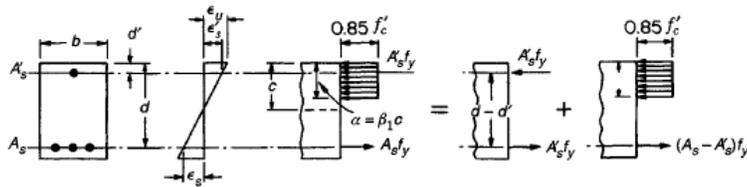


Fig. 7. Viga doblemente reforzada

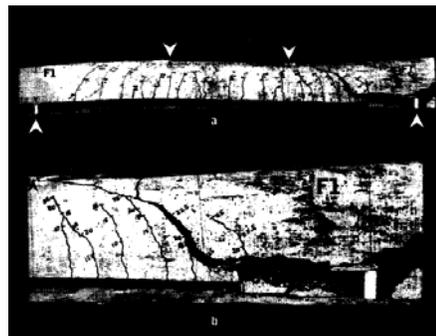
- Elemento sometido a compresión o columna, es un elemento estructural utilizado principalmente para soportar carga axial de compresión acompañada o no de momentos flectores, y que tiene una altura por lo menos tres veces de su menor dimensión lateral.

Los elementos de concreto armado sometidos a flexión al ser cargados comienza a comportarse de manera elástica y toda la sección resiste el momento exterior, cuando la tensión en la fibra más esforzada de alguna sección excede la resistencia del concreto a la tensión, empiezan a aparecer grietas (Fig. 6 (a)), a medida que la carga aumenta las grietas aumentan en número, longitud y abertura. Cuando aparecen las



primeras grietas el comportamiento del espécimen ya no es elástico y las deflexiones no son proporcionales a las cargas, en las zonas agrietadas el acero toma prácticamente toda la tensión. A partir de este instante el esfuerzo en el acero aumenta hasta que alcanza su valor de fluencia. Desde el momento en que el acero comienza a fluir, la deflexión crece de forma considerable, sin que aumente la carga. La resistencia del elemento es ligeramente mayor que la carga que le produce la fluencia del acero. Los primeros síntomas de la fluencia del acero son un incremento notable de la abertura y la longitud de las grietas y un quiebre marcado en la curva carga-deflexión. A medida que aumenta la longitud de las grietas, la zona de compresión se va reduciendo, hasta el concreto en esta zona es incapaz de tomar la compresión y se aplasta.

Los elementos sometidos a carga axial y flexión pueden alcanzar su resistencia bajo innumerables combinaciones de carga. Estas combinaciones de carga axial y momento flexionante varían desde cargas axiales máximas por tensión o compresión y momento nulo, hasta momentos asociados a cargas axiales iguales a cero.



*Fig. 8. Falla a cortante de una viga de concreto armado.*

*Vista global (a), detalle del apoyo (b).*

El lugar geométrico de combinaciones de carga se representa gráficamente en diagramas de interacción (Fig. 7). Existen dos modos principales de falla de elementos sujetos a flexo compresión: falla en compresión y falla en tensión. El

primer caso de falla se produce por aplastamiento del concreto, donde el acero del lado más comprimido fluye, mientras que el lado opuesto no fluye en tensión. El segundo modo de falla se produce cuando el acero de un lado fluye en tensión antes de que se produzca el aplastamiento del concreto en el lado opuesto, más comprimido. El tipo de falla depende de la relación entre el momento y carga axial en el colapso.

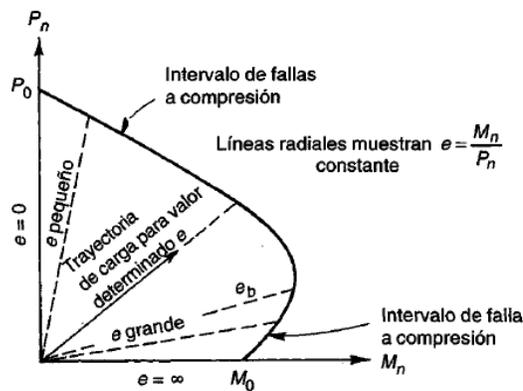


Fig. 9. Diagrama de interacción en columnas

Cuando un miembro estructural soporta momentos flectores variables a lo largo de su eje longitudinal, sus diferentes secciones sufren deslizamientos relativos. El efecto más importante en un miembro de concreto armado sometido a esfuerzos cortantes es la presencia de esfuerzos inclinados de tracción, con respecto al eje longitudinal de elemento, los cuales producen falla prematura. Mientras que las grietas por tracción debidas a la flexión suelen ser verticales, los esfuerzos de tracción diagonal debidos al corte, producen grietas inclinadas perpendiculares a su dirección. Para controlar la formación de dichas grietas verticales, se coloca acero longitudinal y para evitar la formación de grietas diagonales de corte, se colocan barras de acero transversal en forma de estribos.

El diseño de las estructuras debe, además de cumplir con las condiciones de uso, proteger la vida de las personas que se encuentren dentro de ellas. Esto se logra



proporcionando ductilidad a los elementos estructurales para que se pueda evidenciar el daño de los mismos, las normativas aseguran esa protección exigiendo el análisis de los efectos sísmicos y en condiciones mínimas para el diseño de los elementos estructurales. El fundamento “a” del artículo 3.5 de la norma COVENIN 1756-1:2001 establece que:

“Las solicitaciones de diseño presuponen que el sistema resistente a sismos está en la capacidad de absorber y disipar energía bajo acciones de tipo alternante, en el rango inelástico, sin pérdida apreciable de su resistencia”

Una estructura diseñada para resistir la totalidad de las cargas originadas por un sismo no es económico. Por ello, se prefiere reducir la carga de diseño y garantizar la capacidad de la estructura para disipar energía. Esta solución es económica pero implica que la estructura se comportará en el rango plástico y se espera daños en ella pero no de magnitud suficiente para llevarla al colapso.

Así existen diversos criterios que cada país irá adoptando de acuerdo a diversas variables que la afecten. Se debe tener previsto una cantidad mínima de refuerzo superior e inferior, en las vigas se impondrá una cuantía superior de acero a flexión que conduzcan a condiciones balaceadas. Se recomienda que haya suficiente acero para dar margen a corrimientos imprevistos en los puntos de inflexión. En los nodos debe considerarse las condiciones de anclaje y el uso de ganchos, además de asegurar el desarrollo proporcional de momentos resistentes positivos y negativos (Fig. 8). La fuerza cortante de diseño se calcula en base a las cargas de gravedad del diseño del miembro y a partir de la capacidad de las articulaciones plásticas en los extremos del miembro producidas por el desplazamiento lateral. Los espaciamientos en las zonas confinadas tendrán requerimientos más estrictos que en zonas no confinadas. El acero que se empalma se debe confinar de manera adecuada con estribos cerrados.

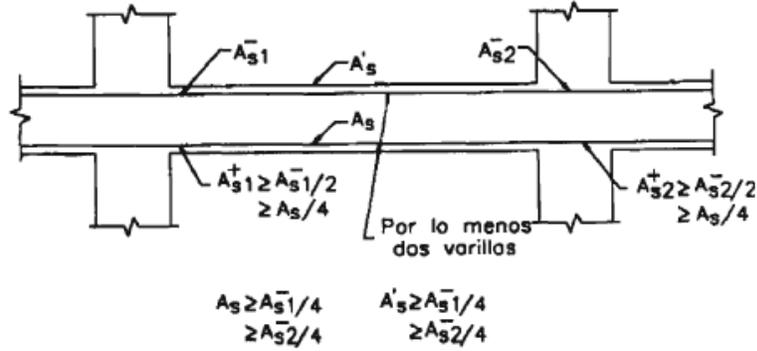


Fig. 10. Refuerzo longitudinal mínimo en elementos sometidos a flexión que soportan cargas sísmicas

En columnas la cantidad de acero de refuerzo vertical también tiene cuantías máximas y mínimas. En cualquier conexión viga-columna se pretende que la suma de las resistencias por momentos de la columna sea mayor que la suma de las resistencias por momentos de la viga en cada plano principal de conexión, de esta forma se asegura que las rótulas plásticas se generen en las vigas en vez de las columnas. Existen criterios de diseño de columnas que deben diseñarse a flexión, esto cuando supera ciertas condiciones de carga.



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación planteado para este trabajo de grado es del tipo documental, ya que con ella se refiere “al estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza con apoyo de trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos.” (Barrios, 2006)

#### **Tipo de estudio**

El tipo de estudio es experimental/comparativa puesto que se determinarían valores finales de diseño, de acuerdo a una serie de casos, que serán evaluados para cada normativa propuesta.

#### **Población y Muestra**

La población será representada por las normativas de construcción sismorresistentes de diferentes países; la muestra es representativa del objetivo de la investigación, siendo esta una toma por conveniencia.

#### **Instrumentos y Fases**

Entre las herramientas a utilizar será la comparación directa, diagramas de flujo y la elaboración de ejemplos, las primeras comparaciones serán de formato y se irá detallando hasta conseguir discrepancias. Esta investigación fue realizada en 3 fases:



#### Fase 1:

Conocer los criterios de diseño de los elementos en estudio de acuerdo a cada normativa lo que consiste en la ubicación, selección y procesamiento de la información, en esta fase se utilizó como técnica la consulta y evaluación de fuentes bibliográficas.

Una vez completada la revisión de la bibliografía y comprendida las filosofías y criterios de diseño de ambas normativas se presentaron en tablas las principales variables tanto de formato como variables de contenido que influyen en el diseño de los elementos estructurales, posteriormente se realizó la condensación de los procedimientos de diseño y se presentó en diagramas de flujo con la metodología de diseño para facilitar la elaboración de el mismo.

#### Fase 2:

Determinar los valores de cuantías de acero obtenidas del diseño del sistema aporricado planteado. Para lo cual se utilizara una estructura aporricada de 6 niveles rectangular con 4 pórticos en un sentido y 5 en el sentido opuesto, luces de 5 y 6 metros, destinada a uso residencial clasificada como B2, ubicada en un zona sísmica 5, forma espectral 0.9, factor de reducción de respuesta 6, y perfil de suelo S2. La cual soporta una carga muerta de  $895 \text{ kg/m}^2$ , carga viva de piso  $250 \text{ kg/m}^2$  y una carga viva de techo de  $100 \text{ kg/m}^2$ . Datos con los cuales se realizó el análisis estructural haciendo uso de un software de cálculo obteniendo como resultado las áreas de acero requerido para los elementos a diseñar. A partir de los datos obtenidos anteriormente se procede a realizar los ejemplos de diseño haciendo uso de tablas de cálculo siguiendo los procedimientos plasmados en los diagramas de flujo.

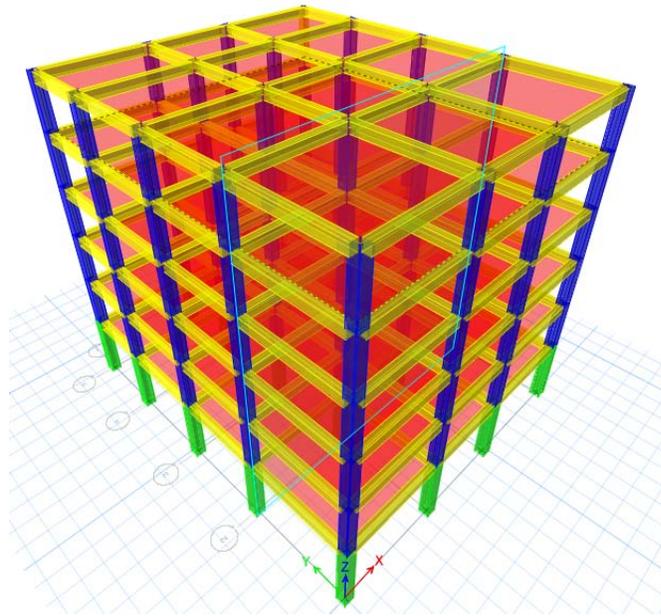


Fig. 11. Modelo de edificación.

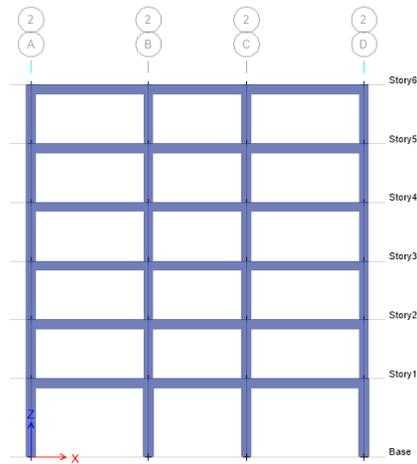


Fig. 12. Pórtico estructural

Fase 3:



Comparar los valores de cuantías obtenidos de cada normativa por cada tipo de elemento. El resultado será presentado en cuadros comparativos y gráficas realizadas con los datos obtenidos en la fase anterior.

### Procedimiento

Se realizará la selección y seguimiento de la información de acuerdo al procedimiento tradicional de cálculo y diseño de estructuras aporticadas. Esto con el fin de comparar las normativas a medida que se vaya utilizando los parámetros que ella sugiere. Entre las herramientas a usarse se tiene diferentes tablas, tanto para evaluar el formato como para el detallado por cada elemento estructural.

VARIABLE
ORGANIZACIÓN DE CONTENIDO
USO DE ANEXOS
RELACIÓN ENTRE ARTICULADOS Y COMENTARIOS VARIABLE

*Tabla 1. Variables de forma*



VARIABLES	
Requisitos generales	Espesores mínimos de losas y vigas, sin chequeos de flechas
	Fuerza de compresión axial
	Condiciones geométricas
Acero longitudinal	Acero mínimo
	Acero requerido
	Acero colocado
	Cuantía de acero máxima
	Detallado de acero
Solape	Clase
	Longitud de desarrollo
	Longitud de anclaje
Acero transversal	Disposiciones generales
	Cortante de diseño
	Resistencia teórica al corte del concreto
	Longitud de confinamiento
	Separación de los aceros (Zona confinada)
	Separación de los aceros (Zona no confinada)

Tabla 2. Variables de contenido en vigas



VARIABLES	
Requerimientos generales	Resistencia de diseño
	Fuerza axial mayorada
	condiciones geométricas
Acero longitudinal	Cuantía de acero
	Resistencia mínima a flexión
Acero de refuerzo transversal.	Carga axial mayorada
	Corte en columnas
	Resistencia teórica al corte del concreto
	Acero mínimo en ligaduras
	Longitud de confinamiento
	Separación de las ligaduras

Tabla 3. Variables de contenido en columnas

VARIABLES	
Requerimientos generales	Tensión en los aceros de refuerzo a tracción
	Factor de minoración
Resistencia al corte	Resistencia teórica al corte

Tabla 4. Variables de contenido en nodos



## CAPÍTULO IV

### **Análisis de resultados**

A continuación se presenta la comparación de estudio de las variables de interés para el diseño aplicando la normativa Venezolana y la Colombiana, esta presentan cuadros tanto para las variables de formato de las normativas expuestas como para los aspectos más detallados.



### VARIABLES DE FORMA

En la tabla N° 5 se muestran las principales diferencias de forma que existen entre ambas normativas:

VARIABLE	FN 1753-06	NSR-10
ORGANIZACIÓN DE CONTENIDO	<p>El contenido que se utiliza para los objetivos planteados se encuentra jerarquizados de la siguiente manera:</p> <p>Flexión y cargas axiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 10.1 Alcance</li> <li>· 10.2 Hipótesis de diseño</li> <li>· 10.3 Diseño por flexión</li> <li>· 10.4 Diseño por carga axial</li> <li>· 10.5 Diseño por flexión y carga axial simultánea</li> <li>· 10.6 Efectos de esbeltez</li> <li>· 10.7 Miembros mixtos solicitados a compresión</li> <li>· 10.8 Resistencia al aplastamiento</li> </ul>	<p>El contenido que se utiliza para los objetivos planteados se encuentra jerarquizados de la siguiente manera:</p> <p>Flexión y cargas axiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· C.10.1 Alcance</li> <li>· C.10.2 Suposiciones de diseño</li> <li>· C.10.3 Principios y requisitos generales</li> <li>· C.10.4 Distancia entre los apoyos laterales de elementos sometidos a flexión</li> <li>· C.10.5 Refuerzo mínimo de elementos sometidos a flexión</li> <li>· C.10.6 Distribución del refuerzo de flexión en vigas y losas en una dirección</li> <li>· C.10.7 Vigas de gran altura</li> <li>· C.10.8 Dimensiones de diseño para elementos a compresión (columnas)</li> <li>· C.10.9 Límites del refuerzo de elementos a compresión</li> <li>· C.10.10 Efectos de esbeltez en elementos a compresión</li> <li>· C.10.11 Elementos cargados axialmente que soportan sistemas de losas</li> <li>· C.10.12 Transmisión de cargas de las columnas a través de las losas de entrepiso</li> <li>· C.10.13 Elementos compuestos sometidos a compresión</li> <li>· C.10.14 Resistencia al aplastamiento</li> </ul>



ORGANIZACIÓN DE CONTENIDO (continuación)	<p>Corte y torsión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 11.1 Alcance</li> <li>· 11.2 Corte</li> <li>· 11.3 Resistencia del concreto al corte</li> <li>· 11.4 Resistencia del acero de refuerzo al corte</li> <li>· 11.5 Torsión</li> <li>· 11.6 Corte por fricción</li> <li>· 11.7 Requisitos especiales para vigas-pared</li> <li>· 11.8 Requisitos especiales para ménsulas, consolas y soportes similares</li> <li>· 11.9 Requisitos especiales para losas, placas y zapatas</li> <li>· 11.10 Corte en nodos viga-columna de edificaciones con nivel de diseño ND1</li> </ul> <p>Requisitos adicionales para el diseño sismorresistente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 18.1 Alcance</li> <li>· 18.2 Requisitos generales</li> <li>· 18.3 Nivel de diseño ND3. Miembros solicitados a flexión: Vigas</li> <li>· 18.4 Nivel de diseño ND3. Miembros solicitados a flexión y carga axial: Columnas</li> <li>· 18.5 Nivel de diseño ND3. Nodos</li> </ul>	<p>Cortante y torsión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· C.11.1 Resistencia al cortante</li> <li>· C.11.2 Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados</li> <li>· C.11.3 Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos preesforzados</li> <li>· C.11.4 Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante</li> <li>· C.11.5 Diseño por torsión</li> <li>· C.11.6 Cortante por fricción</li> <li>· C.11.7 Vigas altas</li> <li>· C.11.8 Disposiciones especiales para ménsulas y cartelas</li> <li>· C.11.9 Disposiciones especiales para muros</li> <li>· C.11.10 Transmisión de momentos a las columnas</li> <li>· C.11.11 Disposiciones para losas y zapatas</li> </ul> <p>Requisitos de diseño sismo resistente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· C.21.1 Requisitos generales</li> <li>· C.21.2 Pórticos ordinarios resistentes a momento con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)</li> <li>· C.21.3 Pórticos intermedios resistentes a momento con capacidad moderada de disipación de energía (DMO )</li> <li>· C.21.4 Muros estructurales intermedios con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)</li> <li>· C.21.5 Elementos sometidos a flexión en pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> </ul>
--	--	--



ORGANIZACIÓN DE CONTENIDO (continuación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 18.6 Nivel de diseño ND3 y ND2. Diafragmas, cerchas, amarres y miembros colectores</li> <li>· 18.7 Nivel de diseño ND2. Miembros solicitados a flexión: Vigas</li> <li>· 18.8 Nivel de diseño ND2. Miembros solicitados a flexión y carga axial: Columnas</li> <li>· 18.9 Nivel de diseño ND2. Nodos</li> <li>· 18.10 Miembros de pórticos que no forman parte del sistema resistente a sismos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· C.21.6 Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> <li>· C.21.7 Nudos en pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> <li>· C.21.8 Pórticos especiales resistentes a momentos construidos con concreto prefabricado con capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> <li>· C.21.9 Muros estructurales especiales y vigas de acople con capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> <li>· C.21.10 Muros estructurales especiales construidos usando concreto prefabricado con capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> <li>· C.21.11 Diafragmas y cerchas estructurales asignadas a la capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> <li>· C.21.12 Cimentaciones de estructuras a la capacidad especial de disipación de energía (DES)</li> <li>· C.21.13 Elementos que no se designan como parte del sistema de resistencias ante fuerzas sísmicas</li> </ul>
	La extensión del documento es de aproximadamente 335 páginas	El reglamento alcanza las 590 páginas de contenido
	Los comentarios se encuentran al final del articulado	Los comentarios se encuentran en paralelo al articulado
	Dentro de un mismo artículo pueden expresar muchas ideas	Hacen un gran detallado de los artículos resultando bastante específico
	El articulado presenta, en los capítulos de estudios, un total de nueve tablas	Se utilizan pocas tablas en los capítulos citados
	El articulado no posee imágenes explicativas más en los comentarios existe imágenes de referencia	Se presentan múltiples imágenes en los comentarios.
	No se presentan nomogramas o ábacos	Se presenta un ábaco en el artículo CR.10.10.1



USO DE ANEXOS	Las imágenes mostradas tienden a ser poco explicadas La nitidez presentada es pobre	Las imágenes tienen notas de revisión. Poseen mucha calidad
RELACIÓN ENTRE ARTICULADOS Y COMENTARIOS	La poca precisión en los títulos del articulado complican la información complementaria de los comentarios Las imágenes son dispuestas en los anexos, haciendo laborioso el encontrarlas El articulado hace poca referencia de las imágenes anexadas	Los comentarios son acertados con respecto a sus referidos Se utilizan imágenes en las explicaciones además de contienen información bastante detallada Los comentarios hacen pleno uso de las imágenes, cuando las poseen

*Tabla 5. Variables de forma*

Es evidente la diferencia entre las normativas desde la extensión del documento, el sistema de unidades usadas y el formato de presentación. La normativa colombiana es mucho más elaborada, consecuencia de la mayor extensión de temas y de los espacios vacíos dejados cuando un mismo artículo el comentario más extenso y viceversa, caso que no ocurre en la FONDONORMA, la normativa venezolana hace uso del sistema MKS mientras que el reglamento colombiano utiliza el sistema internacional como unidad de medida alterando de esta forma las ecuaciones, constantes y variables a usar. El diseño que presenta ambas normativas respecto a cómo se organiza o cómo muestra relación con los instrumentos que son agregados demuestra estrecha relación con el uso efectivo de los mismos. En cuanto al alcance se demuestra que se debe considerar los diferentes aspectos de diseño que cada capítulo agrega, haciendo un proceso largo de revisión de todo el documento. La normativa venezolana hace poco uso de herramientas gráficas a la hora de explicar los procedimientos o consideraciones.

Los demás temas expresan cierta similitud en cuanto a contenido teniendo en cuenta que la norma colombiana posee diversos temas que no se encuentran en la normativa venezolana. Esto debido a que tiene una actualización de varios años después que la última revisión disponible por FONDONORMA.



### VARIABLES DE CONTENIDO

En las tablas N° 6, 7 y 8 se pueden observar las diferencias en las ecuaciones y requisitos existentes para el diseño de los elementos que conforman una estructura:

#### Vigas [US1]

Variable		FN 1753-06	NSR-10
Requisitos generales	Espesores mínimos de losas y vigas, sin chequeos de flechas	C.9.6.1 $h_v \geq \begin{cases} \frac{L}{16} & \text{Simplemente apoyado} \\ \frac{L}{18.5} & \text{Un extremo continuo} \\ \frac{L}{21} & \text{Ambos extremos continuos} \\ \frac{L}{8} & \text{Voladizo} \end{cases}$	C.9.5.2 $h_v \geq \begin{cases} \frac{L}{16} & \text{Simplemente apoyado} \\ \frac{L}{18.5} & \text{Un extremo continuo} \\ \frac{L}{21} & \text{Ambos extremos continuos} \\ \frac{L}{8} & \text{Voladizo} \end{cases}$
	Fuerza de compresión axial	C.18.3.2 $P_u \leq 0,1 \cdot A_g \cdot f_c$	C.21.5.1 $N_u \leq \frac{A_g \cdot f_c}{10}$
	Condiciones geométricas	C.18.3.2 $h_v \geq \frac{L_n}{4} \quad b_w \leq \begin{cases} c_2 \\ 0,75 \cdot c_1 \end{cases}$ $h_v \geq 15 \cdot \phi_{Bcol} \quad b_w \geq \begin{cases} 0,3 \cdot h_v \\ 25 \text{ cm} \end{cases}$	C.21.5.1 $h_v \geq \frac{L_n}{4} \quad b_w \leq \begin{cases} c_2 \\ 0,75 \cdot c_1 \end{cases}$ $b_w \geq \begin{cases} 0,3 \cdot h_v \\ 250 \text{ mm} \end{cases}$
Acero longitudinal	Acero mínimo	C.10.3.1 Para $f_c \geq 315 \text{ Kg/cm}^2$ $A_s \text{ min} = \frac{0,79 \cdot \sqrt{f_c}}{f_y} \cdot b_w \cdot d$ Para $f_c \leq 315 \text{ Kg/cm}^2$ $A_s \text{ min} = \frac{14}{f_y} \cdot b_w \cdot d$	C.10.5.1 $A_s \text{ min} = \frac{0,25 \cdot \sqrt{f_c}}{f_y} \cdot b_w \cdot d$ $A_s \text{ min} = \frac{14}{f_y} \cdot b_w \cdot d$
	Acero requerido		
	Acero colocado	C.18.3 $A_{scol} \geq \begin{cases} A_{sreq} \\ A_{smin} \end{cases}$	C.21.5 $A_{scol} \geq \begin{cases} A_{sreq} \\ A_{smin} \end{cases}$
	Cuantía de acero máxima	C.18.3 $\rho_{max} < 0,025$	C.21.5 $\rho_{max} < 0,025$
Acero longitudinal	Detallado de acero	C.18.3.3 En la cara de los apoyos: $A_{s+} \geq \frac{A_s}{2}$ En la cara de los apoyos: $A_{s-} \geq \frac{A_{smax}}{4}$ Una barra Nro. 4 en cada esquina.	C.21.5.2 En la cara de los apoyos: $M_{nc} \geq \frac{M_{nc-}}{2}$ En la cara de los apoyos: $M_{nc+} \geq \frac{M_{ncmax}}{4}$ Una barra en cada esquina.



Variable		FN 1753-06	NSR-10								
Solape	Clase	C.12.3.1 Clase A Solp = ldh Clase B Solp=1.3·Ldh	C.12.15.1 Clase A Solp = ldh Clase B Solp=1.3·Ldh								
	Longitud de desarrollo	C.12.2.1 $Ld \geq 30\text{cm}$ $Ld = \left[ 0.263 \cdot \frac{fy}{\sqrt{fc}} \cdot \frac{\alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \lambda}{Cd + Ktr} \right] \cdot db$	C.12.2.3 $Ld \geq 300\text{mm}$ $Ld = \left[ \frac{fy}{1.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{Cd + Ktr} \right] \cdot db$								
	Longitud de anclaje	C.12.4.1 $Ldh = \frac{0.075fy \cdot \beta \cdot Adh}{\sqrt{fc}}$	C.12.5.2 $Ldh = \left( \frac{0.24 \cdot \psi_e \cdot fy}{\lambda \cdot \sqrt{fc}} \right) \cdot db$								
Acero transversal	Disposiciones generales	C.12.2 $\Phi \cdot Vn \geq Vu$	C.11.1 $\Phi \cdot Vn \geq Vu$								
	Cortante de diseño	C.18.3.5 $V_s = \gamma hp + V_e = \frac{(Mpr^2)t + (Mpr^2)y}{Ln} + V_e$	C.21.5.4.1 $V_e = \frac{(Mpr1) + (Mpr)}{Ln} \pm \frac{Wu \cdot Ln}{2}$								
Acero transversal	Resistencia teorica al corte del concreto	C.18.3.5; C.11.3 $V_c = 0$ , Si: $Pu \leq 0.05 \cdot Ag \cdot fc$ Si no: $V_c = 0.53 \cdot \sqrt{fc} \cdot bw \cdot d$	C.21.5.4; C.11.2 $V_c = 0$ , Si: $Pu \leq 0.05 \cdot Ag \cdot fc$ $\frac{Mpr^2 + Mpr^2}{Ln} \geq 0.5 \cdot V_e$ Si no: $V_c = 0.17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc} \cdot bw \cdot d$								
	Longitud de confinamiento	C.18.3.4 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>Ln/H</math></td> <td><math>Lcf</math></td> </tr> <tr> <td><math>\leq 4</math></td> <td><math>h</math></td> </tr> <tr> <td><math>4 &lt; Ln/h \leq 10</math></td> <td><math>\frac{h}{6} \cdot \left( \frac{Ln}{h} + 2 \right)</math></td> </tr> <tr> <td><math>&gt; 10</math></td> <td><math>2h</math></td> </tr> </table>	$Ln/H$	$Lcf$	$\leq 4$	$h$	$4 < Ln/h \leq 10$	$\frac{h}{6} \cdot \left( \frac{Ln}{h} + 2 \right)$	$> 10$	$2h$	C.21.5.3.1 $2h$
	$Ln/H$	$Lcf$									
	$\leq 4$	$h$									
$4 < Ln/h \leq 10$	$\frac{h}{6} \cdot \left( \frac{Ln}{h} + 2 \right)$										
$> 10$	$2h$										
Separacion de los aceros (Zona confinada)	C.18.3.4; C.11.4 $S = 5\text{ cm de la cara del apoyo.}$ $s = \frac{\Phi \cdot Av \cdot fy \cdot d}{Vs}$ $s < \begin{cases} a/4 \\ 8 \cdot db1_{menor} \\ 24 \cdot dbt \\ 30\text{cm} \end{cases}$	C.21.5.3.2; C.11.4.7 $S = 5\text{ cm de la cara del apoyo.}$ $s = \frac{\Phi \cdot Av \cdot fy \cdot d}{Vs}$ $s \leq \begin{cases} a/4 \\ 8 \cdot db1_{menor} \\ 24 \cdot dbt \\ 300\text{mm} \end{cases}$									
Separacion de los aceros (Zona no confinada)	C.18.3.4 $S \leq 0.5 \cdot d$	C.21.5.3.4 $s \leq \frac{d}{2}$									

Tabla 6. Variables de contenido en vigas



### Columnas

Variable	FN 11753-06	NSR-10
Requerimientos generales	Resistencia de diseño C.10.4.1	$\phi \cdot Nu, \max = 0.8 \cdot \phi \cdot [0.85 \cdot f_c \cdot (A - Ast) + f_y \cdot Ast]$
	Fuerza axial mayorada C.18.4.2	$\phi \cdot Nu \leq 0.75 \cdot A \cdot f_c$
	condiciones geométricas C.18.4.4	$\frac{bc}{hc} \geq 0.4 \quad bc \geq 30cm$
Acero longitudinal	Cuantía de acero C.18.4.4	$0.01 \leq \rho \leq 0.06$
	Resistencia mínima a flexión C.18.4.3	Verificación por nodo $\sum Mc = 1.2 \cdot \sum Mv$ Verificación por nivel $\sum Mcn = 1.2 \cdot \sum Mvn$
		$\sum Mnc = 1.2 \cdot \sum Mnb$
Acero de refuerzo transversal	Carga axial mayorada C.18.4.6	$Nu \rightarrow \text{Max Mpr}$
	Corte en columnas C.18.4.6	$V_e \geq V_u$ $V_e = \frac{Mpr1 + Mpr2}{2}$
	Resistencia teórica al corte del concreto C.18.4.6.2; C.11.3	$V_c = 0$ si: $\phi \cdot Nu \leq 0.05 \cdot A \cdot f_c$ $V_e \geq 0.5 \cdot V_u$ Si no: $V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \cdot \left(1 + 0.007 \frac{P_u}{A_g}\right)$
Acero de refuerzo transversal	Acero mínimo en ligaduras C.18.4.5.2	$A_{sh} = 0.3 \cdot \frac{s \cdot hc \cdot f_c}{f_{yt}} \cdot \left(\frac{A}{A_{ch}} - 1\right)$ $A_{sh} = 0.09 \cdot \frac{s \cdot hc \cdot f_c}{f_{yt}}$
	Longitud de confinamiento C.18.4.5	$L_o \geq \begin{cases} \text{Max}(b, h) \\ \frac{1}{6} L_n \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$
	Separación de las ligaduras C.18.4.5; C.11.4	$S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$ $S \leq \begin{cases} \frac{6 \cdot dbt}{4} \\ \min(bc, hc) \\ 10 + \frac{35 - hx}{3} \end{cases}$
		$\phi \cdot Nu, \max = 0.75 \cdot \phi \cdot [0.85 \cdot f_c \cdot (A - Ast) + f_y \cdot Ast]$
		$\phi \cdot P_u \leq \frac{A_g \cdot f_c}{10}$
		$\frac{bc}{hc} \geq 0.4 \quad bc \geq 300mm$
		$0.01 \cdot A_g \leq \rho \leq 0.04 \cdot A_g$
		$V_c = 0$ si: $\phi \cdot Nu \leq \frac{A_g \cdot f_c}{20}$ $V_e \geq 0.5 \cdot V_u$ Si no: $V_c = 0.17 \cdot \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$
		$V_c = 0$ si: $\phi \cdot Nu \leq \frac{A_g \cdot f_c}{20}$ $V_e \geq 0.5 \cdot V_u$ Si no: $V_c = 0.17 \cdot \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$
		$A_{sh} = 0.3 \cdot \frac{s \cdot bc \cdot f_c}{f_{yt}} \cdot \left(\frac{A}{A_{ch}} - 1\right)$ $A_{sh} = 0.09 \cdot \frac{s \cdot bc \cdot f_c}{f_{yt}}$
		$L_o \geq \begin{cases} \text{Max}(b, h) \\ \frac{1}{6} L_n \\ 450 \text{ mm} \end{cases}$
		$S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$ $S \leq \begin{cases} \frac{6 \cdot dbt}{4} \\ \frac{1}{4} \cdot \min(bc, hc) \\ 10 + \frac{35 - hx}{3} \end{cases}$

Tabla 7. Variables de contenido en columnas.



## Nodos

Variable		FN 1753-06		NSR-10	
Requerimientos generales	Tension en los aceros de refuerzo a traccion	C.18.5.1	$\phi N_u \geq 1.25 \cdot f_y$	C.21.7.2.1	$\phi N_u \geq 1.25 \cdot f_y$
	Factor de minoracion		$\Phi = 0,85$		
Resistencia al corte	Resistencia teorica al corte	C.18.5.2	para nodos confinados $V_o = 5.3 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_j$	C.21.7.4.1	para nodos confinados $V_n = 1.7 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_j$
			para nodos conectados por dos o tres miembros confinantes $V_o = 4 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_j$		para nodos conectados por dos o tres miembros confinantes $V_n = 1.2 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_j$
			para otros casos $V_o = 3.2 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_j$		para otros casos $V_n = 1 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_j$

Tabla 8. Variables de contenido en nodos.

Al realizar la comparación en los elementos tipo viga se puede notar diferencias en distintas variables de estudio entre las que se encuentra: condición geométrica, áreas de acero mínimo, condiciones de detallado de acero, longitud de desarrollo, longitud de anclaje, resistencia teórica del concreto al corte y la zona de confinamiento.

Las variables de contenido en columnas en las que se pueden evidenciar diferencias son: cuantías de acero, resistencia mínima a la flexión, resistencia teórica al corte del concreto. En nodos solo existe diferencia en una variable de diseño, la resistencia teórica al corte.

## Diagramas de flujo

A continuación se muestran diagramas de flujo para los elementos que conforman una estructura aporticada que presentan la metodología de diseño aplicada por la norma Venezolana FN-1753-2006 y la aplicada por la normativa Colombiana NSR-10.

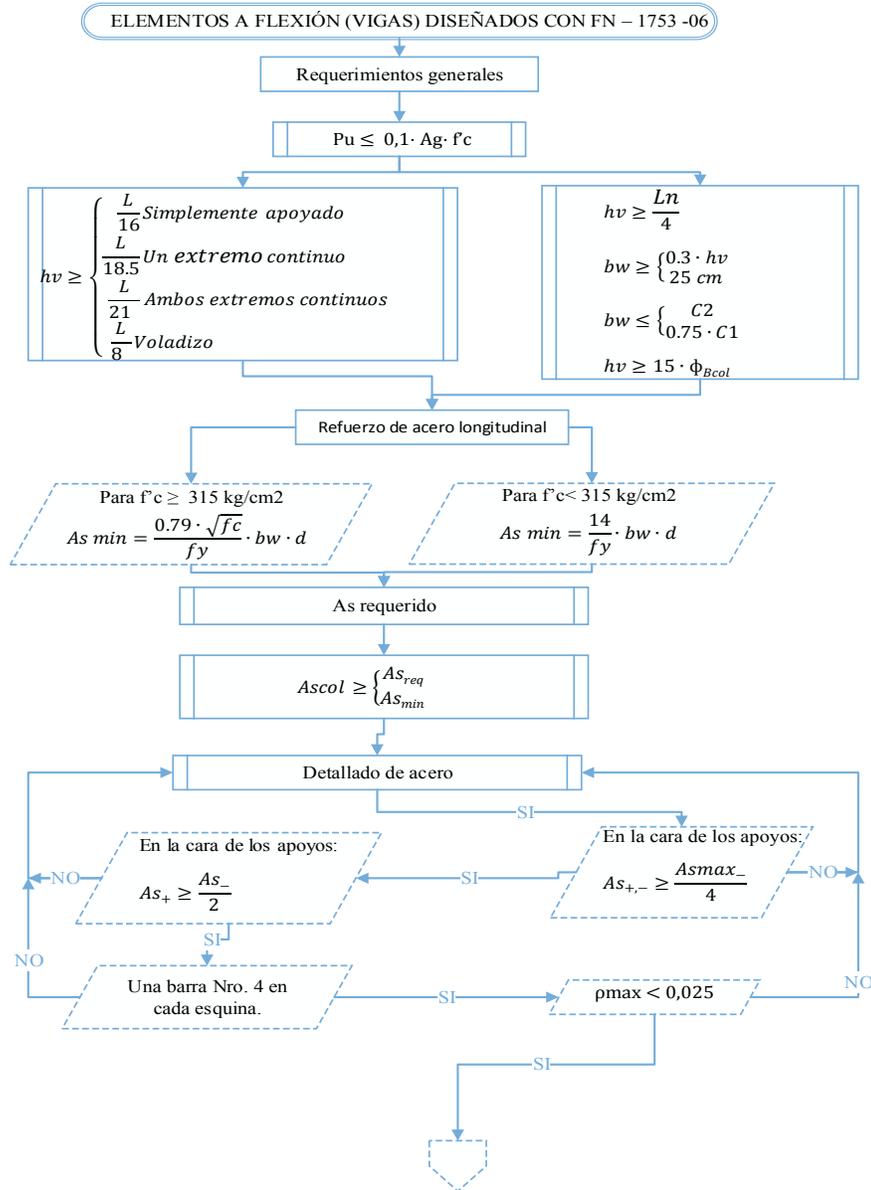


Fig. 13. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexión (Vigas) diseñados con FN 1753-2006 (1/3)

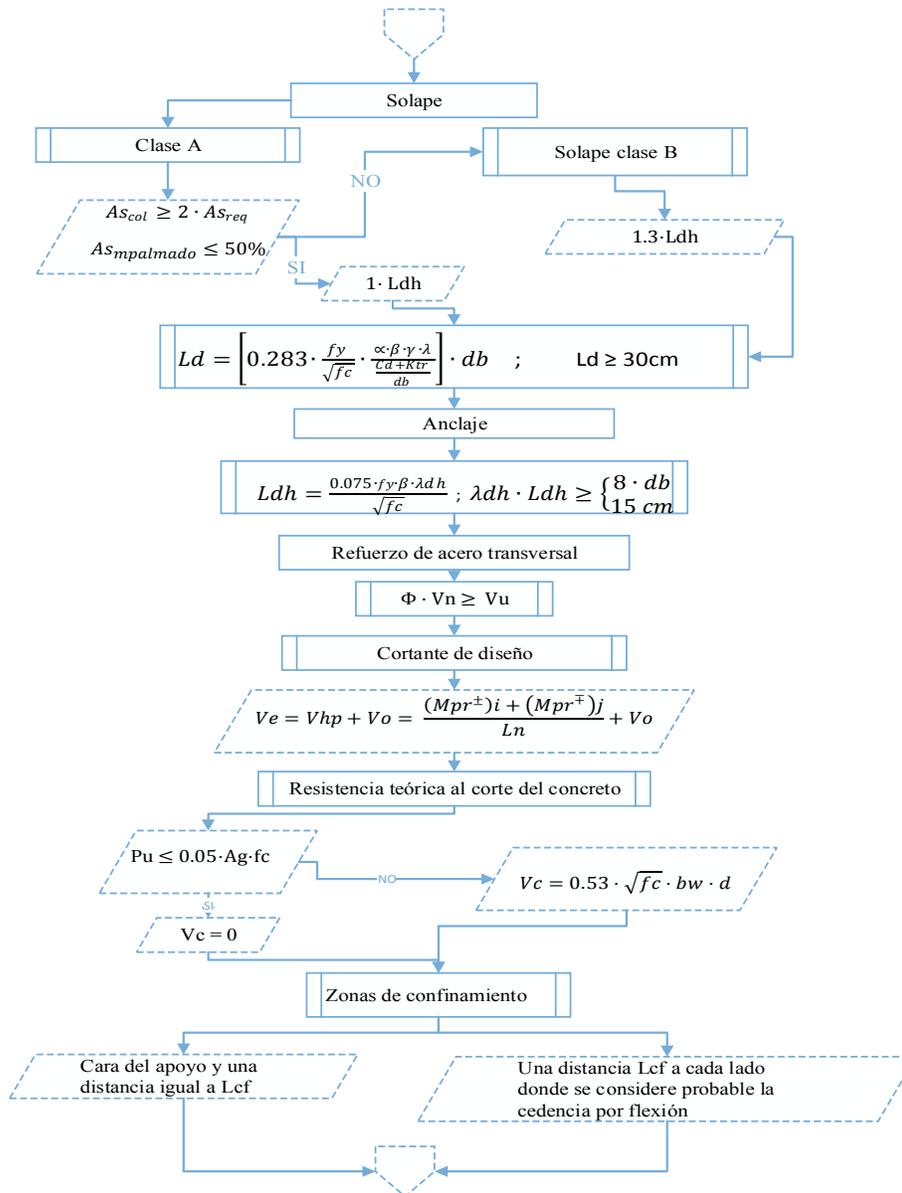


Fig. 14. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexión (Vigas) diseñados con FN 1753-2006 (2/3)

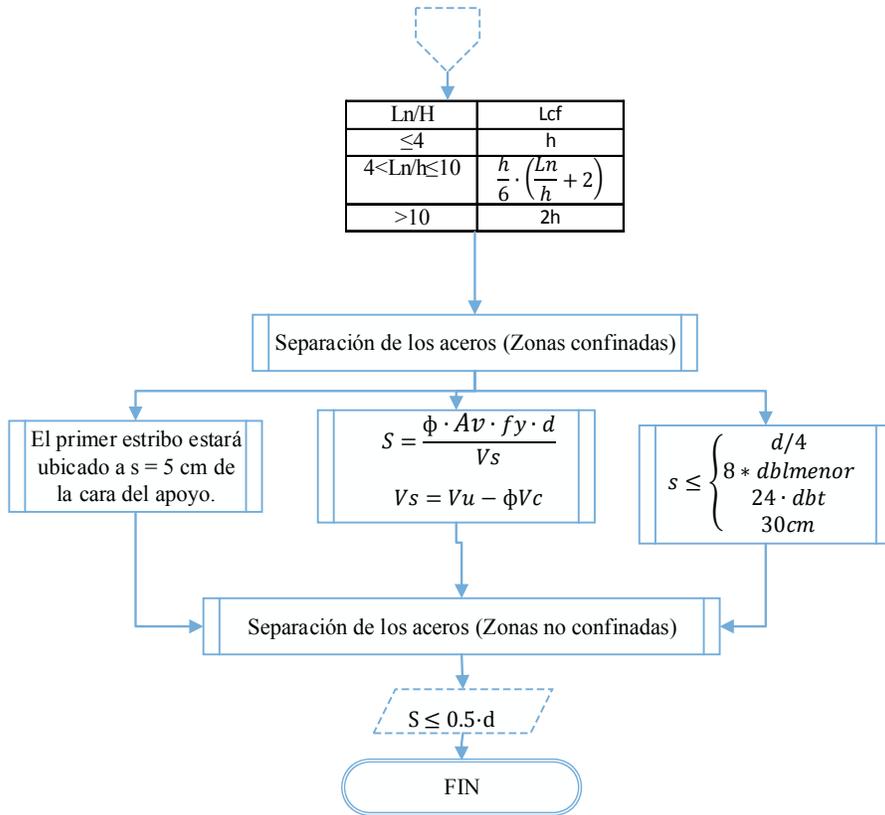


Fig. 15. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexión (Vigas) diseñados con FN 1753-2006 (3/3)

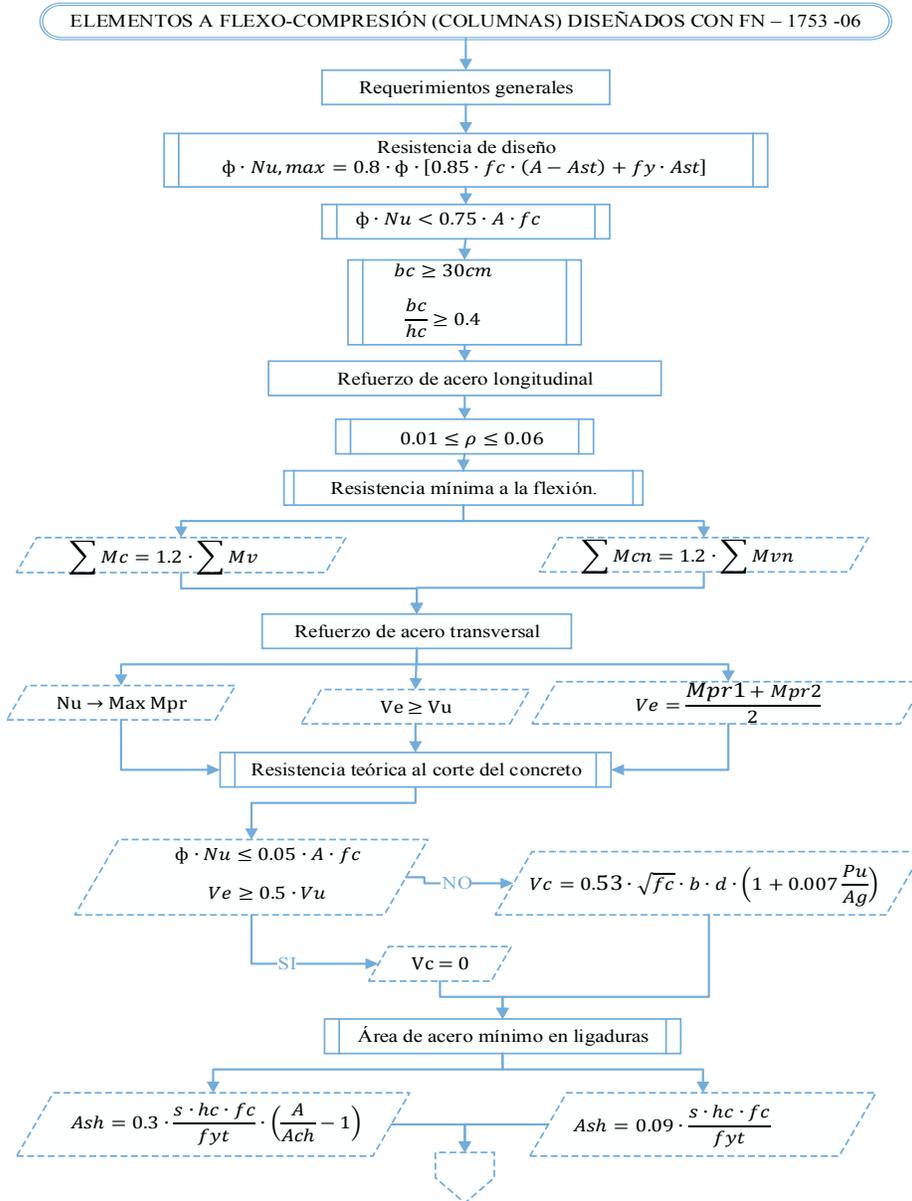


Fig. 16. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexocompresión (Columnas) diseñados con FN 1753-2006 (1/2)

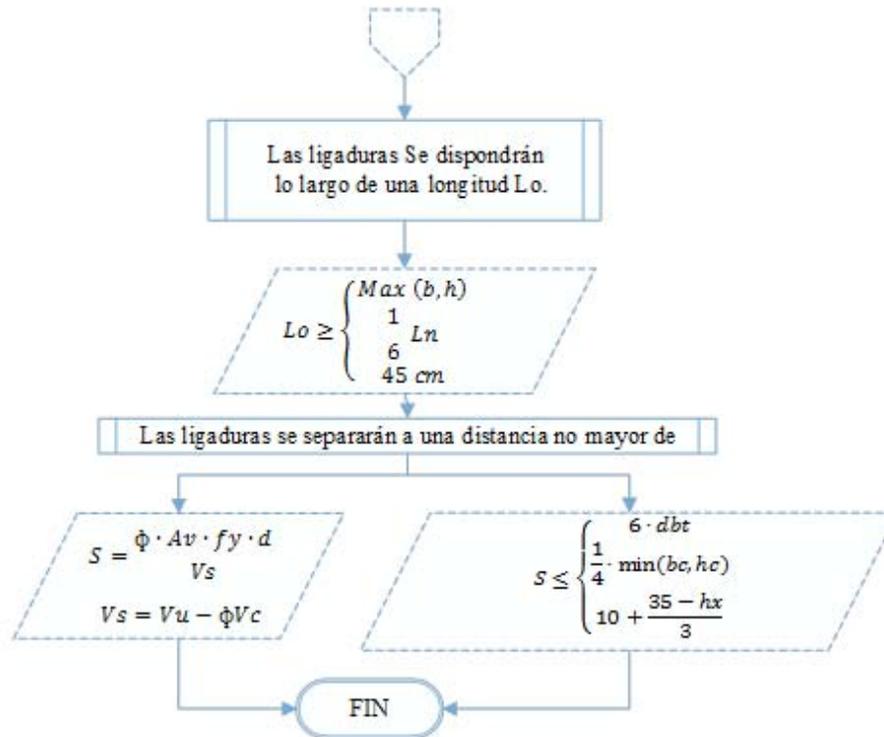


Fig. 17. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexocompresión (Columnas) diseñados con FN 1753-2006 (2/2)

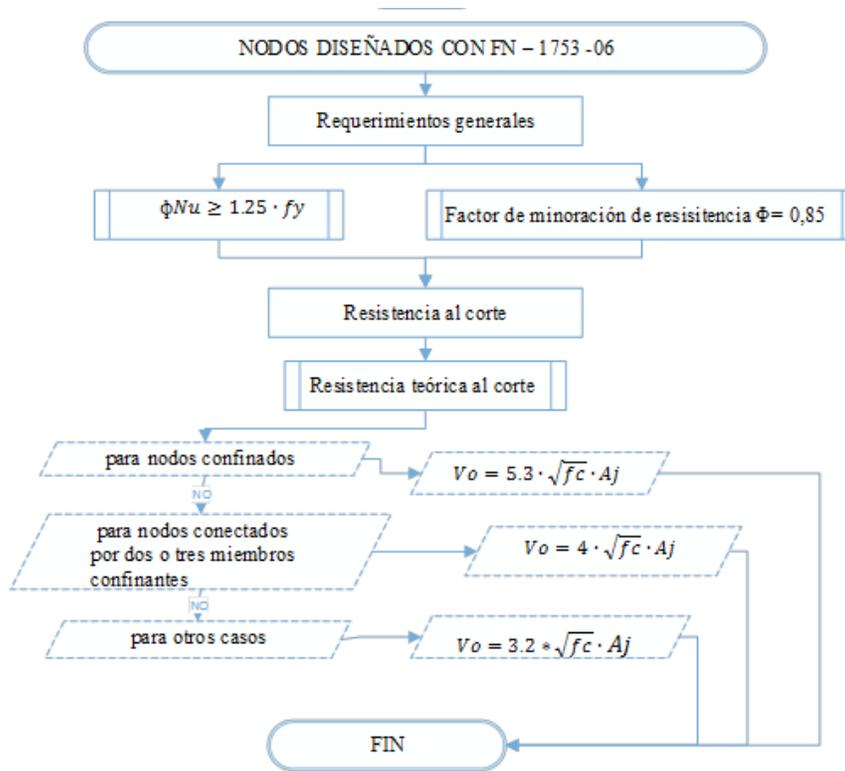


Fig. 18. Diagrama de flujo de Nodos diseñados con FN 1753-2006

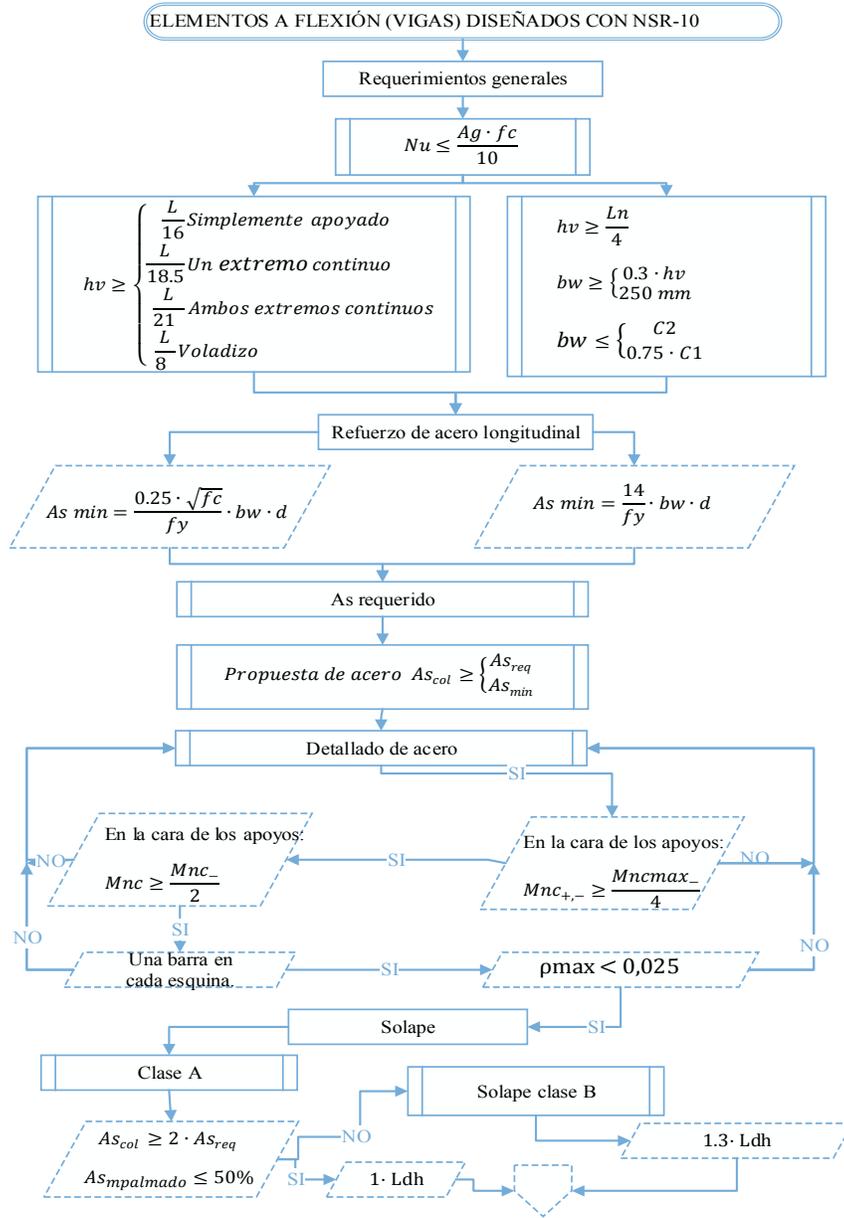


Fig. 19. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexión (Vigas) diseñados con NSR-10 (1/2)

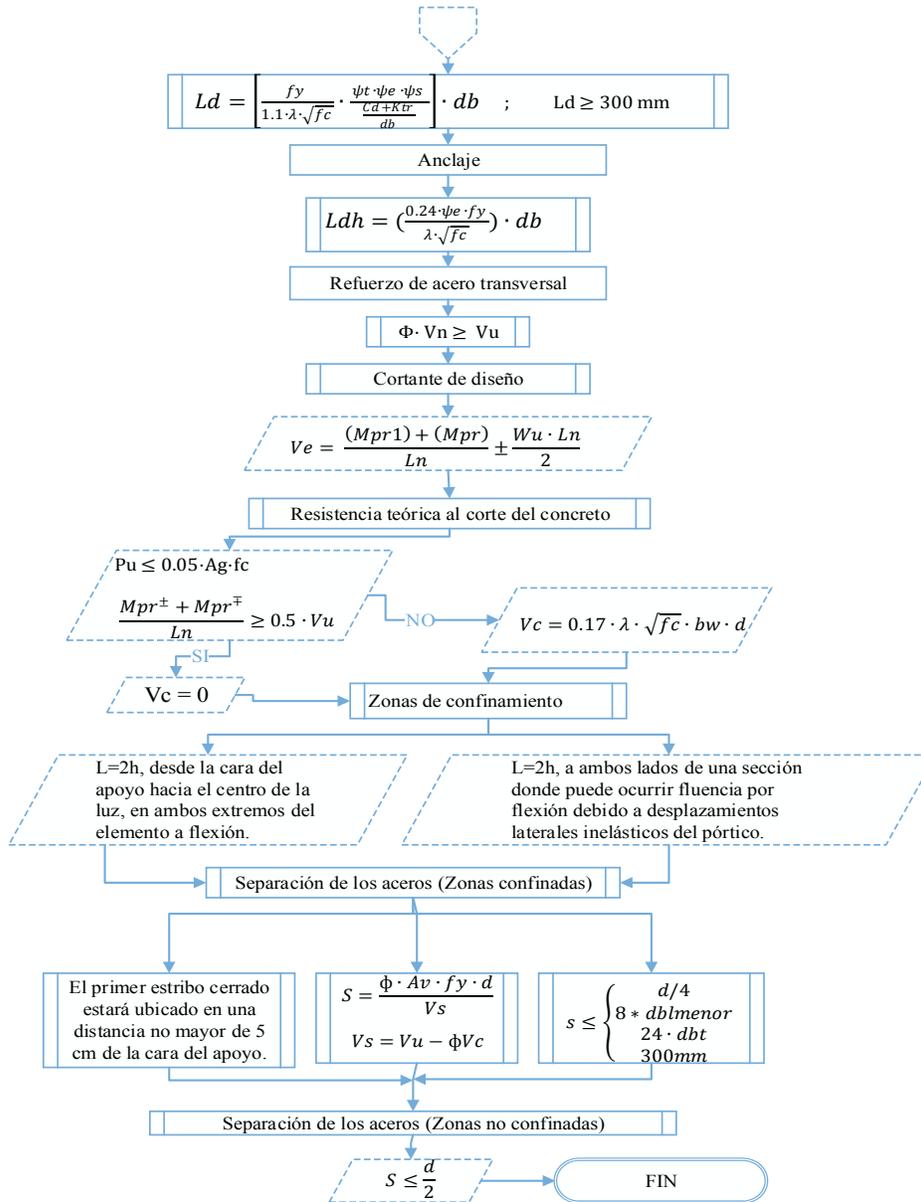


Fig. 20. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexión (Vigas) diseñados con NSR-10 (2/2)

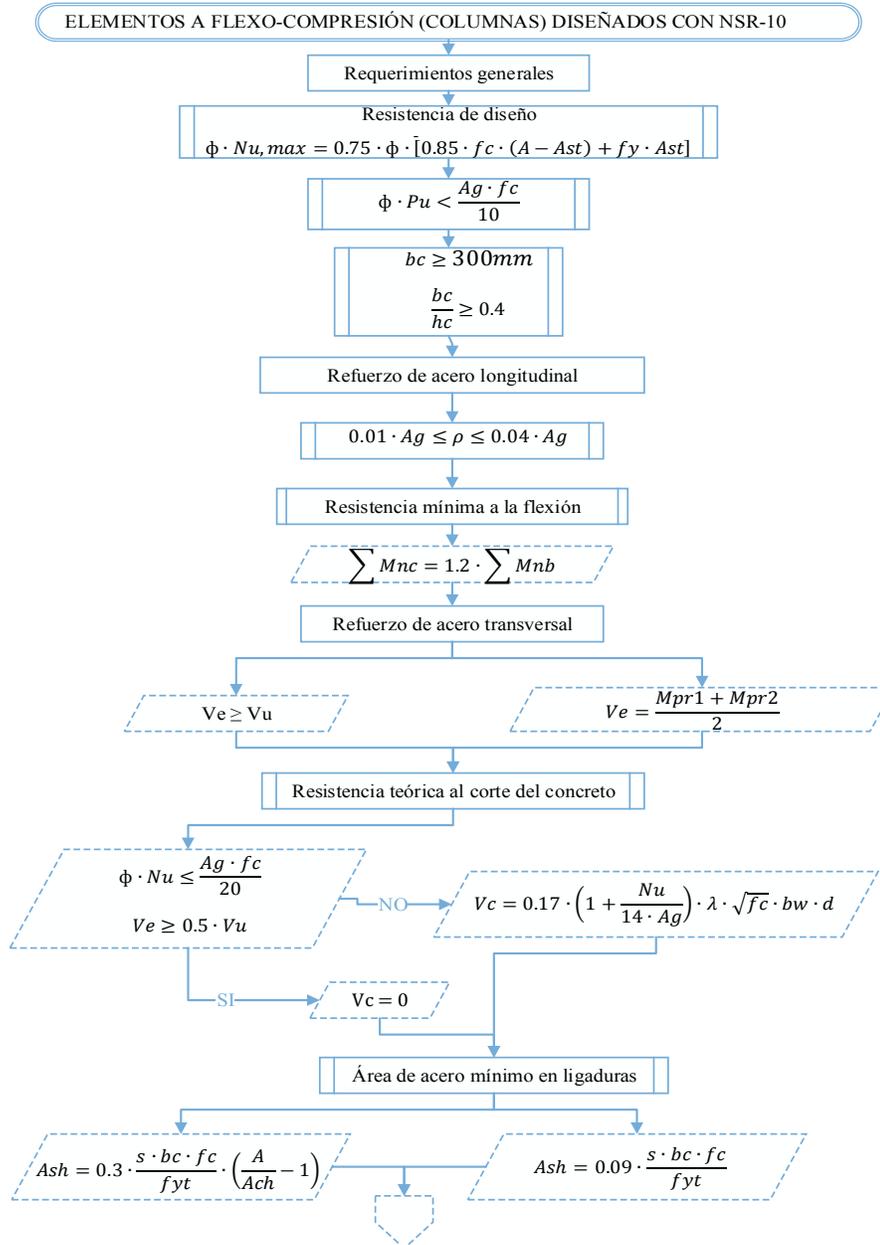


Fig. 21. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexocompresión (Columnas) diseñados con NSR-10 (1/2)

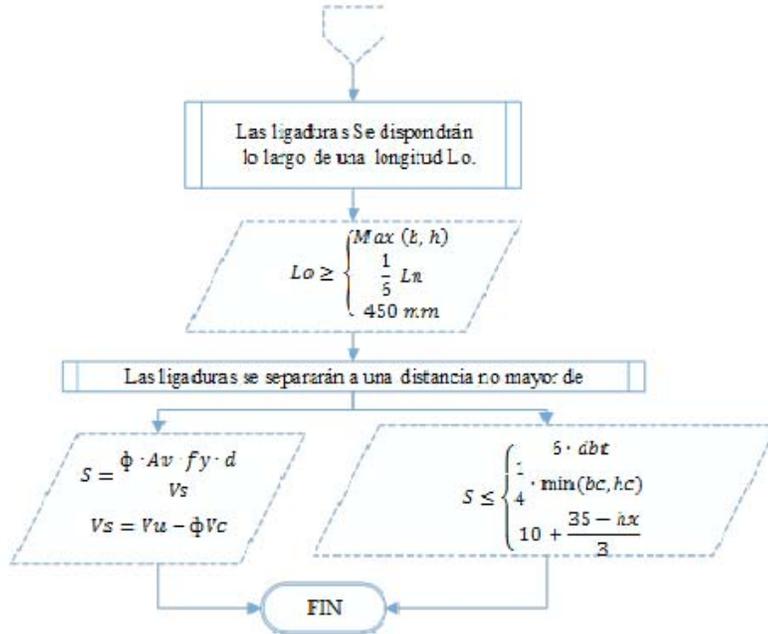


Fig. 22. Diagrama de flujo de elementos sometidos a flexocompresión (Columnas) diseñados con NSR-10 (2/2)

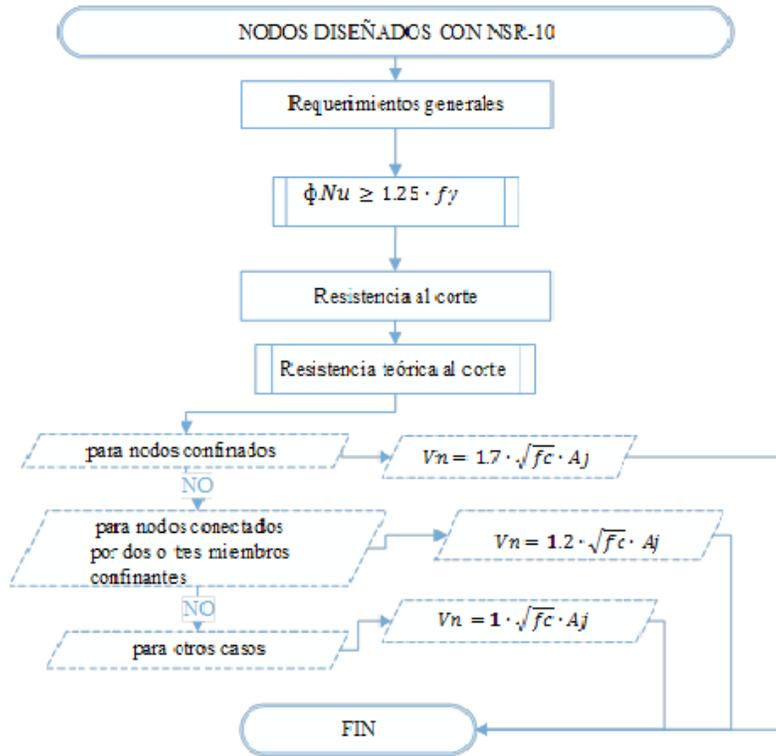


Fig. 23. Diagrama de flujo de Nodos diseñados con NSR-10.

Se puede de notar que los diagramas de flujo siguen una secuencia similar, salvo contados casos de condiciones en los elementos estructurales y además en algunos de los métodos o ecuaciones a usar.

### Diseño de elementos estructurales

Para el diseño de elementos estructurales se ha elegido un pórtico central de tres tramos con luces de seis, cinco y seis metros de longitud, por ser este uno de los más cargados también se tomó para el ejemplo de diseño la viga con los momentos resultantes mayores que fue ubicado en el primer nivel de la edificación. La primera tabla es de diseño de vigas y el segundo el diseño de los nodos. Se muestra solos los resultados del diseño mediante la normativa venezolana debido a que ambas normas tienen el mismo resultado.



	TRAMO I		
	1		2
<b>LUZ (m)</b>	6		
<b>Bc (m)</b>	0.5		
<b>Ln (m)</b>	5.5		
<b>Fuerza de compresión axial</b>	<b>VERDADERO</b>		
<b>Condiciones geométricas</b>	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>
	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>
<b>ACERO REQUERIDO EN CARAS</b>			
As- (cm2)	20.25	5.25	20.4
As+ (cm2)	9.48	10.19	9.54
<b>VIGA</b>			
Bv (cm)	35		
Hv (cm)	50		
<b>ACERO NEGATIVO</b>			
As-Coloc. (cm2)	2 φ N°	<b>7</b>	7.76 cm <sup>2</sup>
<b>ACERO POSITIVO</b>			
As+Coloc. (cm2)	2 φ N°	<b>7</b>	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Extre Sup	4 φ N°	<b>7</b>	15.52 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Ext Inf	2 φ N°	<b>6</b>	5.7 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Ap Sup	4 φ N°	<b>7</b>	15.52 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Ap Inf	2 φ N°	<b>6</b>	5.7 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long A+	1 φ N°	<b>6</b>	2.85 cm <sup>2</sup>
Asreq	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>
Condic. Sismorresistentes	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>
pmáx	<b>0.023</b>	<b>0.012</b>	<b>0.023</b>
Pu			
<b>Condición axial</b>			
<b>LONG. CONF. (cm)</b>	100		100
<b>CORTE</b>			
Mpr+ (kg-m)	48025.27		48025.27
Mpr- (kg-m)	29468.00		29468.00
V(hiper.) (kg)	14089.69		14089.69
V(isost.) (kg)	940.50		940.50
<b>Vu (kg)</b>	15030.19		15030.19
<b>DISEÑO POR CORTE</b>			
<b>Vc</b>	0.00		0.00
Vμ (Kg/m)	15030.19		15030.19
As/s (cm2/cm)	0.106		0.127
εtransv	N° 3		N° 3
Nro Ramas	4		4
S max calc (cm)	26.78		26.78
S max geom (cm)	11.25		11.25
S Coloc.	10.00	20	10.00



<b>Acero colocado Sup</b>			
<b>Corrido</b>	2 φ N° 7		
Refuerzo Apoyo	4 φ N° 7		4 φ N° 7
<b>Acero colocado Inf</b>			
<b>Corrido</b>	2 φ N° 7		
Refuerzo	1 φ N° 6		
Refuerzo Apoyo	2 φ N° 6		2 φ N° 6
<b>Acero colocado Sup</b>			
<b>Corrido</b>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo Apoyo	15.52 cm <sup>2</sup>		15.52 cm <sup>2</sup>
	23.28 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	23.28 cm <sup>2</sup>
<b>Acero colocado Inf</b>			
<b>Corrido</b>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo		2.85 cm <sup>2</sup>	
Refuerzo Apoyo	5.7 cm <sup>2</sup>		5.7 cm <sup>2</sup>
	13.46 cm <sup>2</sup>	10.61 cm <sup>2</sup>	13.46 cm <sup>2</sup>

Tabla 9. Ejemplo de diseño de elementos sometidos a flexión (1/3).



	TRAMO II		
	2		3
<b>LUZ (m)</b>		5.00	
<b>Bc (m)</b>		0.5	
<b>Ln (m)</b>		4.5	
<b>Fuerza de compresión axial</b>		<b>VERDADERO</b>	
<b>Condiciones geométricas</b>	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>
	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>
<b>ACERO REQUERIDO EN CARAS</b>			
As- (cm2)	17.43	5.25	17.43
As+ (cm2)	8.25	6.35	8.25
<b>VIGA</b>			
Bv (cm)		35	
Hv (cm)		50	
<b>ACERO NEGATIVO</b>			
As-Coloc. (cm2)	2 φ N°	7	7.76 cm <sup>2</sup>
<b>ACERO POSITIVO</b>			
As+Coloc. (cm2)	2 φ N°	7	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Extre Sup			
Refuerzo long Ext Inf			
Refuerzo long Ap Sup	4 φ N°	7	15.52 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Ap Inf	2 φ N°	6	5.7 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long A+			
Asreq	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>
Condic. Sismorresistentes	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>
ρ <sub>máx</sub>	<b>0.023</b>	<b>0.010</b>	<b>0.023</b>
P <sub>u</sub>			
<b>Condición axial</b>			
<b>LONG. CONF. (cm)</b>	92		92
<b>CORTE</b>			
M <sub>pr+</sub> (kg-m)	48025.27		48025.27
M <sub>pr-</sub> (kg-m)	29468.00		29468.00
V(hiper.) (kg)	17220.73		17220.73
V(isost.) (kg)	769.50		769.50
<b>Vu (kg)</b>	17990.23		17990.23
<b>DISEÑO POR CORTE</b>			
<b>Vc</b>	0.00		0.00
V <sub>μ</sub> (Kg/m)	17990.23		17990.23
As/s (cm2/cm)	0.13		0.127
σ <sub>transv</sub>	N° 3		N° 3
Nro Ramas	4		4
S max calc (cm)	22.38		22.38
S max geom (cm)	11.25		11.25
S Coloc.	10.00	20	10.00



<b>Acero colocado Sup</b>			
<b>Corrido</b>	2 $\phi$ N° 7		
Refuerzo Apoyo	4 $\phi$ N° 7		4 $\phi$ N° 7
<b>Acero colocado Inf</b>			
<b>Corrido</b>	2 $\phi$ N° 7		
Refuerzo			
Refuerzo Apoyo	2 $\phi$ N° 6		2 $\phi$ N° 6
<b>Acero colocado Sup</b>			
<b>Corrido</b>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo Apoyo	15.52 cm <sup>2</sup>		15.52 cm <sup>2</sup>
	23.28 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	23.28 cm <sup>2</sup>
<b>Acero colocado Inf</b>			
<b>Corrido</b>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo		0 cm <sup>2</sup>	
Refuerzo Apoyo	5.7 cm <sup>2</sup>		5.7 cm <sup>2</sup>
	13.46 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	13.46 cm <sup>2</sup>

Tabla 10. Ejemplo de diseño de elementos sometidos a flexión (2/3).



	TRAMO III		
	3		5
<b>LUZ (m)</b>	6		
<b>Bc (m)</b>	0.5		
<b>Ln (m)</b>	5.5		
<b>Fuerza de compresión axial</b>	<b>VERDADERO</b>		
<b>Condiciones geométricas</b>	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>
<b>ACERO REQUERIDO EN CARAS</b>			
As- (cm2)	20.4	5.25	20.25
As+ (cm2)	9.54	10.19	9.48
<b>VIGA</b>			
Bv (cm)	35		
Hv (cm)	50		
<b>ACERO NEGATIVO</b>			
As-Coloc. (cm2)	2 φ N°	7	7.76 cm <sup>2</sup>
<b>ACERO POSITIVO</b>			
As+Coloc. (cm2)	2 φ N°	7	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Extre Sup	4 φ N°	7	15.52 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Ext Inf	2 φ N°	6	5.7 cm <sup>2</sup>
Refuerzo long Ap Sup			
Refuerzo long Ap Inf			
Refuerzo long A+	1 φ N°	6	2.85 cm <sup>2</sup>
Asreq	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>
Condic. Sismorresistentes	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>	<b>VERDADERO</b>
ρ <sub>máx</sub>	<b>0.023</b>	<b>0.012</b>	<b>0.023</b>
P <sub>u</sub>			
<b>Condición axial</b>			
<b>LONG. CONF. (cm)</b>	100		100
<b>CORTE</b>			
M <sub>pr+</sub> (kg-m)	17558.14		48025.27
M <sub>pr-</sub> (kg-m)	17558.14		29468.00
V(hiper.) (kg)	11924.26		11924.26
V(isost.) (kg)	940.50		940.50
<b>Vu (kg)</b>	12864.76		12864.76
<b>DISEÑO POR CORTE</b>			
<b>Vc</b>	0.00		0.00
V <sub>μ</sub> (Kg/m)	12864.76		12864.76
As/s (cm2/cm)	0.13		0.091
σ <sub>transv</sub>	N° 3		N° 3
Nro Ramas	4		4
S max calc (cm)	31.29		31.29
S max geom (cm)	11.25		11.25
S Coloc.	10.00	20	10.00



<b>Acero colocado Sup</b>			
<b>Corrido</b>	2 φ N° 7		
Refuerzo Apoyo	4 φ N° 7		4 φ N° 7
<b>Acero colocado Inf</b>			
<b>Corrido</b>	2 φ N° 7		
Refuerzo	1 φ N° 6		
Refuerzo Apoyo	2 φ N° 6		2 φ N° 6
<b>Acero colocado Sup</b>			
<b>Corrido</b>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo Apoyo	15.52 cm <sup>2</sup>		15.52 cm <sup>2</sup>
	23.28 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	23.28 cm <sup>2</sup>
<b>Acero colocado Inf</b>			
<b>Corrido</b>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>	7.76 cm <sup>2</sup>
Refuerzo		2.85 cm <sup>2</sup>	
Refuerzo Apoyo	5.7 cm <sup>2</sup>		5.7 cm <sup>2</sup>
	13.46 cm <sup>2</sup>	10.61 cm <sup>2</sup>	13.46 cm <sup>2</sup>

Tabla 11. Ejemplo de diseño de elementos sometidos a flexión (3/3).



	NIVEL I		NIVEL II	
	-	1	1	2
<b>H</b>	4		3	
<b>Hv</b>	0.5		0.5	
<b>Ln</b>	3.5		2.5	
<b>Pu</b>	169224		140257	
<b>ACERO REQUERIDO EN CARAS</b>				
Ar req	70.64		33.05	
p req	2.34		1.32	
<b>VIGA</b>				
Bc cm	55		50	
Hc cm	55		50	
<b>ACERO NEGATIVO</b>				
As-Req	70.64		33.05	
As-Coloc.	16 φ N°	<b>8</b> 81.12 cm <sup>2</sup>	12 φ N°	<b>6</b> 34.2 cm <sup>2</sup>
p col	<b>2.68</b>		<b>1.37</b>	
Asreq	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>	
<b>LONG. CONF.</b>				
<b>L acum.</b>	55.00		50.00	
<b>CORTE</b>				
Mpr+	136733	136733	65747	65747
Ve	78133	78133	52598	52598
Vu	78133	78133	52598	52598
<b>DISEÑO POR CORTE</b>				
<b>Vc</b>	33939	33939	33967	33967
Vμ (KgF/m)	44194	44194	18631	18631
As/s	0.496	0.496	0.496	0.371
σtransv	N° 4	N° 4	N° 4	N° 4
Nro Ramas	4	4	3	3
S req	18.10	18.10	28.99	28.99
S max	10.00	10.00	10.00	10.00
S Zona Conf.	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>S min conf.</b>	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>S min No conf.</b>	15.00	15.00	10.00	10.00
Ash	4.44	3.97	2.98	2.98
Avcol	5.08	CUMPLE 5.08	3.81	CUMPLE 3.81

Tabla 12. Ejemplo de diseño de elementos sometidos a flexocompresión (1/3).



	NIVEL III		NIVEL IV	
	2	3	3	4
<b>H</b>	3		3	
<b>Hv</b>	0.5		0.5	
<b>Ln</b>	2.5		2.5	
<b>Pu</b>	112664		85023	
<b>ACERO REQUERIDO EN CARAS</b>				
Ar req	25		25	
p req	1.00		1.00	
<b>VIGA</b>				
Bc cm	50		50	
Hc cm	50		50	
<b>ACERO NEGATIVO</b>				
As-Req	7.5		7.5	
As-Coloc.	12 φ N°	<b>6</b> 34.2 cm <sup>2</sup>	12 φ N°	<b>6</b> 34.2 cm <sup>2</sup>
p col	<b>1.37</b>		<b>1.37</b>	
Asreq	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>	
<b>LONG. CONF.</b>				
<b>L acum.</b>	50.00		50.00	
<b>CORTE</b>				
Mpr+	65747	65747	65747	65747
Ve	52598	52598	52598	52598
Vu	52598	52598	52598	52598
<b>DISEÑO POR CORTE</b>				
<b>Vc</b>	32082	32082	30195	30195
Vμ (KgF/m)	20515	20515	22403	22403
As/s	0.371	0.371	0.371	0.371
σtransv	N° 4	N° 4	N° 4	N° 4
Nro Ramas	3	3	3	3
S req	26.33	26.33	24.11	24.11
S max	10.00	10.00	10.00	10.00
S Zona Conf.	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>S min conf.</b>	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>S min No conf.</b>	10.00	10.00	10.00	10.00
Ash	2.98	2.98	2.98	2.98
Avcol	3.81	CUMPLE 3.81	3.81	CUMPLE 3.81

Tabla 13. Ejemplo de diseño de elementos sometidos a flexocompresión (2/3).



	NIVEL V		NIVEL VI	
	4	5	5	6
<b>H</b>	3		3	
<b>Hv</b>	0.5		0.5	
<b>Ln</b>	2.5		2.5	
<b>Pu</b>	57166		29142	
<b>ACERO REQUERIDO EN CARAS</b>				
Ar req	25		25	
p req	1.00		1.00	
<b>VIGA</b>				
Bc cm	50		50	
Hc cm	50		50	
<b>ACERO NEGATIVO</b>				
As-Req	7.5		7.5	
As-Coloc.	12 φ N°	<b>6</b> 34.2 cm <sup>2</sup>	12 φ N°	<b>6</b> 34.2 cm <sup>2</sup>
p col	<b>1.37</b>		<b>1.37</b>	
Asreq	<b>VERDADERO</b>		<b>VERDADERO</b>	
<b>LONG. CONF.</b>				
<b>L acum.</b>	50.00		50.00	
<b>CORTE</b>				
Mpr+	65747	65747	65747	65747
Ve	52598	52598	52598	52598
Vu	52598	52598	52598	52598
<b>DISEÑO POR CORTE</b>				
<b>Vc</b>	28292	28292	26379	26379
Vμ (KgF/m)	24305	24305	26219	26219
As/s	0.371	0.371	0.371	0.371
σtransv	N° 4	N° 4	N° 4	N° 4
Nro Ramas	3	3	3	3
S req	22.22	22.22	20.60	20.60
S max	10.00	10.00	10.00	10.00
S Zona Conf.	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>S min conf.</b>	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>S min No conf.</b>	10.00	10.00	10.00	10.00
Ash	2.98	2.98	2.98	2.98
Avcol	3.81	CUMPLE 3.81	3.81	CUMPLE 3.81

Tabla 14. Ejemplo de diseño de elementos sometidos a flexocompresión (3/3).



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Una vez terminadas las distintas fases propuestas, donde se encontró la información y se procesó, con las herramientas descritas se han evidenciado algunas de las diferencias entre los resultados obtenidos mediante ambas normativas.

Se citan los criterios de diseño de los elementos en estudio a través de las tablas de comparación de diseño (Tabla N°6 a Tabla N°8) donde se puede observar las diferencias de ambas normativas, de las que destacan:

- Los reglamentos son documentos de recomendación de procedimientos, la FONDONORMA hace mucho énfasis en la recomendación del uso de las ecuaciones y establece cuando usarlas, dando mucha dirección en la toma de las ecuaciones de chequeo.
- El reglamento colombiano impone el uso de una inecuación para el diseño a corte de secciones sometidas a flexión, adicional a la que ya está presente en la FONDONORMA, para la verificación de la resistencia teórica al corte del concreto este chequeo establece que si el cortante nominal producido es al menos la mitad en cortante por momentos probables se evite el uso de la resistencia al corte del concreto.
- La longitud de confinamiento, en elementos sometidos a flexión, difiere en los reglamentos. En la normativa venezolana se hace uso de inecuaciones para establecer ecuaciones para distintos rangos de aplicación, mientras que en la normativa colombiana se hace la propuesta de un único valor dependiente de la altura del miembro. Lo cual puede generar diferencias en la longitud de confinamiento como puede notarse en la tabla N° 9 donde la viga ejemplo la longitud de confinamiento en el tramo II diseñado con la FN-1756-06 es de



92cm y con la norma NSR-10 es de 100cm, lo que a su vez genera un cambio en la cuantía de acero transversal colocado.

- En cuanto los elementos tipo columnas existe una diferencia en las ecuaciones de cálculo de las solicitaciones axiales, más específico en una constante. Se nota que la normativa colombiana es un tanto más conservador al tener un valor de 0.75 en cambio el valor de la normativa venezolana que es de 0.80. En cuanto a la fuerza axial mayorada la NSR-10 no tiene un valor máximo de aplicación mientras que la norma venezolana restringe desde valores de 75% de la resistencia del área gruesa. También hay una diferencia de dos puntos en cuanto a la cuantía máxima de acero vertical la norma venezolana tiene los puntos mayores, de un 6%. Con respecto a la verificación de columna fuerte-viga débil el reglamento venezolano propone el uso de una entre dos ecuaciones mientras que en la normativa colombiana solo posee una ecuación de verificación.

Al realizar el diseño de los elementos estructurales se obtuvieron los valores de cuantías de acero, considerando las pocas diferencias con respecto a los elementos sometidos a flexión se puede decir que los resultados tienen mucha similitud y solo diferenciándose en la longitud de confinamiento del acero transversal. Los elementos sometidos a flexocompresión tienen los mismos resultados de cuantías al hacer el mismo procedimiento de verificación de columna fuerte-viga débil en el diseño por ambas normativas.

En este ejemplo la longitud de confinamiento de las vigas tiene una diferencia que ronda los 10 cm, que para efectos prácticos es de poca significancia. El diseño de los elementos estructurales sometidos a grandes esfuerzos tiene una similitud bastante apreciable cuando se realizan con ambas normativas.

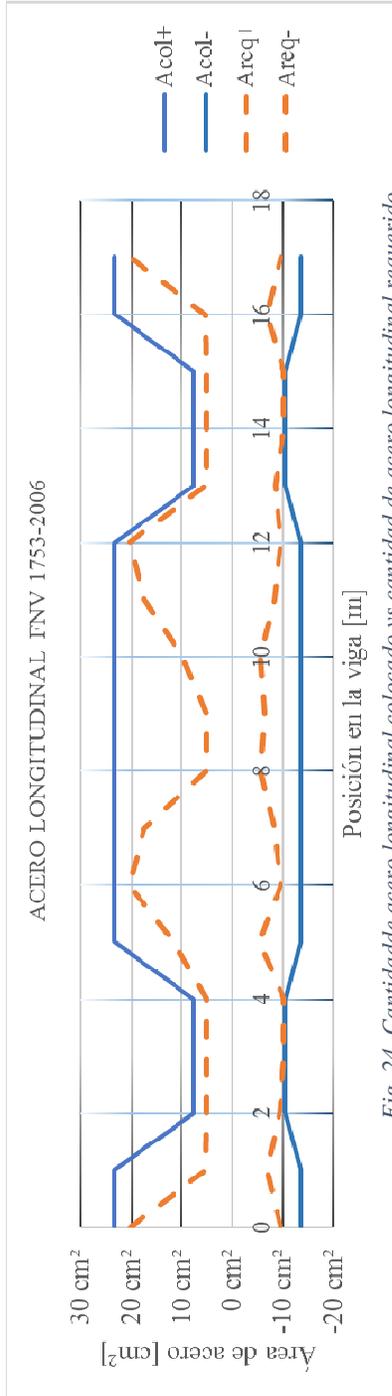


Fig. 24. Cantidadde acero longitudinal colocado vs cantidad de acero longitudinal requerido en elementos tipo viga según FNV 1753-2006

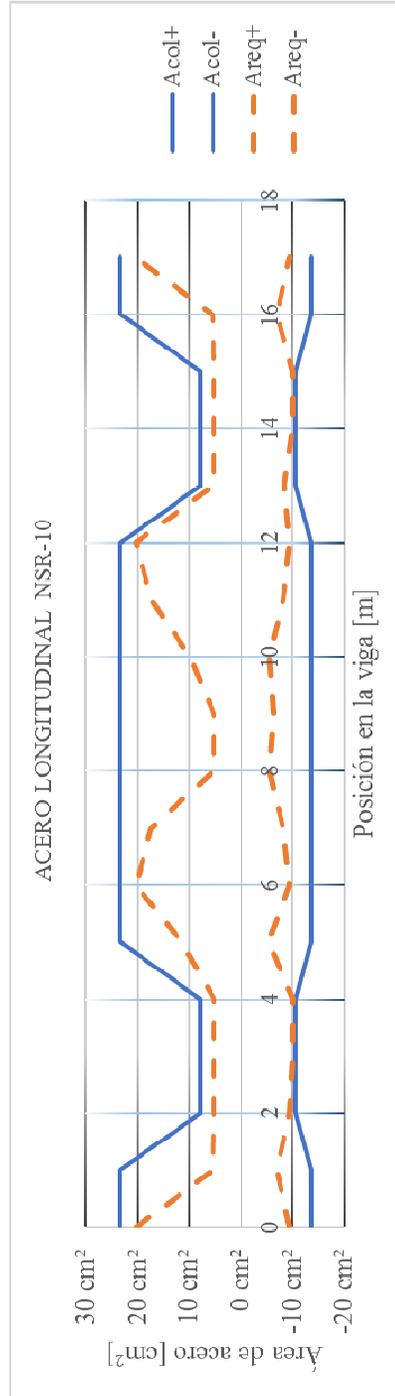


Fig. 25. Cantidadde acero longitudinal colocado vs cantidad de acero longitudinal requerido en elementos tipo viga según NSR-10

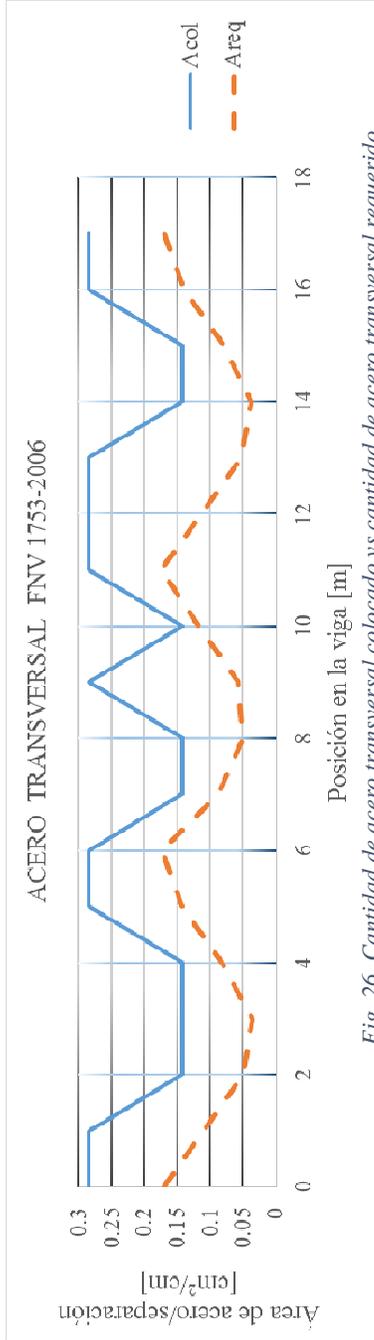


Fig. 26. Cantidad de acero transversal colocado vs cantidad de acero transversal requerido en elementos tipo viga según FNV 1753-2006.

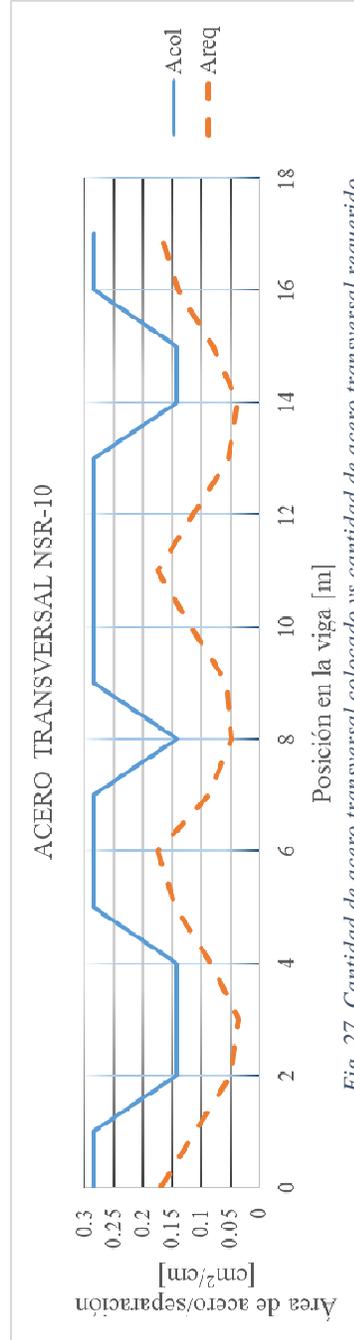


Fig. 27. Cantidad de acero transversal colocado vs cantidad de acero transversal requerido en elementos tipo viga según NSR-10.

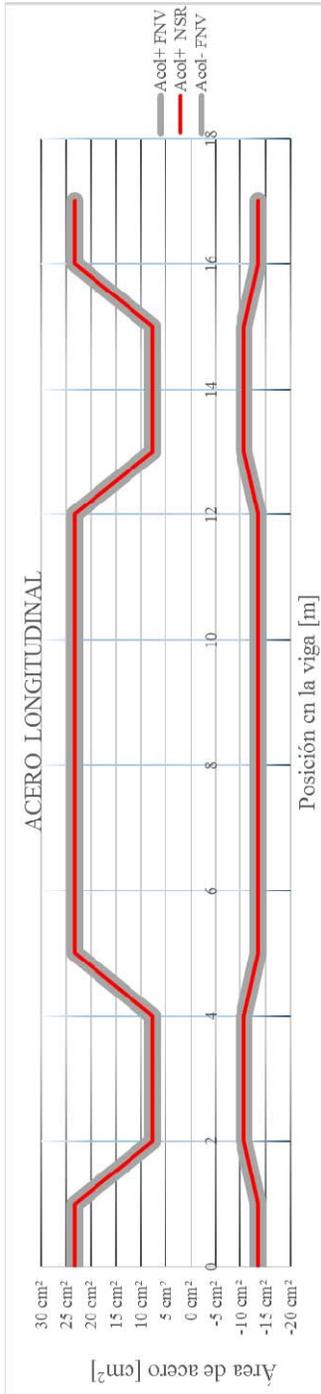


Fig. 28. Cantidad de acero longitudinal colocado según ambas normativas

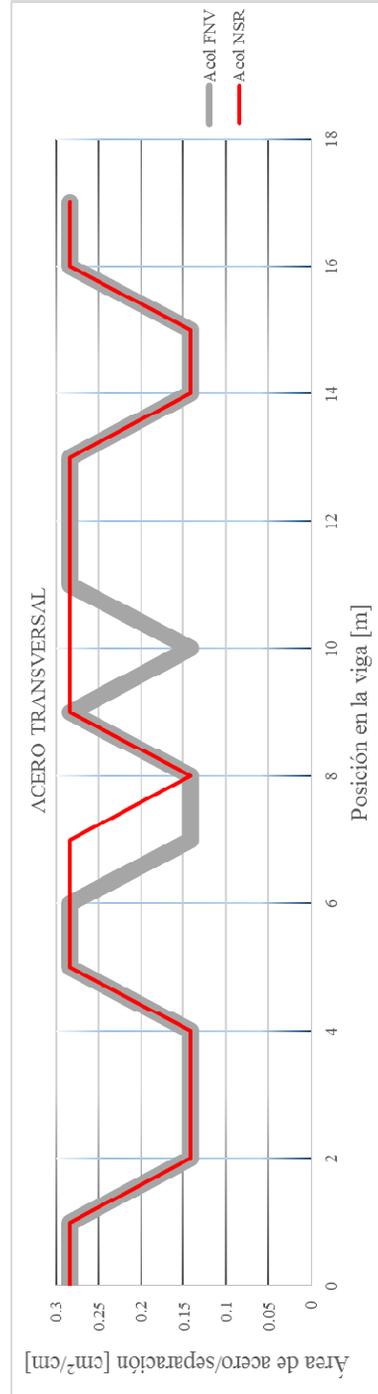


Fig. 29. Cantidad de acero transversal colocado según ambas normativas



La normativa colombiana tiene un formato que ayuda a localizar los comentarios de una forma más rápida además de conseguir los gráficos de muestra que hace de facilidad la interpretación, el sistemas de unidades cambia la mayoría de las unidades aunque al hacer la equivalencia las ecuaciones arrojan resultados con un margen casi imperceptible. Las variables y diversos factores tienen una nomenclatura similar y salvo contados casos son diferentes. Se puede agregar que para resolver tales diferencias la normativa colombiana posee en sus anexos una tabla de equivalencia de ecuaciones y de factores, cosa que la normativa venezolana no posee.

Es importante señalar que la normativa colombiana tiene un título dedicado a la construcción y diseño de edificaciones de uno y dos niveles que permite el uso de barras de acero longitudinal desde valores de 3/8" de diámetro y para el acero transversal se permite el uso de barras de 1/4" de diámetro para elementos a flexión y flexocompresión además del uso de dimensiones de secciones transversales de los elementos para vigas y columnas a partir de 200 cm<sup>2</sup>, esto es de importancia para el ahorro a la hora de construir edificaciones pequeñas.



## RECOMENDACIONES

Con base a lo antes descrito se pueden hacer una serie de propuestas para ampliar el conocimiento referente a las normas de diseño de proyectos de edificación.

- Se considera una necesidad dar seguimiento y actualización de las normativas de planificación, diseño y construcción de edificaciones de pequeña y mediana magnitud, pues la historia ha demostrado que las actualizaciones solo son posibles después de un evento trágico.
- Evaluar los diseños de pequeñas construcciones de hasta dos pisos para conocer, con cierto detalle, las diferencias entre las cuantías obtenidas.
- Hacer una comparación entre las normativas sismorresistentes de Colombia y Venezuela, así como de cualquier país que tenga reglamentos de construcción sismorresistente.
- Buscar diferencias entre los demás sistemas portantes, diferentes materiales y diferentes secciones para poder aportar conocimiento sobre los requerimientos de las construcciones.
- Se considera conveniente poseer un reglamento para el diseño y construcción de edificaciones de hasta dos pisos, para regular las construcciones informales en zonas con riesgo sísmico.



## BIBLIOGRAFÍA

- AIS. (2010). *Título C. Concreto estructural*. Bogotá: AIS.
- Balladares, R. C. (2006). *Análisis comparativo entre las cuantías de acero de elementos tipo viga sometidos a flexión al implementar el proyecto de norma COVENIN 1753-(R), basandose en un ejemplo de cálculo y diseño de una estructura regular*. Naguanagua. Carabobo: Universidad de Carabobo.
- Barrios, M. (2006). *Manual de trabajos de grado de especialización, maestrías y de tesis doctorales*. Caracas: FEDUPEL.
- COVENIN. (89). 803 "Aceros. Definiciones y clasificación". Caracas: COVENIN.
- FONDONORMA. (2006). *Proyecto y construcción de obras en concreto estructural. 1753:2006*. Caracas: FONDONORMA.
- García, L. E. (2014). Desarrollo de la norma sismo resistente colombiana en los 30 años desde su primera expedición. *Los códigos en la construcción en Colombia: Aproximaciones y aplicaciones* (págs. 71-77). Bogotá: Revista Ingeniería. Universidad de los Andes.
- González, O. R. (2005). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. Balderas, México: LIMUSA.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial.
- Hernández, J. (01 de Octubre de 1997). *Aplicación y actualización de la norma "Edificaciones antisísmicas", COVENIN 1756-82*. Recuperado el 2016, de Funvisis:  
<http://www.funvisis.gob.ve/archivos/www/terremoto/Papers/Doc002/doc002.htm>
- López, A. y. (2005). *Estudio analítico-comparativo de la norma COVENIN 1753-87 "Estructuras de concreto armado de edificaciones; Análisis y diseño" y los cambios inducidos en la última revisión; Norma 1753-(R) "Proyecto y construcción de obras de concreto estructural"*. Caracas.: Universidad Central de Venezuela.
- Malavé, J. y. (2016). *Análisis comparativo del diseño de muros estructurales de concreto armado por las normas FONDONORMA 1753-2006 y ACI 318-14*. Naguanagua: Universidad de Carabobo.



- Nilson, A. (1999). *Diseño de estructuras de concreto*. Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.
- Park, R. P. (1988). *Estructuras de concreto reforzado*. Christchurch, Nueva Zelanda: LIMUSA.
- Pinzón, A. L. (2014). La historia no contada del primer código de construcción en Colombia-30 años. *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes.*, 82-84.



DIFERENCIAS ENTRE LAS CUANTÍAS DE ACERO ORIGINADAS DEL DISEÑO DE UN PÓRTECO BAJO LA NORMA VENEZOLANA FNV 1753-2006 Y LA NORMA COLOMBIANA NSR-10

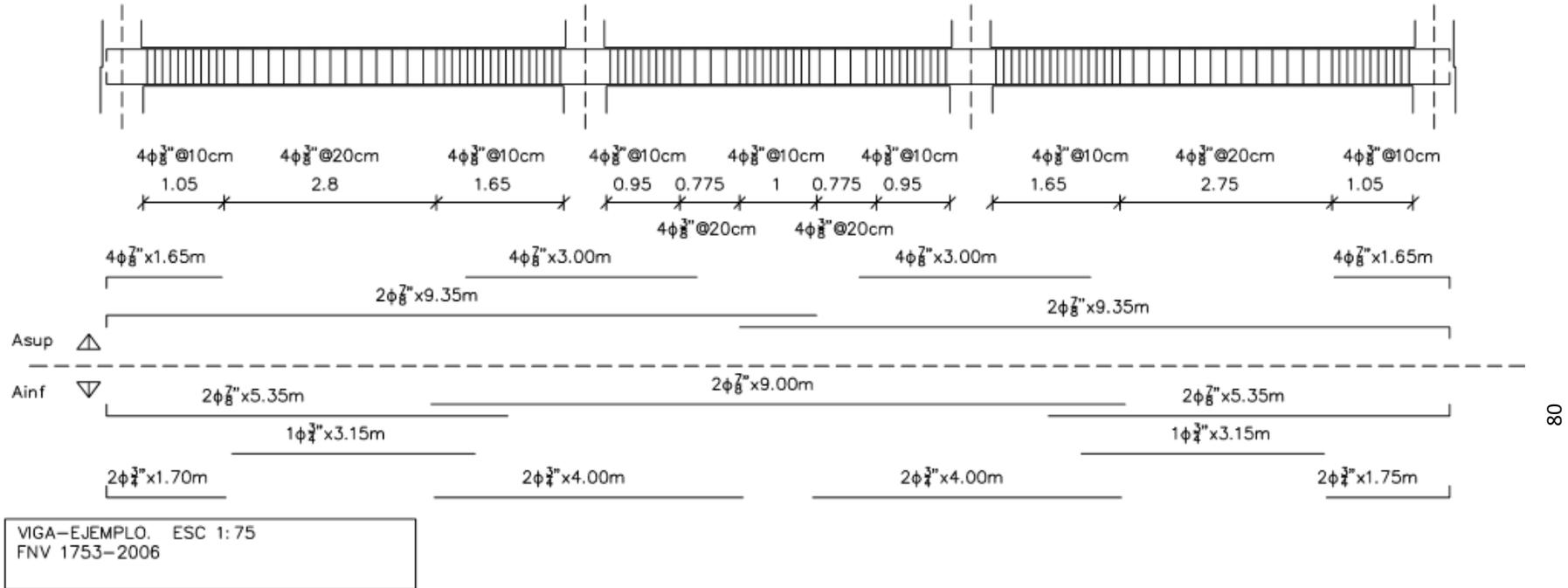


Fig. 30. Detallado de una viga según el reglamento FNV 1753-2006.

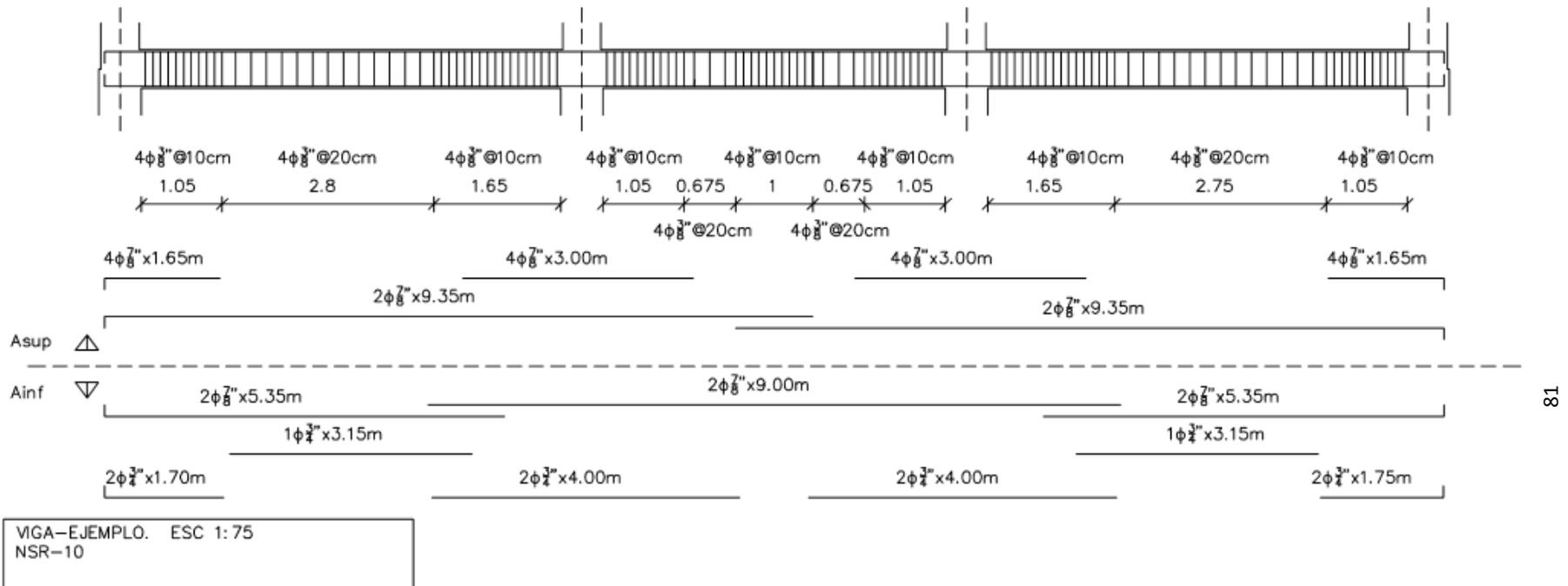


Fig. 31. Detallado de una viga según el reglamento NSR-10.