

**EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DEL CAMBIO DE LA NORMA
NSR- 98 A NSR-10 EN LA CONSTRUCCION DE UNA EDIFICACION DE
VIVIENDA**

CINDY DAYANNE RODRIGUEZ MOLINA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA

2015

**EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DEL CAMBIO DE LA NORMA
NSR- 98 A NSR-10 EN LA CONSTRUCCION DE UNA EDIFICACION DE
VIVIENDA**

CINDY DAYANNE RODRIGUEZ MOLINA

Proyecto de grado en la modalidad de investigación para optar el título de
Ingeniera civil

Director:
Gustavo Chio Cho
M.Sc, Ph.D Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA

2015

DEDICATORIA

A DIOS que siempre ha sido mi guía y fortaleza en los tiempos difíciles

A mis padres por todo su amor, dedicación y sacrificio.

A mi especial e incondicional madre que siempre me brinda su apoyo y comprensión a pesar de las circunstancias.

A mi hermosa hija Nahiara, mi motor, que con sus travesuras me acompaña en la finalización de este proceso.

A Javier, mi compañero, amigo y gran amor por sus consejos paciencia, compañía y el apoyo que me brinda para culminar esta etapa y con la que daremos inicio a otra.

A mis hermanos, familia y amigos que celebran conmigo este nuevo logro.

Cindy Dayanne Rodríguez Molina

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	16
1. OBJETIVOS.....	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
2. MARCO TEORICO	19
3. MARCO HISTORICO.....	21
3.1. DISEÑO SISMORESISTENTE	21
3.2. SOLICITACIONES SISMICAS.....	23
3.3 MATERIALES ESTRUCTURALES	24
3.3.1 Concreto	24
3.3.2 Acero.....	25
4. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	27
4.1. PARÁMETROS NSR-98	29
4.2. PARÁMETROS NSR-10	31
4.3. CLASIFICACION DE SUELOS NSR-98	32
4.4. CLASIFICACION DE SUELOS NSR-10	34
4.4.1 Definicion de Valores Fa y Fv	35
4.5. COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	36

4.6. FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE.....	38
5. ESPECTRO DE DISEÑO (A.2.6).....	39
5.1. SEGÚN NSR-98	39
5.2. SEGÚN LA NSR-10	41
6. MODELAMIENTO.....	43
6.1 PARÁMETROS GEOMÉTRICOS.....	44
6.2. DATOS DE ENTRADA (NSR-98 Y NSR-10)	46
6.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE ..	48
6.4.1. FHE NSR-10	48
6.4.2. FHE NSR-98.....	49
7. ANALISIS DE RESULTADOS.....	51
7.1. COMPARACION FUERZAS HORIZONTALES	51
7.2. ESPECTRO ELASTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO.....	52
7.3. CONTROL DE DERIVAS.....	53
8. DISEÑO DE ELEMENTOS	54
8.1 CANTIDADES DE MATERIAL	57
8.2. VARIACION DE ESFUERZOS EN ELEMENTOS VERTICALES	58
9. CONCLUSIONES	60

10. ALGUNAS RECOMENDACIONES Y COMPARACIONES GENERALES	63
BIBLIOGRAFIA.....	65
ANEXOS.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fallas estructurales.....	23
Figura 2. Mezclado de concreto en obra.....	24
Figura 3. Grafica tensión - deformación para el acero.....	25
Figura 4. Acero estructural de refuerzo.....	26
Figura 5. Perfil S1 NSR-98 A.2-3 a.....	33
Figura 6. Perfil S2 NSR-98 A.2-3 b.....	33
Figura 7. Perfil S2 NSR-98 A.2-3 c.....	34
Figura 8. Perfil S2 NSR-98 A.2-3 d.....	34
Figura 9. Espectro elástico de diseño NSR-10.....	42
Figura 10. Modelo Tridimensional (ETABS).....	43
Figura 11. Configuración Estructural Planta piso tipo.....	45
Figura 12. Corte típico de placa para piso tipo.....	46
Figura 13. Modelo tridimensional de la estructura (ETABS).....	47
Figura 14. Distribución general de elementos piso tipo (Etabs).....	54
Figura 15. Configuración de vigas general de elementos piso tipo (Etabs) para NSR.10 Y NSR.98.....	55
Figura 16. Configuración y distribución general para columnas (Etabs) para NSR.10 Y NSR.98.....	56
Figura 17. Distribución y localización de Columnas NSR-10 y NSR-98.....	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Zona de amenaza sísmica según capacidad de disipación de energía ...	28
Tabla 2. Nivel de amenaza sísmica por capitales (NSR-98).....	29
Tabla 3. Nivel de amenaza sísmica por capitales (NSR-10).....	31
Tabla 4. Valores coeficiente de sitio NSR-98.....	32
Tabla 5. Clasificación perfiles de suelo (NSR-10 A.2.4-1)	35
Tabla 6. Grupo de Uso y Coeficiente de importancia (NSR-98)	36
Tabla 7. Grupo de Uso y Coeficiente de importancia (NSR-10)	36
Tabla 8. Área total de placas para el análisis	44
Tabla 9. Definición de altura de placa.....	44
Tabla 10. Definición de dimensionamiento de elementos estructurales Principales NSR-10	46
Tabla 11. Definición de dimensionamiento de elementos estructurales Principales NSR-98.	46
Tabla 12. Características de los Materiales empleados para el modelo	47
Tabla 13. Comparación de perfiles del suelo Nsr-98 y Nsr-10.....	48
Tabla 14. Análisis FHE para NSR-10.....	48
Tabla 15. Análisis FHE NSR-98.....	49
Tabla 16. Resumen de las fuerzas horizontales por piso aplicada a cada modelo según la norma correspondiente.....	49
Tabla 17. Porcentaje de variación de fuerza según la altura de la estructura.....	51
Tabla 18. Periodos de vibración Nsr-10 y Nsr-98	52
Tabla 19. Control de derivas en direccion X.	53
Tabla 20. Control de derivas en direccion Y.	53
Tabla 21. Resumen de Cantidades de concreto y acero para las vigas del análisis NSR-10 Y NSR-98	57
Tabla 22. Resumen de Cantidades de concreto y acero para las vigas del análisis NSR-10 Y NSR-98	58

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Porcentaje de variación de fuerza según la altura de la estructura	51
Grafica 2. Espectro elástico de aceleraciones Nsr-10 Vs. Nsr-98, bajo condiciones de suelo tipo C y perfil S2 respectivamente.....	52

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Calculo de S_a para el espectro de aceleraciones para un periodo de vibración dado. (NSR-98)	39
Ecuación 2. Calculo T_c y S_a para periodos cortos. (NSR-98 A.2.6)	40
Ecuación 3. Calculo T_l y S_a para periodos largos. (NSR-98 A.2.6)	40
Ecuación 4. Calculo S_a para periodos diferentes al fundamental. (NSR-98 A.2.6.4)	40
Ecuación 5. Espectro elástico de diseño NSR-98.....	40
Ecuación 6. Calculo de S_a para el espectro de aceleraciones para un periodo de vibración dado. (NSR-10)	41
Ecuación 7. Calculo T_c y S_a para periodos cortos. (NSR-10)	41
Ecuación 8. Calculo T_l y S_a para periodos largos. (NSR-10)	41
Ecuación 9. Calculo T_o y S_a para periodos diferentes al fundamental. (NSR-10)	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Mapa de Nivel de amenaza sísmica para (NSR-98 y NSR-10).....	66
ANEXO B. Coeficientes para definir Coeficientes Fa, Fv.....	67
ANEXO C. Fuerza Horizontal equivalente NSR-98 y NSR-10	68
ANEXO D. COMBINACIONES DE CARGA NSR-98 Y NSR-10	73
ANEXO E. INGRESO DE DATOS AL PROGRAMA	74
ANEXO F. ANALISIS DE CARGAS PARA DISEÑO NSR-10 Y NSR-98.....	78
ANEXO G. APLICACIÓN DE FUERZAS AL MODELO	80
ANEXO H. COMBINACIONES DE CARGA.....	82
ANEXO I. DISEÑO ELEMENTOS.....	85
ANEXO J. DISEÑO ELEMENTOS NSR-98.....	94
ANEXO K. CANTIDADES DE MATERIAL	101

RESUMEN

TITULO: EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DEL CAMBIO DE LA NORMA NSR-98 A NSR-10 EN LA CONSTRUCCION DE UNA EDIFICACION DE VIVIENDA

AUTOR: CINDY DAYANNE RODRIGUEZ MOLINA

PALABRAS CLAVE:

Análisis de cargas, Análisis sísmico, Fuerza horizontal equivalente, modelamiento estructural, Diseño estructural.

CONTENIDO:

En el presente documento se analiza el impacto económico que dio a lugar el cambio de norma colombiana de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98 a NSR-10 sobre una edificación de vivienda de 12 pisos de concreto reforzado, sistema de pórticos y tipo de uso residencial con concreto de 21 Mega pascuales para el área metropolitana de Bucaramanga usando un suelo de perfil tipo C, para este estudio se realizó el análisis de forma independiente para cada estructura con el fin de encontrar las diversas variaciones a nivel dinámico y estructural según solicitaciones de cargas aplicadas que depende de los parámetros principales como uso y ubicación, teniendo en cuenta que este tipo de estructuras son las más comunes y construidas en la ciudad.

Para el análisis de esta estructura se utilizó un software de diseño estructural, (ETABS V.9.5.0) con el que se realizara un modelo para cada edificio aplicando la norma respectiva a cada uno de ellos, de este modo facilitar el análisis de resultados, y conocer así el comportamiento a nivel dinámico y estructural de las edificaciones además del esfuerzo y solicitaciones que requieren los elementos a nivel de diseño.

Los datos que arrojará el modelo serán de vital importancia para el resultado final que se busca obtener.

*Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánica - Escuela de Ingeniería civil-Director Gustavo Chio Cho

ABSTRACT

TITLE: EVALUATION OF THE ECONOMIC IMPACT OF CHANGING THE NORM NSR-98 TO NSR-10 IN A HOUSING BUILDING

AUTHOR: CINDY DAYANNE RODRIGUEZ MOLINA

KEYWORDS:

Load analysis, seismic analysis, equivalent force horizontal, structural model, structural design.

CONTENT

The present document is analyzed the economic impact of the change in the Colombian norm of design and construction earthquake-resistant NSR-98 to NSR-10 on housing edification twelve stories reinforced concrete, frame system and residential use with concrete 21 MPA for Bucaramanga metropolitan area, using a type C soil profile, for this study it realized analysis for each structure independent in order to find the different dynamics and structural variations, according load solicitations applied depends on the main parameters as use and location, given that these structures are the most common and built in the city.

For the analysis of this structure was used structural design software (V.9.5.0 ETABS) with which facilitate the analysis of results, so we can know the behavior, stress and solicitations that require the elements in the design.

The data generated by the model will be of vital importance to the end result

*Graduate Thesis

** Faculty of Mechanical Engineering Physics- School of Civil Engineering- Chief Engineer Gustavo Chio Cho

INTRODUCCION

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

Gracias a los grandes avances en la tecnológica, el crecimiento de la población, y el constante cambio del mundo ha sido necesario el estudio continuo de la optimización de los recursos naturales y económicos del mundo moderno.

La gran expansión y carrera infinita hacia nuevos diseños, materiales, conceptos y procesos nos guía y direcciona hacia un sistema de infraestructura radical, sostenible, y seguro; un amplio sector de la economía como lo es el de la construcción que ha presentado numerosos cambios respecto a la forma de diseñar y técnicas de construir implica un impacto financiero, siendo este de gran importancia respecto a factores como calidad, costo de materiales, mano de obra, sostenibilidad y factibilidad en los recursos necesarios para el mismo.

Hoy el reglamento Colombiano de construcción sismo resistente ha tenido grandes modificaciones, estos cambios se han realizado con la finalidad de mejorar múltiples aspectos en la operación y calidad del diseño estructural, actualmente se tiene en cuenta que el 87% por ciento de la población colombiana habita en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia, lo cual ha hecho que el reglamento anterior, conocido como NSR-98 fuese actualizado y remplazado por el nuevo reglamento Colombiano de construcción NSR-10, esta norma tiene el propósito de que ahora y en un futuro se garantice el salvaguardar las vidas humanas, y se dispongan de mecanismo para minimizar la vulnerabilidad de nuestras construcciones especialmente ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

Siguiendo con el paralelo de comparación y sabiendo que el costo de la construcción varía para cada ciudad en Colombia, se quiere determinar y

cuantificar el impacto económico que se genera por la implementación de la nueva norma de diseño sísmo resistente NSR-10 para una edificación de vivienda de 12 pisos en concreto reforzado en el área metropolitana de Bucaramanga, realizando el diseño tanto para la norma anterior (NSR-98) y la nueva norma NSR-10, para así realizar un análisis comparativo y determinar qué cambios a nivel dinámico y estructural influyeron en el aspecto económico de cada diseño.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar el diseño de una edificación de vivienda en la ciudad de Bucaramanga según la norma NSR-98 con respecto a la diseñada por la norma NSR-10 mediante un software de diseño estructural.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Comparar los diversos elementos estructurales principales de una edificación de vivienda en la ciudad de Bucaramanga siguiendo la norma NSR-98 Y NSR-10.

Comparar la variación de los niveles de deformaciones y esfuerzos en los diversos elementos de la estructura.

Comparar la variación de las cantidades y variación de costos de concreto reforzado y acero de refuerzo.

2. MARCO TEORICO

Cualquier tipo de proyecto se inicia con la identificación de una necesidad que requiere algún tipo de construcción para ser satisfecha y con la realización del estudio socioeconómico que demuestre su factibilidad.

La seguridad en una edificación es el factor más importante, y está relacionado con la capacidad de la estructura para resistir las cargas o solicitaciones máximas posibles que puedan ocurrir sobre su vida útil, sin incurrir en daños excesivos o en el colapso parcial o total de la edificación¹.

En una edificación o estructura hay varios tipos de funcionalidad, las más importantes son la *arquitectónica* y la *estructural*.

La funcionalidad arquitectónica está ligada a su función misma como edificio y a sus aspectos estéticos, este sujeto a creación, distribución y formación de espacios agradables con la finalidad de crear un ambiente positivo para la comunidad o usuarios al cual va enfocado y harán uso del mismo.

La funcionalidad estructural, por su lado se encarga de las limitaciones por las deformaciones, fisuramiento y vibraciones de los elementos estructurales, de ello depende que la estructura durante su servicio no pierda su valor porque se considere poco confortable y lo más importante, insegura.

En este tipo de funcionalidad se representa la respuesta de la edificación durante su periodo de vida sometida a cargas o solicitaciones normales.

¹ ROBERTO ROCHEL AWAD, Análisis y diseño Sísmico de Edificios, primera edición. FONDO EDITORIAL UNIVERSIDAD EAFIT, 2006

Por otro lado la conformación de una edificación, el detallado arquitectónico y estructural son factores importantes y determinantes en el comportamiento e influyen en la forma como las fuerzas sísmicas se distribuyen en su altura y en la interacción de los miembros.

Además la factibilidad económica de una edificación no solo depende de las condiciones, localización, materiales y característica de los materiales a emplear, y el capital a invertir, sino también de su importancia (socio económica-cultural) a quien ira dirigida.

3. MARCO HISTORICO

Teniendo en cuenta que el 87% por ciento de la población colombiana se encuentra en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia, con el auspicio del Fondo Nacional de Calamidades, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, desde comienzos de la década de 1990, y con la participación de un muy amplio número de asociaciones gremiales, profesionales de la construcción y funcionarios de las entidades del Estado relacionadas con el tema; logró concluir las labores de actualización de primera reglamentación sismo resistente nacional realizada por medio del decreto 1400 de 7 de junio de 1984, esta primera actualización del reglamento de diseño y construcción sismo resistente fue expedida por parte del Congreso de la República en la Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y por parte del Gobierno Nacional del Decreto 33 del 9 de Enero de 1998².

Esta primera actualización que se realizó en conjunto corresponden a la norma colombianas de diseño y construcción sismo resistente, NSR-98.

Esta última norma actualizo y reemplazo la primera normativa sismo resistente del país, no obstante se realizó una segunda actualización correspondiente al reglamento NSR-10, expedido por medio del decreto 926 del 19 de marzo de 2010, que es la versión actual aprobada para el diseño sismo resistente en nuestro país.

3.1. DISEÑO SISMORESISTENTE

En países donde el riesgo sísmico es alto como en los países ubicados en el cinturón del pacifico, para nuestro caso específico (Bucaramanga-Santander) el

1. ² Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica-AIS, Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente NSR-10 decreto 926 de marzo 19 del 2010, 3R Editores, 2010

diseño apropiado para resistir cargas provocadas por terremotos o sismos de gran importancia en cualquier tipo de edificación. No sobra recordar que tan solo con dos excepciones, las víctimas humanas que se presentan durante los sismos, en su gran mayoría están asociadas con problemas en las construcciones, Las excepciones corresponden a víctimas producidas ya sea por avalanchas disparadas por el evento sísmico, o bien por la ola marina producida por un sismo que ocurre costa afuera, lo que se denomina Tsunami.

Los siguientes son criterios de diseño que permiten definir la acción sísmica

1. Las estructuras deben resistir en el rango lineal elástico aquellos sismos de intensidad reducida durante su vida útil.
2. La estructura debe resistir sin daños significativos aunque admitiendo que se podrá comportar de manera no lineal todos aquellos sismos de intensidad moderada que ocurra durante su vida útil. En este se permite algún fisuramiento a flexión, o fallas en los elementos no estructurales cuya reparación sea rápida, económica y factible.
3. La estructura debe resistir un rango de sismo severo no lineal que ocurra una vez en su lapso de vida útil. Aquí se admiten daños significativos en los elementos estructurales sin llegar al colapso de la misma, esto es de vital importancia para la supervivencia humana, como hospitales, centros médicos, plantas de energía, agua etc³.

³ ROBERTO ROCHEL AWAD, Análisis y diseño Sísmico de Edificios, primera edición. FONDO EDITORIAL UNIVERSIDAD EAFIT, 2006

Figura 1. Fallas estructurales



Fuente: <http://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2012/12/sismo-peru.jpg> (consultado 2013)

3.2. SOLICITACIONES SISMICAS

El objeto de cualquier tipo de edificación es crear espacios en los que se viva y trabaje en condiciones adecuadas de seguridad y confort, para esto la estructura debe:

1. Resistencia para soportar la combinación de efectos producidos por cargas verticales, sismos viento, entre otros.
2. Rigidez para que las deformaciones bajo esos efectos no sean excesivas y se reduzcan los daños en elementos estructurales y no estructurales además de brindarle a los ocupantes seguridad.
3. Ductilidad suficiente para que en llegado caso las cargas del sismo lleguen a pasar los valores de diseño, la estructura se deforme inelásticamente sin llegar al colapso total⁴.

⁴ ROBERTO ROCHEL AWAD, Análisis y diseño Sísmico de Edificios, primera edición. FONDO EDITORIAL UNIVERSIDAD EAFIT, 2006

3.3 MATERIALES ESTRUCTURALES

En nuestro mundo moderno son muchas y numerosas las estructuras construidas en concreto reforzado, el cual tiene la propiedad de amoldarse para lo que se necesite y este ha sido uno de los materiales más usados y estudiados por la ingeniería, por otro lado está el acero que junto con el concreto crean un material altamente favorable a diferentes solicitaciones y ofreciendo muy buenas características a compresión, fuego, moldeabilidad, entre otros. Manejando de manera adecuada la posición y cuantía del refuerzo, se puede lograr un comportamiento notablemente dúctil en elementos sometidos a flexión.

3.3.1 Concreto

El concreto es una mezcla de cemento, grava, arena, agua y una pequeña porción de aire, este cuando endurece da como resultado un material similar a una roca de alta resistencia a la compresión pero baja a la tensión, es común que a esta mezcla se le agreguen aditivos que mejoran sus propiedades y comportamiento.

Figura 2. Mezclado de concreto en obra.



Fuente: <http://deconceptos.com/general/concreto> (consulta 2012)

La calidad del concreto depende gran medida de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado.

Para reducir la baja resistencia que ofrece el concreto a la tensión, se realiza la colocación de acero de refuerzo, dando como resultado un material relativamente de bajo costo, ofreciendo resistencia y respondiendo a diferentes sollicitudes como efectos del clima, agua o fuego.

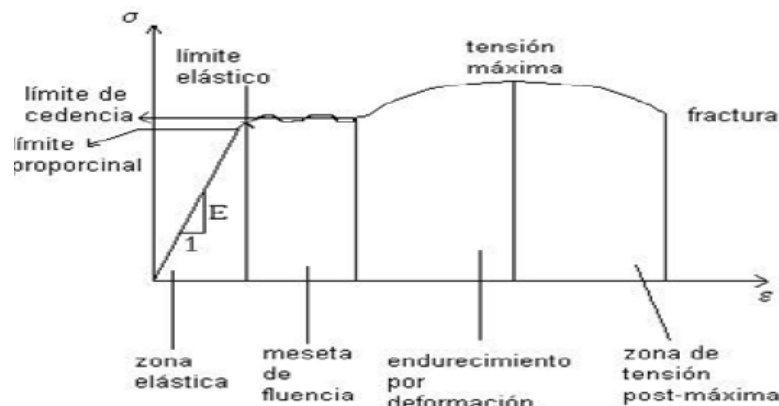
3.3.2 Acero

El acero es una aleación en caliente de carbono con hierro y otras aleaciones, en presencia de carbono el hierro adquiere unas características de dureza y resistencia, la conducta del acero es lineal y elástica hasta la fluencia.

Estructuralmente es aprovechado en el concreto reforzado y pres forzados debido a su resistencia a tensión.

Algunas de las propiedades del acero son la elasticidad, resistencia al desgaste, tenacidad, dureza entre otros.

Figura 3. Grafica tensión - deformación para el acero



Fuente: <http://elymartinezaia.blogspot.com.co/2014/07/procesos-de-conformado-de-los-metales.html> (consulta 2012)

Figura 4. Acero estructural de refuerzo



Fuente: <http://www.globalimpe.com/index.php?langid=1&cat=87> (consulta 2012)

4. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

El diseño y construcción de una edificación sometida al reglamento debe llevarse a cabo las diferentes etapas de los estudios, construcción y supervisión técnica, tenemos

- Estudios geotécnicos: se debe realizar una exploración del subsuelo en el lugar que se va a construir la edificación, para esto por medio de ensayos de laboratorio, los resultados obtenidos serán base para los siguientes procedimientos de diseño como los que se usaran en la cimentación y obras de contención.
- Diseño arquitectónico: el proyecto arquitectónico debe cumplir la reglamentación urbana vigente
- Diseño estructural: debe ser realizado por un ingeniero civil facultado para este fin, la estructura diseñada debe ser resistente, rígida y adecuada según e uso.

Para esta sección tendremos en cuentas el procedimiento general de diseño para la NSR-98 y NSR-10

El empleo de elementos y sistemas estructurales en las diferentes zonas de amenaza sísmica se restringe de acuerdo con esta capacidad de disipación de energía en el rango inelástico, así:

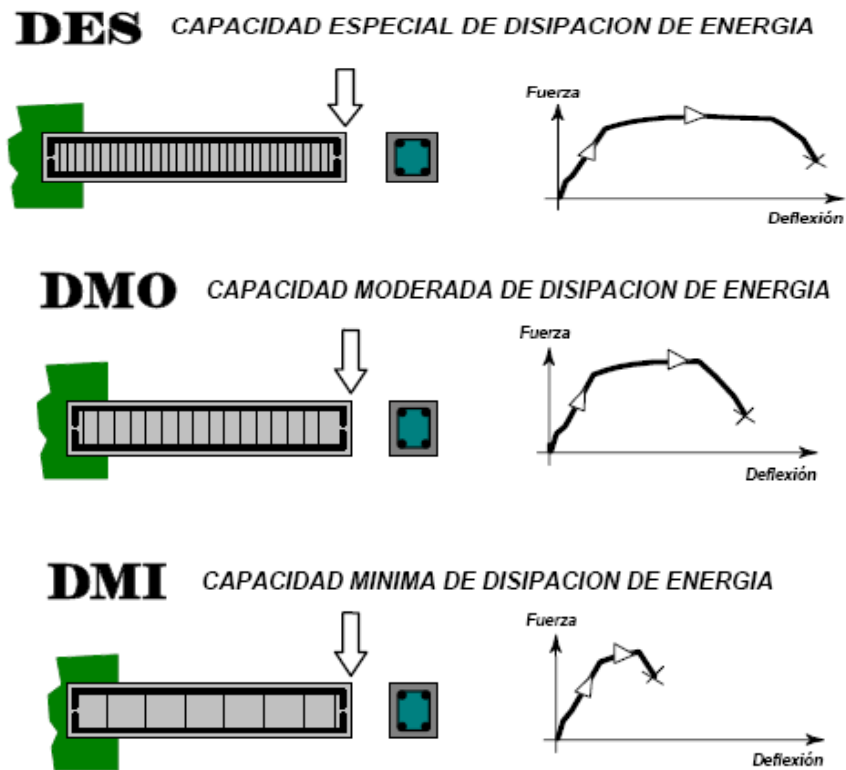
Tabla 1. Zona de amenaza sísmica según capacidad de disipación de energía

CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ENERGÍA	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA		
	BAJA	INTERMEDIA	ALTA
<i>MINIMA</i> DMI	✓	no	no
<i>MODERADA</i> DMO	✓	✓	no
<i>ESPECIAL</i> DES	✓	✓	✓

Fuente: Norma sismo resistente NSR-10

Características de la estructuración y del material estructural empleado

Figura 5. Capacidad de disipación de energía



Fuente: Norma sismo resistente NSR-10

Estos son los pasos para el procedimiento de diseño según las normas NSR-98 y NSR-10 (A.1.3)

Paso 1- predimensionamiento: definición del sistema estructural, dimensiones tentativas para evaluar preliminarmente diferentes solicitaciones como la masa de la estructura, cargas muertas y vivas, efectos por sismo y viento.

Paso 2- Evaluación de las solicitaciones definitivas: teniendo las dimensiones de los elemento, se procede a evaluar las solicitaciones que puedan afectar la estructura como masa, peso propio, viento, cargas estructurales y no estructurales además de efectos que puedan ocurrir por acción del suelo.

Pasó 3-Obtención del nivel de amenaza sísmica y valores según mapas de zonificación: para este caso el nivel de amenaza sísmica es igual en ambas normas, aquí se debe localizar un lugar donde se construirá la edificación (según mapas de zonificación). Ver ANEXO 1

Los valores según el mapa son diferentes en las normas NSR-98 y NSR-10 ya que en esta última se incluye un nuevo parámetro.

4.1. PARÁMETROS NSR-98

Tabla 2. Nivel de amenaza sísmica por capitales (NSR-98)

Ciudad	Aa	Nivel de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	Alta
Barranquilla	0.1	Baja
Bogotá D.C.	0.2	Intermedia
Bucaramanga	0.25	Alta
Cali	0.25	Alta
Cartagena	0.1	Baja
Cúcuta	0.3	Alta
Florencia	0.2	Intermedia
Ibagué	0.2	Intermedia
Leticia	0.05	Baja
Manizales	0.25	Alta
Medellín	0.2	Intermedia
Mitú	0.05	Baja
Mocoa	0.3	Alta
Montería	0.15	Intermedia
Neiva	0.3	Alta
Pasto	0.3	Alta
Pereira	0.25	Alta

Popayán	0.25	Alta
Puerto Carreño	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	Baja
Quibdó	0.3	Alta
Riohacha	0.15	Intermedia
San Andrés Isla	0.1	Baja
Santa Marta	0.15	Intermedia
San José del Guaviare	0.1	Baja
Sincelejo	0.15	Intermedia
Tunja	0.2	Intermedia
Valledupar	0.1	Baja
Villavicencio	0.3	Alta
Yopal	0.2	Intermedia

Fuente: Norma sismoresistente NSR-98

ZONA DE AMENAZA SISMICA BAJA - Es el conjunto de lugares en donde **Aa** es menor o igual a 0.10.

ZONA DE AMENAZA SISMICA INTERMEDIA - Es el conjunto de lugares en donde **Aa** es mayor de 0.10 y no excede 0.20.

ZONA DE AMENAZA SISMICA ALTA - Es el conjunto de lugares en donde **Aa** es mayor que 0.20

4.2. PARÁMETROS NSR-10

Tabla 3. Nivel de amenaza sísmica por capitales (NSR-10)

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

Fuente: Norma sismoresistente de diseño NSR-10

ZONA DE AMENAZA SISMICA BAJA - Es el conjunto de lugares en donde tanto A_a como A_v son menores o iguales a 0.10.

ZONA DE AMENAZA SISMICA INTERMEDIA - Es el conjunto de lugares en donde tanto A_a o A_v o ambos, son mayores de 0.10 y ninguno excede 0.20.

ZONA DE AMENAZA SISMICA ALTA - Es el conjunto de lugares en donde tanto **Aa** o **Av** o ambos, son mayores que 0.20

Pasó 4- Movimientos sísmicos de diseño: deben definirse unos movimientos sísmicos de diseño en el lugar de la edificación.

- a. La amenaza sísmica para el lugar determinado según el paso 3, se expresa según los valores **Aa** y **Av** (NSR-10) o **Aa** (NSR-98) los cuales representan la aceleración pico.
- b. Las características de la estratificación del suelo subyacente en el lugar a través de los coeficientes de sitio (esto también varía según la norma)

4.3. CLASIFICACION DE SUELOS NSR-98

Los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse con base a los perfiles del suelo dados a continuación, independientemente del tipo de cimentación empleado.

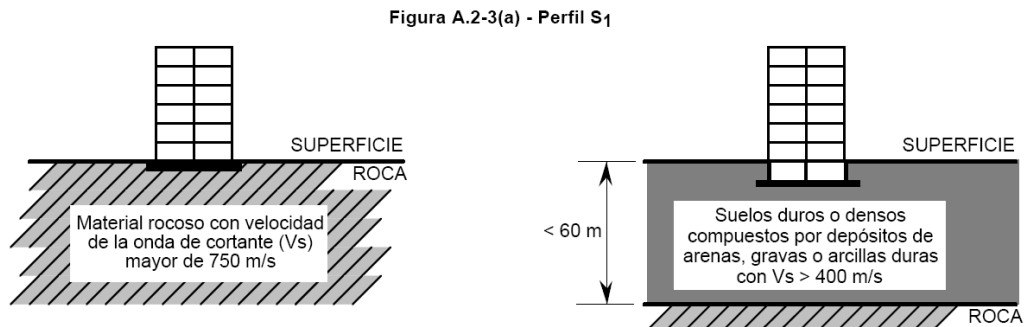
Tabla 4. Valores coeficiente de sitio NSR-98

Tipo de Perfil de Suelo	Coeficiente de Sitio, s
S ₁	1.0
S ₂	1.2
S ₃	1.5
S ₄	2.0

Fuente: Norma sismoresistente NSR-98

S1: Compuesto hasta la superficie por roca de cualquier característica, onda de cortante mayor o igual a 750 metros por segundo, o suelos duros o densos, con un espesor menor de 60m, compuestos por depósitos estables de arena, gravas o arcillas duras.

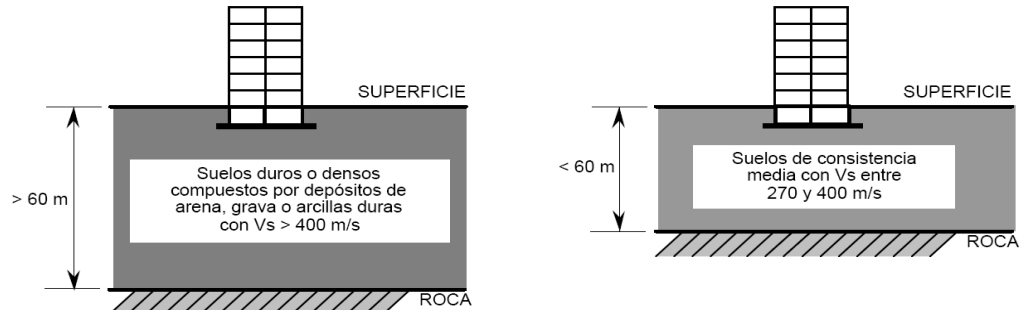
Figura 5. Perfil S1 NSR-98 A.2-3 a



Fuente: Norma sismoresistente NSR-98

S2: perfiles donde entre la roca y las superficie existen más de 60m con depósitos estables de arcilla dura o suelos no cohesivos, o perfiles donde la roca y la superficie hay menos de 60m con depósitos de suelos de consistencia media.

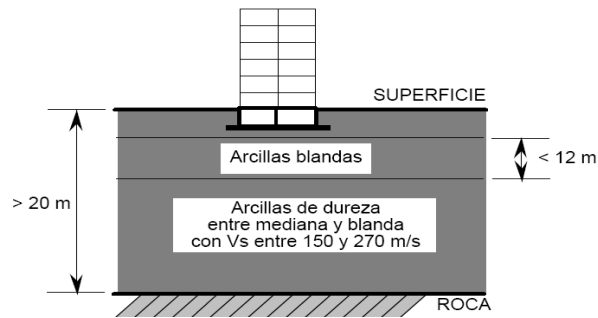
Figura 6. Perfil S2 NSR-98 A.2-3 b



Fuente: Norma sismoresistente NSR-98

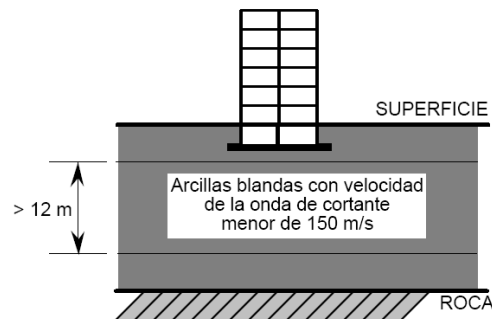
S3: perfil donde hay entre la roca y la superficie más de 20m con depósitos de arcillas cuya dureza varía entre media y blanda, o hay menos de 12 m de arcillas blandas.

Figura 7. Perfil S2 NSR-98 A.2-3 c



S4: es un perfil donde existe entre la roca y la superficie más de 12m con arcillas blandas y una velocidad de onda menor de 150 m/seg.

Figura 8. Perfil S2 NSR-98 A.2-3 d



Fuente: Norma sismoresistente NSR-98

4.4. CLASIFICACION DE SUELOS NSR-10

Se utilizan dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio **F_a** y **F_v**, los cuales afectan la zona del espectro de periodos cortos y periodos intermedios respectivamente. Es esta parte de la norma se define el tipo de perfil de suelo a 30m superiores a él.

Tabla 5. Clasificación perfiles de suelo (NSR-10 A.2.4-1)

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > \bar{v}_s
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) > \bar{s}_u
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente: Norma sismoresistente NSR-10

NOTA: para la clasificación del tipo de suelo se debe verificar si el suelo cae dentro de las categorías del suelo tipo F, si es así se debe realizar una investigación geotécnica particular

4.4.1 Definición de Valores Fa y Fv

(Ver ANEXO 2)

4.5. COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

La importancia de la edificación para la recuperación de esta tras la ocurrencia de un sismo, este llamado coeficiente de importancia varía según las normas en los dos grupos de uso más importantes

NSR-98

Tabla 6. Grupo de Uso y Coeficiente de importancia (NSR-98)

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.3
III	1.2
II	1.1
I	1.0

Fuente: Norma sismoresistente NSR-98

NSR-10

Tabla 7. Grupo de Uso y Coeficiente de importancia (NSR-10)

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Norma sismoresistente NSR-10

GRUPO I: Estructuras de ocupación normal.

GRUPO 2: Estructuras de ocupación especial como hospitales, clínicas, almacenes, centros comerciales, edificios gubernamentales etc.

GRUPO 3: Edificaciones de atención a la comunidad, estaciones de bomberos, defensa civil, policía, universidades, centros de enseñanza entre otros.

GRUPO 4: Edificaciones indispensables, estas deben funcionar durante y después del sismo, hospitales clínicas, aeropuertos, plantas de energía, telecomunicaciones etc.⁵

Paso 5- Características de la estructura y del material empleado: Se debe clasificar dentro de uno de los sistemas estructurales en lo que están: Sis. De muros de carga, Sis. Combinado, Sis. Pórtico etc. Y definir el tipo de material concreto o metálico.

Pasó 6- Grado de irregularidad en la estructura y procedimiento de análisis: análisis sísmico de la estructura de acuerdo con su regularidad o irregularidad tanto en planta como en altura.

Pasó 7- Fuerzas sísmicas: obtención de fuerzas sísmicas F_s , que deben aplicarse a la estructura.

Pasó 8- Analisis sísmico de la estructura: se lleva a cabo aplicando los movimientos sísmicos de diseño a un modelo matemático apropiado.

Pasó 9- Desplazamientos horizontales: evaluación de desplazamientos horizontales y relativos entre niveles contiguos (Derivas).

Pasó 10- Verificación de derivas: Se verifica que las derivas que se obtienen no excedan los límites dados en los capítulos A.6 (NSR-98 y NSR-10)

Pasó 11- Combinaciones de las diferentes solicitaciones: se tienen en cuenta las combinaciones para obtener las fuerzas internas de diseño de la estructura, por el método propio de cada material estructural de acuerdo a B.2 (NSR-98 y NSR-10)

⁵ NORMA SISMO RESISTENTE Nsr-10 y NSR-98

Pasó 12- Diseño de los elementos estructurales: una vez terminado lo anterior de acuerdo a los requisitos del sistema de resistencia sísmica y material utilizado, los elementos deben diseñarse y detallarse de acuerdo con los requisitos de capacidad de disipación de energía en el capítulo A.6 (NSR-98 y NSR-10) y para las condiciones más desfavorables obtenidas en las combinaciones.

4.6. FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

El método de la fuerza horizontal equivalente (F.H.E), es un método de análisis y diseño propuesto en la NSR-10 y NSR-98, en este método podemos obtener valores aproximados de las fuerzas sísmicas horizontales de diseño, en el proceso además se puede calcular el espectro elástico de diseño en el cual se representa mediante una gráfica de aceleración espectral Vs Periodo de la estructura. Con el cambio de norma, se cambió el procedimiento para la selección de algunos parámetros para el cálculo de dicho espectro.

Para el procedimiento de cálculo Según la NSR-98 y NSR-10 ver ANEXO 3.

5. ESPECTRO DE DISEÑO (A.2.6)

El espectro de diseño es la herramienta que permite diseñar las construcciones teniendo en cuenta las condiciones sismo-tectónicas regionales y las condiciones locales de las respuestas del subsuelo de fundación.

Desde el punto de vista económico resulta casi imposible diseñar todas las estructuras para que se comporten elásticamente durante terremotos fuertes, sin daños estructurales ni deformaciones permanentes. Es necesario considerar la disipación de energía al incursionar la estructura en el rango inelástico, en este caso las deformaciones inelásticas deben mantenerse dentro de límites que permitan a la estructura deformarse según su capacidad, considerando el daño no estructural asociado.

- **Espectro de aceleraciones:** la forma del espectro elástico de aceleraciones, S_a expresada en función de la gravedad, para un coeficiente de cinco (5%) de amortiguamiento crítico que se debe utilizar en el diseño

5.1. SEGÚN NSR-98

Ecuación 1. Cálculo de S_a para el espectro de aceleraciones para un periodo de vibración dado. (NSR-98)

$$S_a = \frac{1.2A_aSI}{T}$$

Para periodos de vibraciones menores a T_c :

Ecuación 2. Calculo T_c y S_a para periodos cortos. (NSR-98 A.2.6)

$$T_c = 0.48S \quad S_a = 2.5A_aI$$

Para periodos de vibración mayores que T_L

Ecuación 3. Calculo T_l y S_a para periodos largos. (NSR-98 A.2.6)

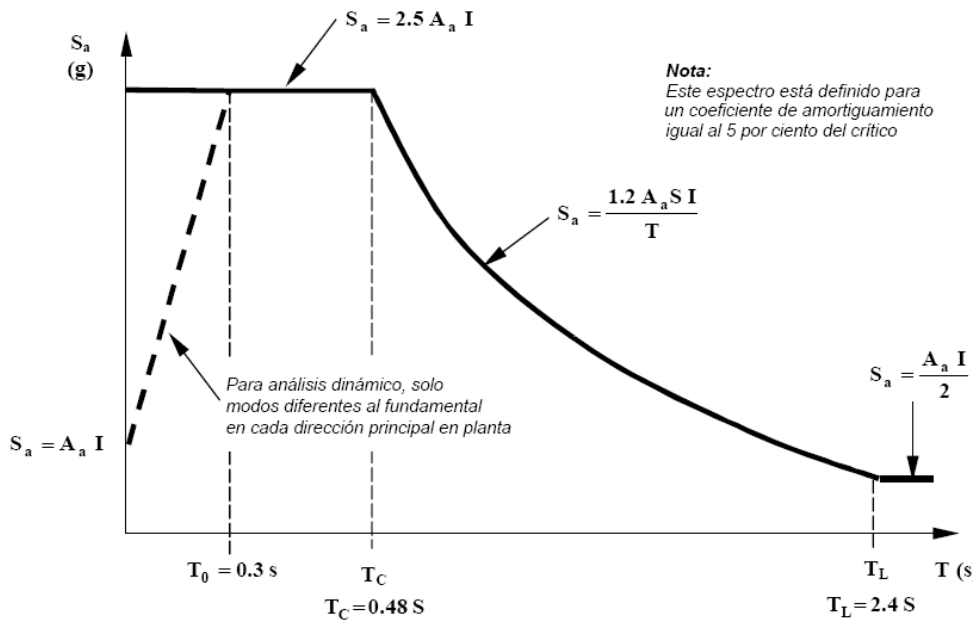
$$T_L = 2.4S \quad S_a = \frac{A_aI}{2}$$

Cuando se utilice el análisis dinámico, para periodos de vibración diferentes al fundamental, menores que $T_0=0.3$ s, el espectro puede obtenerse según

Ecuación 4. Calculo S_a para periodos diferentes al fundamental. (NSR-98 A.2.6.4)

$$S_a = A_aI(1.0 + 5.0T)$$

Ecuación 5. Espectro elástico de diseño NSR-98



Fuente: Norma sismoresistente NSR-10

5.2. SEGÚN LA NSR-10

Ecuación 6. Calculo de S_a para el espectro de aceleraciones para un periodo de vibración dado. (NSR-10)

$$S_a = \frac{1.2A_v F_v I}{T}$$

Para periodos de vibraciones menores a T_c

Ecuación 7. Calculo T_c y S_a para periodos cortos. (NSR-10)

$$T_c = 0.48 \frac{A_v F_v}{A_a F_a}$$

$$S_a = 2.5A_a F_a I$$

Para periodos de vibración mayores que T_L

Ecuación 8. Calculo T_L y S_a para periodos largos. (NSR-10)

$$T_L = 2.4F_v S_a = \frac{A_v F_v T_L I}{T^2}$$

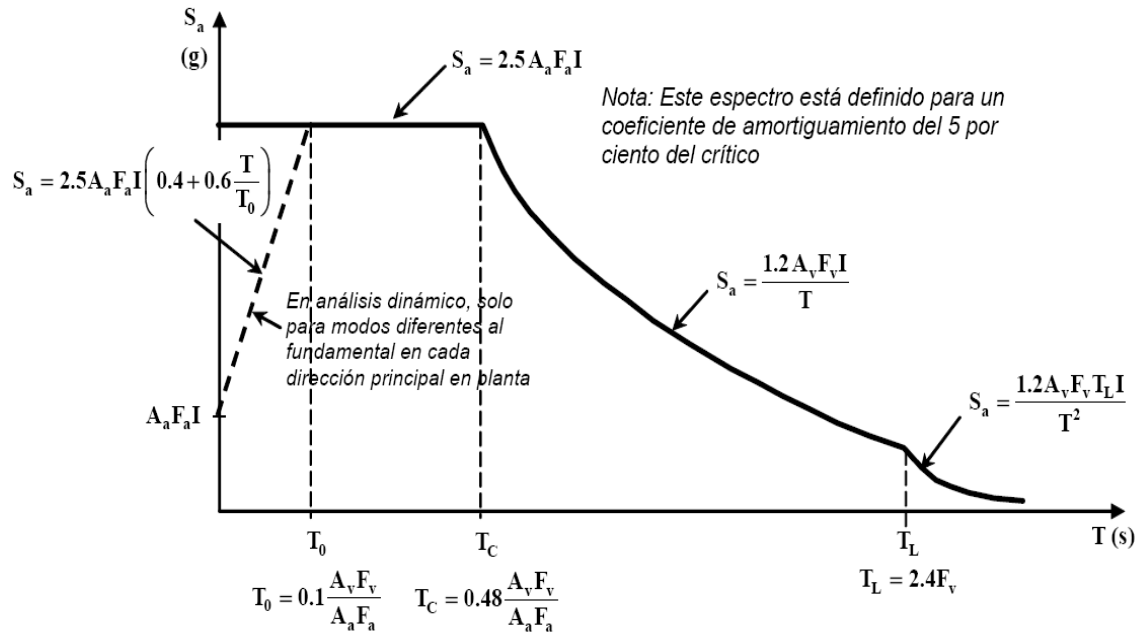
Cuando se utilice el análisis dinámico, para periodos de vibración diferentes al fundamental, menores que T_0 , el espectro puede obtenerse según

Ecuación 9. Calculo T_0 y S_a para periodos diferentes al fundamental. (NSR-10)

$$T_0 = 0.1 \frac{A_v F_v}{A_a F_a}$$

$$S_a = 2.5A_a F_a I \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0}\right)$$

Figura 9. Espectro elástico de diseño NSR-10



COMBINACIONES DE CARGA NSR-98 Y NSR-10 PARA SER UTILIZADAS EN LAS VERIFICACIONES USANDO EL METODO ESTADO LIMITE DE RESISTENCIA. (B.2.4 NSR-98 y NSR-10)

Combinaciones Básicas: Se deben tener en cuenta todas las combinaciones de carga, excepto cuando así se indique, el diseño se hará para la combinación que produzca el efecto más desfavorable en la edificación. VER ANEXO 4.

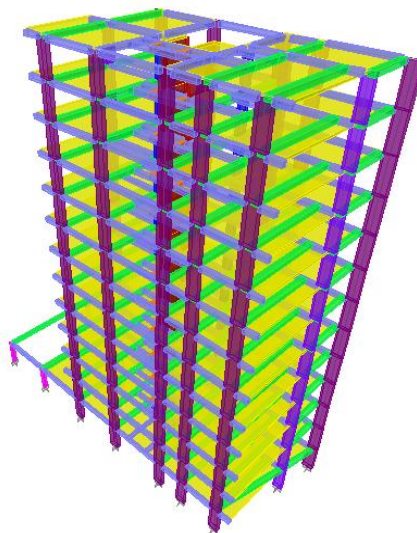
6. MODELAMIENTO

El proyecto consiste en una edificación de vivienda de 12 pisos con sistema aporticado, Ubicado en la ciudad de Bucaramanga con un suelo de perfil tipo C, una altura total de 33,00m, la altura de entrepiso es 2.75m el sótano y primer piso son zonas de parqueaderos, y en adelante apartamentos de uso residencial. Para el modelamiento de la edificación diseñada con la nsr-98 y nsr-10 se usó concreto de 21 Mpa. Se diseñó cada estructura de manera independiente hasta cumplir la máxima deriva para cada estructura, esto con el fin de obtener los resultados comparativos a nivel de cantidad de materiales, y otras variante como cortante, momentos y reforzamiento para los elementos más representativos.

Programa para análisis de estructuras (ETABS V.9.5.0)

Para poder llevar a cabo los respectivos análisis de la estructura usaremos la herramienta computacional ETABS, con la cual encontraremos los datos necesarios para poder cumplir con el objetivo planteado.

Figura 10. Modelo Tridimensional (ETABS)



6.1 PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

Debemos tener definida inicialmente nuestra planta estructural general para iniciar el modelamiento.

Tabla 8. Área total de placas para el análisis

Área de placas	
Cubierta	137.00
Piso tipo	144.00
Cant. piso tipo: 11	1584.00
Primer piso	207.00
Cimentación (SOTANO)	260.00
Suma de áreas de placas (m ²)	2188.0

Tabla 9. Definición de altura de placa

luz máxima [m]:		5,10
Espesores propuestos.(NSR-10 C.9.5.2 y NSR-98 C.9.5.2)	L/12	0.43
	L/18.5	0.28

Como resultado se propone manejar según la luz máxima de la estructura un espesor de 0,35[m]

Figura 11. Configuración Estructural Planta piso tipo.

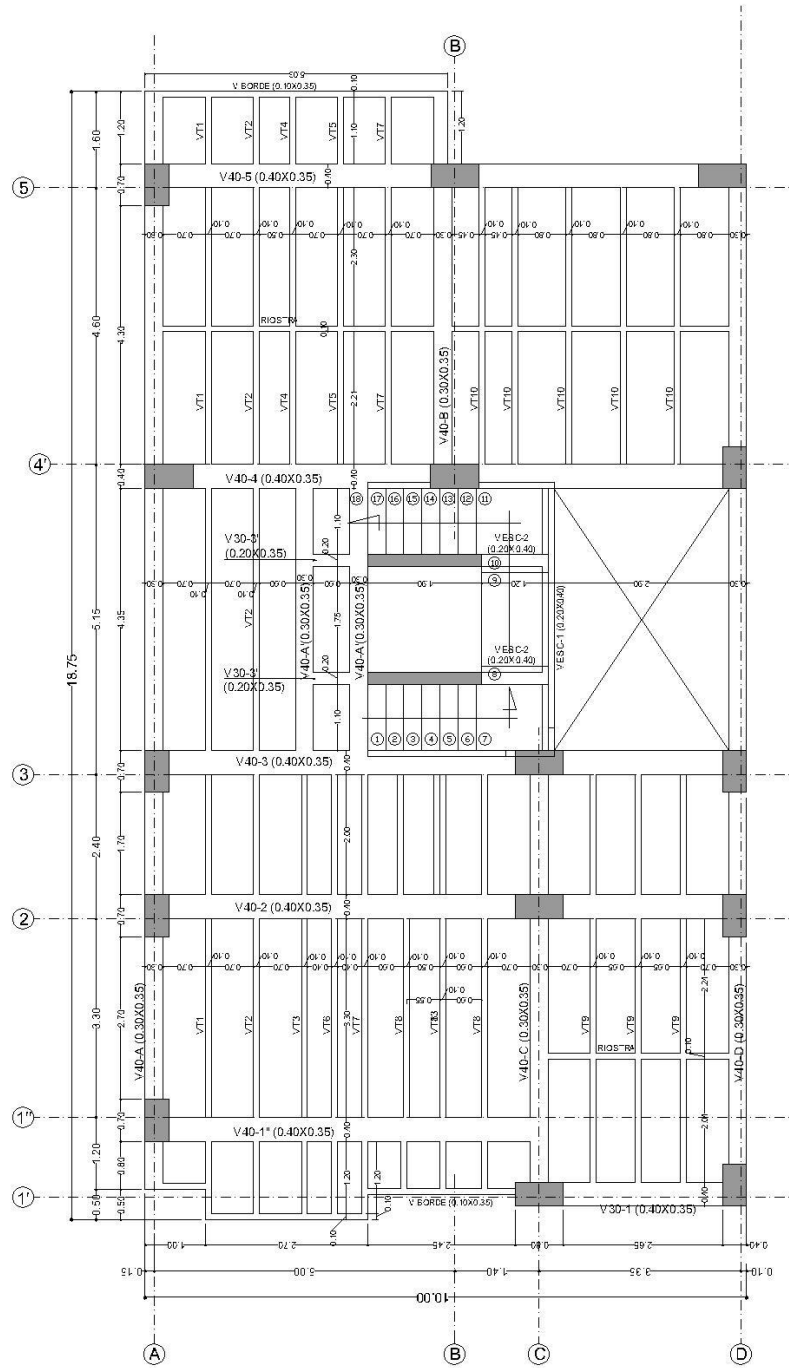
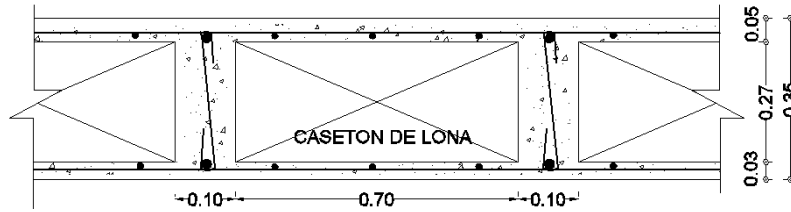


Figura 12. Corte típico de placa para piso tipo.



Para el dimensionamiento de los elementos se tuvo en cuenta las especificaciones de predimensionamiento propuestos en la norma, y las condiciones para estos.

Tabla 10. Definición de dimensionamiento de elementos estructurales Principales NSR-10

NSR-10	
VIGAS PRINC.	COLUMNAS
V30X35	C40X80
V40X35	C40X70

Tabla 11. Definición de dimensionamiento de elementos estructurales Principales NSR-98.

NSR-98	
VIGAS PRINC.	COLUMNAS
V30X35	C30X80
V40X35	C30X70

6.2. DATOS DE ENTRADA (NSR-98 Y NSR-10)

Para poder iniciar con la idealización de la estructura, se define las condiciones iniciales y las características de los materiales principales a utilizar, para esto se consideró:

Modulo Elástico del concreto, para agregado grueso de origen metamórfico.

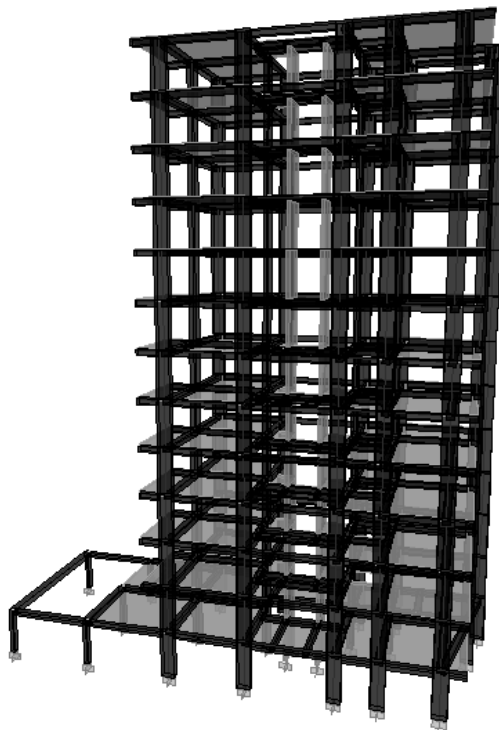
$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \text{ Mpa (NSR-10 C.8.5.1 Y NSR-98 C.8.5.4.1)}$$

Tabla 12. Características de los Materiales empleados para el modelo

Concreto:	peso	24	KN/m ³
	f'c	21	Mpa
	Ec	21538.10	Mpa
Acero:	Es	200000	MPa
	peso	7840	KN/m ³
	fy	420	MPa
Mampostería	peso	13	KN/m ³

Se realizan los datos de entrada como características de secciones materiales y otros en el software de diseño Etabs. Ver ANEXO 5. Para crear el modelo tridimensional.

Figura 13. Modelo tridimensional de la estructura (ETABS)



Para continuar con el modelo, se deben hacer los cálculos para el análisis de cargas y **fuerza horizontal equivalente**, datos que se ingresaran en los parámetros de análisis para el modelo. Ver ANEXO 6.

6.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

En este cálculo se tomaron en cuenta las variaciones de la FHE según los perfiles del suelo para cada una de las normas, y los parámetros que son determinantes para realizar el análisis de resultados más adelante.

La representación de este comparativo se analizara de esta forma.

Tabla 13. Comparación de perfiles del suelo Nsr-98 y Nsr-10

Tipo de Perfil NSR-98	Tipo de Perfil NSR-10
S1	A,B
S2	C
S3	D
S4	E,F

Nota: En el análisis correspondiente se hará para los perfiles s2 Y tipo C, aplicado a Nsr-98 y Nsr-10 correspondientemente. No se tendrá en cuenta otro tipo de perfiles.

6.4.1. FHE NSR-10

Tabla 14. Análisis FHE para NSR-10

METODO DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE NSR-10			
NSR-10 CAPITULO A.4			
ZONA DE AMENAZA SISMICA		ALTA	
PERFIL DEL SUELO		C	
Aa =	0,25	Av =	0,25
Fa =	1,15	Fv =	1,55
GRUPO DE USO		I	
I(coef. de importancia)		1,00	
DEFINICION DEL ESPECTRO DE DISEÑO			
To (s)	Tc (s)	TL (s)	
0,13	0,65	3,72	
ESTIMACION INICIAL DEL PERIODO			
h (m)	Ct (ver tabla)	α (ver tabla)	Cu
33,00	0,047	0,90	1,29
Ta (s)		1,13	
T (s) = Cu*Ta		1,45	
Sa		0,320	

V (Cortante Basal)	5992,6 KN
Irregularidad en planta (Φ_p)	1
Irregularidad en altura (Φ_a)	1
Factor de redundancia (Φ_r)	1
Factor de reduccion	1
Ro(Coef. Disip. Energía Básico)	7,00
R (Coef. Disipación de Energía)	7,00
K (Exponente relac. Con T)	1,48

6.4.2. FHE NSR-98

Tabla 15. Análisis FHE NSR-98

METODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE NSR-98		
ZONA DE AMENAZA SISMICA	ALTA	
Tipo de perfil del suelo	S2	
GRUPO DE USO	I	
I (Coef. Importancia)	1	
Aa	0,25	
S (Coef. Sitio)	1,2	
DEFINICION ESPECTRO DE DISEÑO		
To [s]	Tc [s]	TL [s]
0,36	0,576	2,88
ESTIMACION INICIAL DEL PERIODO		
H [m]	Ct	
33	0,08	
Ta [s]	1,13	
Sa	0,32	
V (Cortante Basal)	5713,7	KN
Irregularidad en planta (Φ_p)	1	
Irregularidad en altura (Φ_a)	1	
Redundancia	1	
Factor de reduccion	1	
Ro (Coef. Disip. Energía Básico)	7,00	
R (Coef. Disipación de Energía)	7,00	
K (Exponente relac. Con T)	1,00	

Tabla 16. Resumen de las fuerzas horizontales por piso aplicada a cada modelo según la norma correspondiente.

NIVEL	H [m]	hi [m]	NSR-10		NSR-98	
			F [KN]	E [KN]	F [KN]	E [KN]
N + 33,00	2,75	33,0	596,4	85,2	535,3	76,5
N + 30,25	2,75	30,3	1089,4	155,6	984,5	140,6
N + 27,50	2,75	27,5	946,3	135,2	868,4	124,1
N + 24,75	2,75	24,8	809,9	115,7	755,9	108,0
N + 22,00	2,75	22,0	680,5	97,2	647,3	92,5
N + 19,25	2,75	19,3	558,7	79,8	542,9	77,6

N + 16.50	2,75	16,5	444,9	63,6	443,2	63,3
N + 13.75	2,75	13,8	339,9	48,6	348,6	49,8
N + 11.00	2,75	11,0	244,4	34,9	259,8	37,1
N + 8.25	2,75	8,3	159,8	22,8	177,9	25,4
N + 5.50	2,75	5,5	87,8	12,5	104,3	14,9
N + 2.75	2,75	2,8	34,5	4,9	45,6	6,5
N 0.00			0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL			5992,6	856,1	5713,7	816,2

Una vez está listo el análisis de fuerza horizontal equivalente, se procede aplicar estas fuerzas en el centro de masa de cada piso según corresponda. VER ANEXO 7.

NOTA: PARA EL MODELAMIENTO SE CONSIDERARON NODOS RIGID0.
COMBINACIONES

Para las combinaciones de carga se tuvo en cuenta las siguientes

Según nsr-98: combinaciones de carga:

1.4D+1.7L (B.2.4 -1)

1.05D+1.28L+1.0E (B.2.4-4)

Según nsr-10: combinaciones de carga:

1.4 (D+L) (B.2.4-1)

1.2 (D+F+T)+1.6 (L+H)+0.5 (Lr ó G ó Le) (B.2.4-2)

1.2D+1.0E+1.0L (B.2.4-5)

De lo anteriores se usaron las combinaciones de carga correspondientes a cada estructura y se aplico según cada modelo. Ver ANEXO 8.

Se crean todas las combinaciones de carga correspondiente a cada modelo según la norma que corresponda.

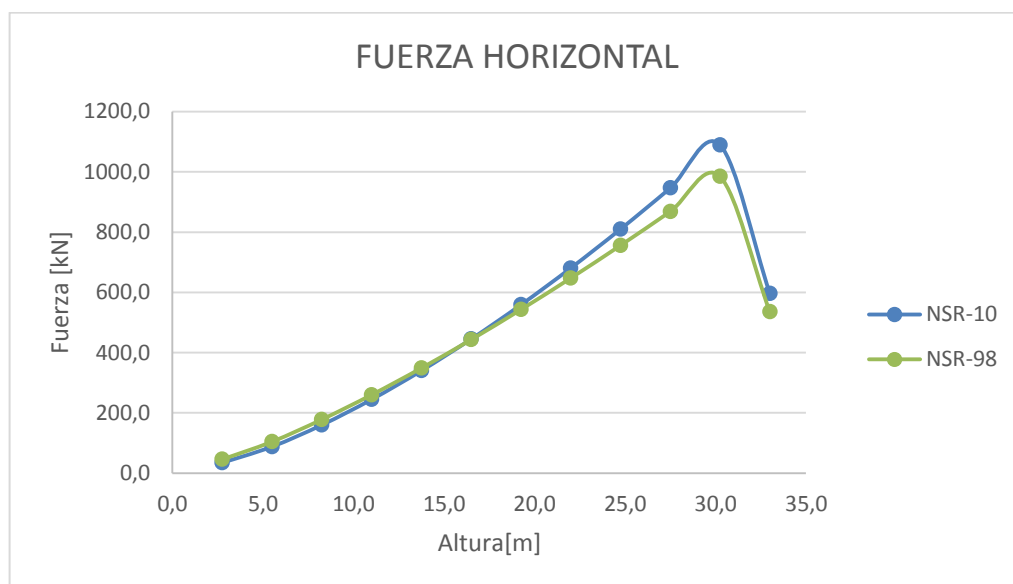
7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1. COMPARACION FUERZAS HORIZONTALES

Tabla 17. Porcentaje de variación de fuerza según la altura de la estructura

NIVEL	H [m]	hi [m]	NSR-10		NSR-98		Porcentaje % de variación F y E
			F [KN]	E [KN]	F [KN]	E [KN]	
N + 33,00	2,75	33,0	596,4	85,2	535,3	76,5	11%
N + 30,25	2,75	30,3	1089,4	155,6	984,5	140,6	11%
N + 27,50	2,75	27,5	946,3	135,2	868,4	124,1	9%
N + 24,75	2,75	24,8	809,9	115,7	755,9	108,0	7%
N + 22,00	2,75	22,0	680,5	97,2	647,3	92,5	5%
N + 19,25	2,75	19,3	558,7	79,8	542,9	77,6	3%
N + 16,50	2,75	16,5	444,9	63,6	443,2	63,3	0%
N + 13,75	2,75	13,8	339,9	48,6	348,6	49,8	-2%
N + 11,00	2,75	11,0	244,4	34,9	259,8	37,1	-6%
N + 8,25	2,75	8,3	159,8	22,8	177,9	25,4	-10%
N + 5,50	2,75	5,5	87,8	12,5	104,3	14,9	-16%
N + 2,75	2,75	2,8	34,5	4,9	45,6	6,5	-24%
N 0,00			0,0	0,0		0,0	
TOTAL			5992,6	856,1	5713,7	816,2	5%

Grafica 1. Porcentaje de variación de fuerza según la altura de la estructura



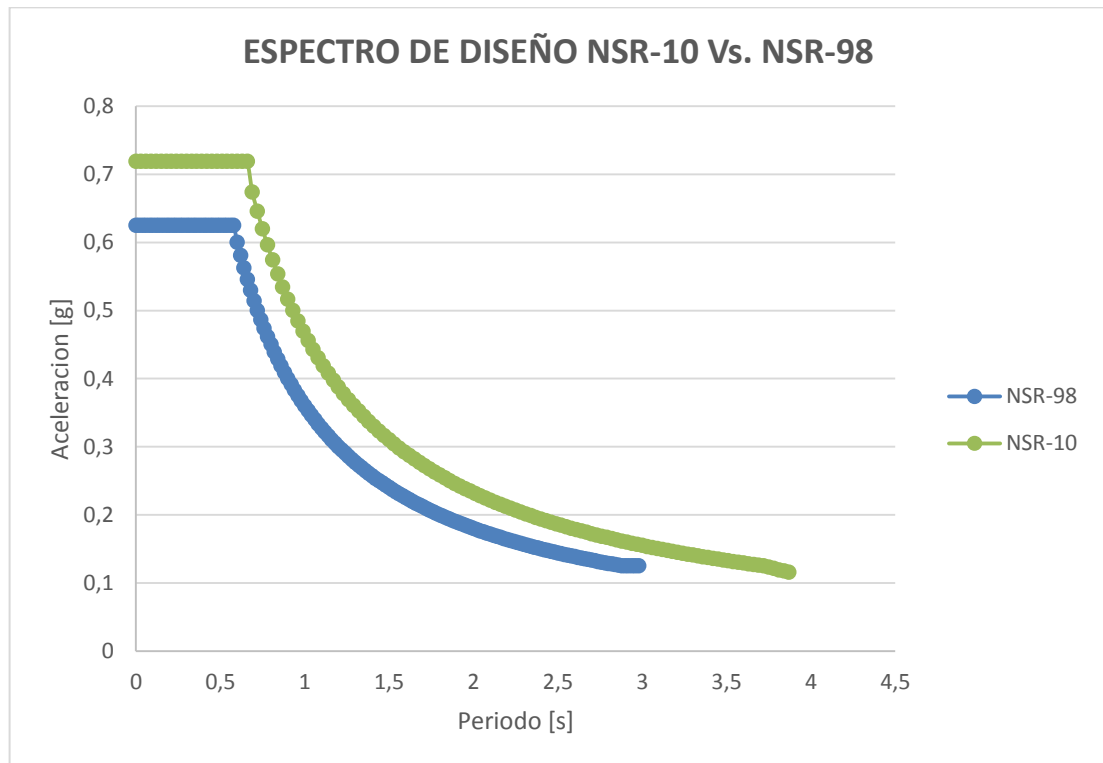
7.2. ESPECTRO ELASTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO

Teniendo en cuenta los espectros de diseño elástico para cada norma, tenemos

Tabla 18. Periodos de vibración Nsr-10 y Nsr-98

		Perido [s]	Aceleracion [g]
NSR-10	To	0,13	0,719
	Tc	0,65	0,719
	TL	3,72	0,125
NSR-98	To	0,36	0,625
	Tc	0,58	0,625
	TL	2,88	0,125

Gráfica 2. Espectro elástico de aceleraciones Nsr-10 Vs. Nsr-98, bajo condiciones de suelo tipo C y perfil S2 respectivamente.



7.3. CONTROL DE DERIVAS

Tabla 19. Control de derivas en direccion X.

Story	Ítem	Load	Z	NSR-10	NSR-98
				% DriftX	% DriftX
STORY12	Max Drift X	FX	33	0,435%	0,442%
STORY11	Max Drift X	FX	30,25	0,524%	0,529%
STORY10	Max Drift X	FX	27,5	0,635%	0,637%
STORY9	Max Drift X	FX	24,75	0,747%	0,747%
STORY8	Max Drift X	FX	22	0,847%	0,847%
STORY7	Max Drift X	FX	19,25	0,927%	0,928%
STORY6	Max Drift X	FX	16,5	0,978%	0,981%
STORY5	Max Drift X	FX	13,75	0,991%	0,998%
STORY4	Max Drift X	FX	11	0,956%	0,965%
STORY3	Max Drift X	FX	8,25	0,848%	0,860%
STORY2	Max Drift X	FX	5,5	0,617%	0,629%
STORY1	Max Drift X	FX	2,75	0,268%	0,274%

Der. Max >1%

Tabla 20. Control de derivas en direccion Y.

Story	Ítem	Load	Z	NSR-10	NSR-98
				% DriftY	% DriftY
STORY12	Max Drift X	FY	33	0,38%	0,40%
STORY11	Max Drift X	FY	30,25	0,47%	0,49%
STORY10	Max Drift X	FY	27,5	0,58%	0,60%
STORY9	Max Drift X	FY	24,75	0,68%	0,70%
STORY8	Max Drift X	FY	22	0,77%	0,80%
STORY7	Max Drift X	FY	19,25	0,84%	0,87%
STORY6	Max Drift X	FY	16,5	0,88%	0,92%
STORY5	Max Drift X	FY	13,75	0,90%	0,94%
STORY4	Max Drift X	FY	11	0,88%	0,92%
STORY3	Max Drift X	FY	8,25	0,81%	0,86%
STORY2	Max Drift X	FY	5,5	0,66%	0,71%
STORY1	Max Drift X	FY	2,75	0,34%	0,38%

Der. Max >1%

NOTA: para realizar control del desplazamiento horizontal (derivadas) se debe tener en cuenta que estén por debajo del 1%, según la norma NSR-98 y NSR-10, ya que esto definirá la estabilidad global de la estructura, la deformación inelástica y daño de los elementos entre otros.

Para fines prácticos Se buscó la deriva máxima para cada estructura teniendo en cuenta el dimensionamiento de los elementos con el fin de encontrar el impacto a nivel de cantidades de material.

8. DISEÑO DE ELEMENTOS

Para determinar la variación de esfuerzos, se diseñara teniendo como referencia los elementos más críticos para vigas, columnas y cimentación. VER ANEXO 9.

Figura 14. Distribución general de elementos piso tipo (Etabs)

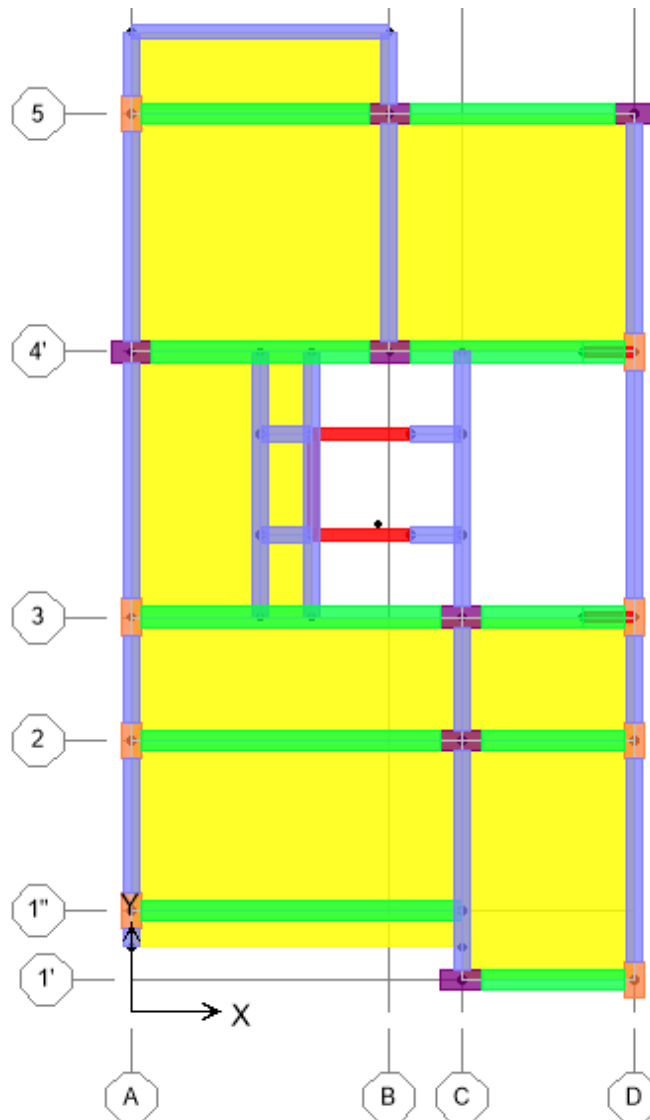


Figura 15. Configuración de vigas general de elementos piso tipo (Etabs) para NSR.10 Y NSR.98

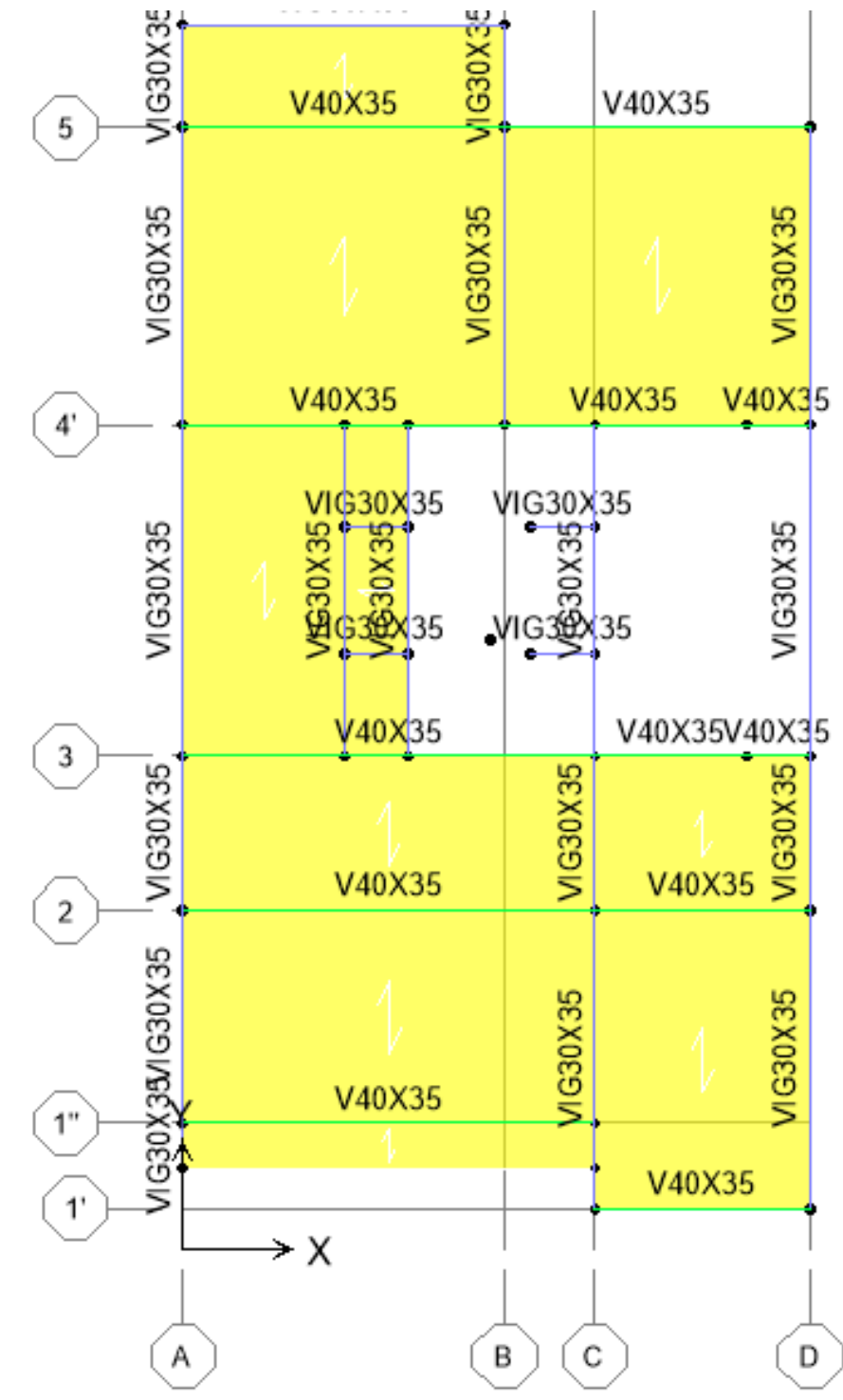
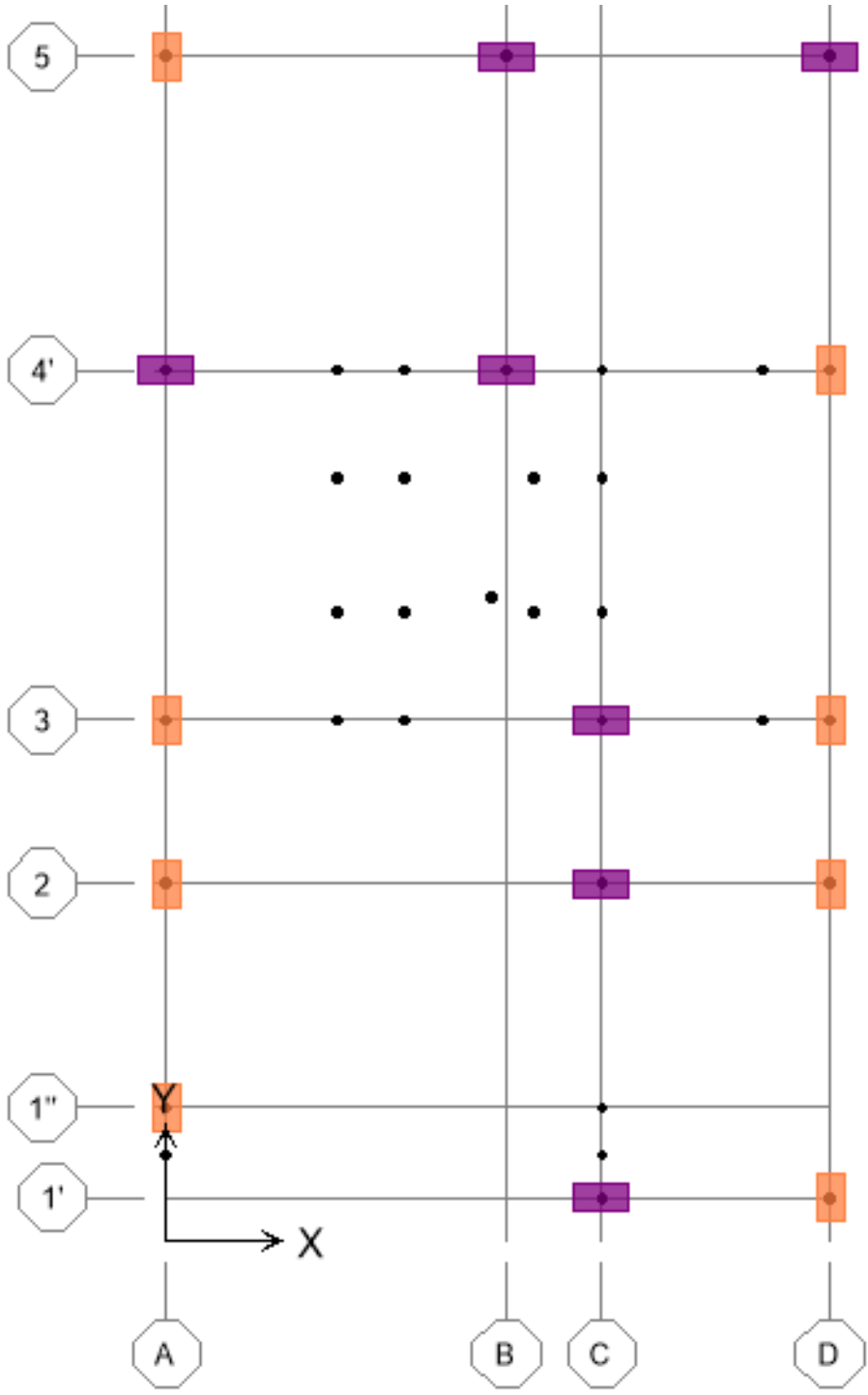


Figura 16. Configuración y distribución general para columnas (Etabs) para NSR.10 Y NSR.98



8.1 CANTIDADES DE MATERIAL

El cálculo de materiales se realizó de acuerdo a la solicitud de Acero y concreto para cada uno de los principales elementos de cada edificio (Vigas, Columnas) teniendo en cuenta el requerimiento según esfuerzos. Detalles Ver ANEXO 9 Y ANEXO 10.

Tabla 21. Resumen de Cantidades de concreto y acero para las vigas del análisis NSR-10 Y NSR-98

VIGAS						
VIG A	NSR-10		NSR-98		% VARIACION CONCRETO	% VARIACION ACERO
	VOLUMEN CONCRETO m ³	ACERO [KG]	VOLUMEN CONCRETO m ³	ACERO [KG]		
V40-A	1,9	236,2	1,9	204,7	0%	15%
V40-4	1,4	167,6	1,4	164,5	0%	2%
V40-3	1,4	165,7	1,4	157,8	0%	5%
				% PROMEDIO	0%	7%

COLUMNAS						
COLUMNA	NSR-10		NSR-98		% VARIACION CONCRETO	% VARIACION ACERO
	VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO [m]	ACERO TOTAL [KG]	VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO [m]	ACERO TOTAL [KG]		
TOTAL COLUMNAS	147,84	23523,58	107,02	18073,02	38%	30%
				% PROMEDIO	38%	30%

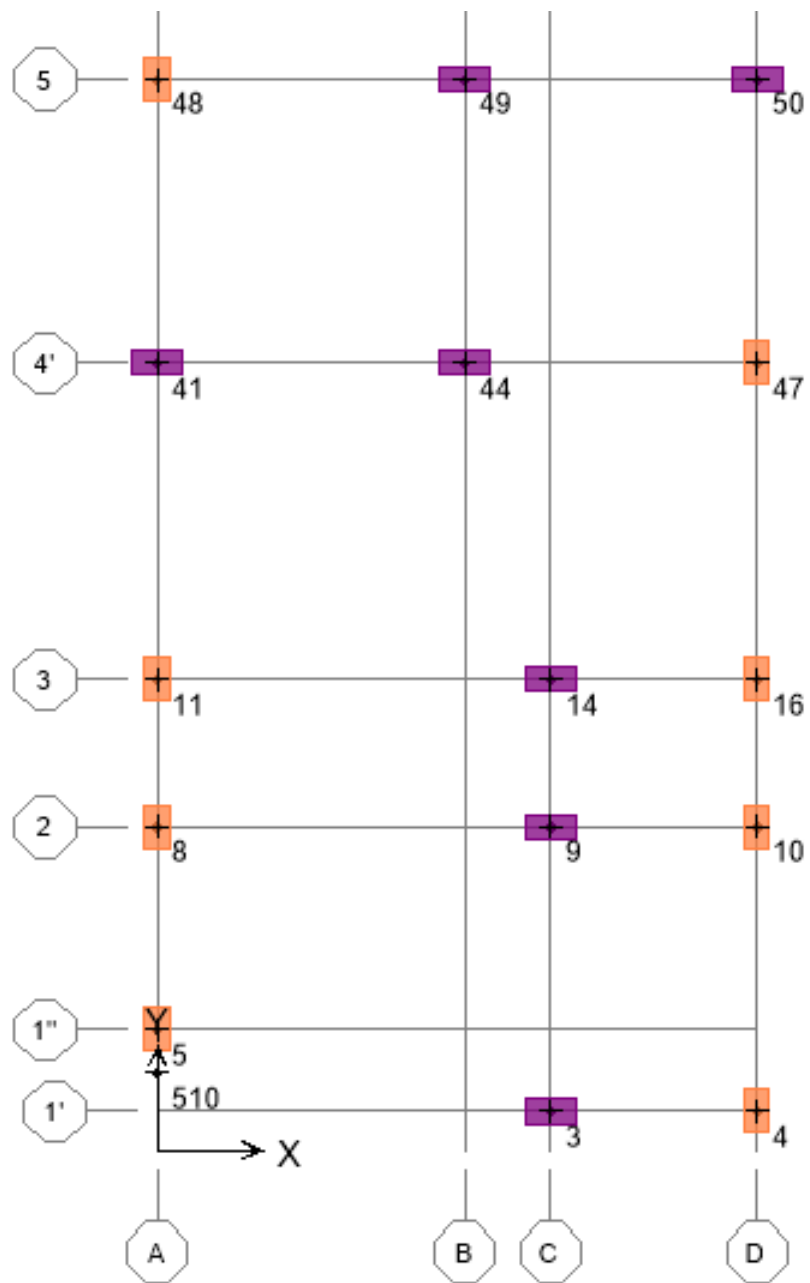
8.2. VARIACION DE ESFUERZOS EN ELEMENTOS VERTICALES

Tabla 22. Resumen de Cantidades de concreto y acero para las vigas del análisis NSR-10 Y NSR-98

ANALISIS DE ESFUERZOS AXIALES EN ELEMENTOS VERTICALES. CASO DE ESTUDIO COMBINACION ENVOLVENTE (A NIVEL DE LA CIMENTACION)										
COLUMNA	TIPO DE CONCRETO (MPa)	NSR - 10				NSR - 98				% VARIACION ESFUERZOS COLUMNAS
		F. AXIAL (KN)	DIMENSIONES DE COLUMNAS		Esfuerzo Axial [MPa]	F. AXIAL (KN)	DIMENSIONES DE COLUMNAS		Esfuerzo Axial [MPa]	
			Dimen. 1 (m)	Dimen. 2 (m)			Dimen. 1 (m)	Dimen. 2 (m)		
3	21	203,4	0,40	0,80	6,35	2049,3	0,30	0,80	8,54	26%
4	21	1298,9	0,40	0,70	4,64	1127,9	0,30	0,70	5,37	14%
5	21	1955,2	0,40	0,70	6,98	1936,1	0,30	0,70	9,22	24%
8	21	1819,5	0,40	0,70	6,50	1812,3	0,30	0,70	8,63	25%
9	21	2523,9	0,40	0,80	7,89	2483,7	0,30	0,80	10,35	24%
10	21	1557,5	0,40	0,70	5,56	1298,1	0,30	0,70	6,18	10%
11	21	1753,1	0,40	0,70	6,26	1718,3	0,30	0,70	8,18	23%
14	21	1459,1	0,40	0,80	4,56	1373,7	0,30	0,80	5,72	20%
16	21	2085,1	0,40	0,70	7,45	1837	0,30	0,70	8,75	15%
41	21	2213	0,40	0,80	6,92	2120	0,30	0,80	8,83	22%
44	21	1913,5	0,40	0,80	5,98	1678,1	0,30	0,80	6,99	14%
47	21	1929,5	0,40	0,70	6,89	1679,7	0,30	0,70	8,00	14%
48	21	2106,7	0,40	0,70	7,52	2143,2	0,30	0,70	10,21	26%
49	21	2722,8	0,40	0,80	8,51	3014	0,30	0,80	12,56	32%
50	21	1624,7	0,40	0,80	5,08	1474,1	0,30	0,80	6,14	17%
									TOTAL	21,5%

Nota: Se tiene en cuenta para este proyecto solo los elementos verticales, ya que los elementos a flexión no muestran variación importante.

Figura 17. Distribución y localización de Columnas NSR-10 y NSR-98



9. CONCLUSIONES

Con base a los resultados y análisis obtenidos de la estructura analizada, se observa lo siguiente:

Resultados del proyecto:

- Luego de tener un predimensionamiento inicial, se buscó las dimensiones finales que harían que la estructura cumpliera con el parámetro inicial de (desplazamiento), la deriva máxima 1% para cada edificio, esto con el fin de optimizar las secciones y obtener las cantidades de obra más exactas.
- Se obtuvo a cabalidad el cumplimiento de control de derivas para cada estructura, teniendo así una deriva máxima de 0,998 % en la NSR-98 y 0,991 % para la NSR-10 en dirección FX, puesto que la estructura tiene menor inercia en este sentido.
- El incremento del cortante Basal de cambio de la NSR-98 a NSR-10 fue del 5%.
- Como resultado del análisis espectral inelástico de cada estructura, se observó que para la norma NSR-10 la relación aceleración Vs. Periodo comprende unos valores más altos, se calculó que esta variación oscila entre un 20% y 25% más que la NSR-98 en relación a las condiciones iniciales de uso, tipo de suelo, importancia entre otros, esta variación nos muestra que el comportamiento dinámico de la estructura se diseñara para fuerzas sísmicas mayores, de este modo se entiende que con la norma NSR-10 la estructura recibirá estímulos de sismo más altos, lo que hace que la estructura deba ser más rígida y por ende más costosa.

- Se actualizaron las ecuaciones de combinación y mayoración de carga, las cargas gravitacionales y vivas disminuyeron para la NSR-10 esto afecta las fuerzas axiales, cortantes y momentos, esta disminución fue aproximadamente del 10-15% ósea que para sitios o zonas donde el riesgo sísmico es alto no se castiga por cargas gravitacionales sino sísmicas.
- El nivel de esfuerzos para elementos verticales de las estructura diseñada por la NSR-10 disminuyo en comparación a la NSR-98, esta variación en un 21.5 % aproximadamente, esta disminución se presenta ya que a pesar que las fuerzas sísmicas son mayores, la secciones para NSR-10 son más grandes.
- Para la relación de cantidades de material acero-concreto se encontró que para el diseño con la Norma NSR-10 aumento la solicitud de materiales para elementos verticales hasta en un 35%, como resultado mayor el costo de estos elementos y la estructura en general
- Se observó que los elementos a flexión (vigas) no muestra un cambio significativo en cuanto a las cantidades de material de obra. . La variación en elementos a flexión fue de un 7% solo para acero, en concreto la variación fue nula, esto porque el predimensionamiento es el mismo para ambos casos, teniendo así como resultado niveles de esfuerzo y solicitud de acero – concreto similares.
- Se determinó que la estructura fue más crítica en sus elementos verticales como lo son columnas y muros, la variación en las secciones en ella influía en gran parte el control de derivas, ya que son los elementos que principalmente responden a las fuerzas horizontales solicitadas por sismo.
- Se diseñaron los elementos estructurales más representativos (Viga, Columna, cimiento) en una estructura aporticada, para este diseño se tuvo en cuenta las

combinaciones de carga y la envolvente, tomando así el diseño más crítico para estos.

- Para el análisis de resultados anterior se pudo determinar que la variación de la fuerza horizontal equivalente fuera de estar ligada a la altura del edificio, también es determinada en gran parte por el tipo de suelo o perfil que se va a usar para el diseño del mismo.
- Los elementos que componen la cimentación, para el caso de las zapatas la variación de acero y concreto es mínima, menos del 10%, esto, porque este tipo de elementos para su diseño están determinados por sus cargas de servicio que no incluyen fuerza por sismo, teniendo como resultado zapatas de dimensionamiento similares.

10. ALGUNAS RECOMENDACIONES Y COMPARACIONES GENERALES

- Se encontró una variación en el coeficiente de importancia, este coeficiente depende del uso y la importancia que vaya a tener la estructura durante su vida útil, estos valores aumentaron en los grupos de uso III y IV.
- Los movimientos esperados del terreno, que en las normas NSR-98 se describían mediante el parámetro Aa, pasaron a describirse usando los parámetros Aa y Av en el Reglamento NSR-10, Esto permite que la complejidad del movimiento del terreno en un evento sísmico se puede describir, para efectos de diseño, a través de dos parámetros obtenidos de los espectros de respuesta.
- Cambió la clasificación de los diferentes tipos de suelo, pasando de 4 tipos a 5, teniendo en cuenta con más detalle las características principales de cada uno, esto se dio gracias a la ampliación y mejor descripción de los efectos de atenuación de las ondas sísmicas en el territorio nacional.
- En la NSR-10 hubo una disminución en los coeficientes para las combinaciones de carga básicas.
- Hay cambios en el mapa de valores de Aa entre NSR-98 y NSR-10. Aparecer el nuevo mapa de valores de Av.
- Se pudo observar que se redujo la cuantía máxima permisible de las columnas del 6% al 4% del área de sección para evitar la congestión de refuerzos.
- El empleo de hormigones de elevada resistencia es favorable en estructuras en zonas sísmicas altas, ya que disminuye las posibilidades de fallas frágiles por compresión o tensión, además favorece la capacidad total del acero de

refuerzo. (Para la idealización de la estructura se tomó como resistencia del concreto de 21 Mpa). Si se hubiese tomado un concreto con una resistencia mayor, como resultado se habría obtenido una disminución en las secciones de los elementos usados.

- Dado que las solicitaciones que el sismo de diseño impone a la estructuras son muy elevadas y de características muy aleatorias, no es económico diseñar las estructuras para que resistan, sin daños periodos muy largos de tiempo (más de 100 años).
- La experiencia de campo y de laboratorio ha demostrado que teniendo cuidado muy estrictos se puede obtener una estructura que desarrollen ductilidades importantes y disipación de energía.
- Se debe tener especial cuidado en el tipo de suelo en el que se va a realizar la estructura, además de otros factores como el tipo de uso y la importancia que este va a tener, ya que estos son determinantes importantes en el análisis del proyecto o edificación a realizar.
- Al usar algún tipo de software de diseño, verificar detenidamente los datos que se ingresan, ya que estos cuidados permitirá que nuestra idealización del modelo se asemeje más a un comportamiento y resultado de la estructura en la vida real.

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA-AIS, Norma de Diseño y Construcción Sismo-resistente NSR-98, Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998. Bogotá DC.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA-AIS, Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente NSR-10 decreto 926 de marzo 19 del 2010, 3R Editores, 2010

BONILLA DAVIR. Actualización NSR-10, títulos B y C, ing-davirbonilla.com. 2010. Disponible en <http://ing-davirbonilla.com/actualizacion-nsr-10-titulos-b-y-c/>

CHIO CHO GUSTAVO & MALDONADO RONDÓN ESPERANZA, Análisis sísmico de edificaciones, División Editorial y de publicaciones Universidad Industrial de Santander, 2004

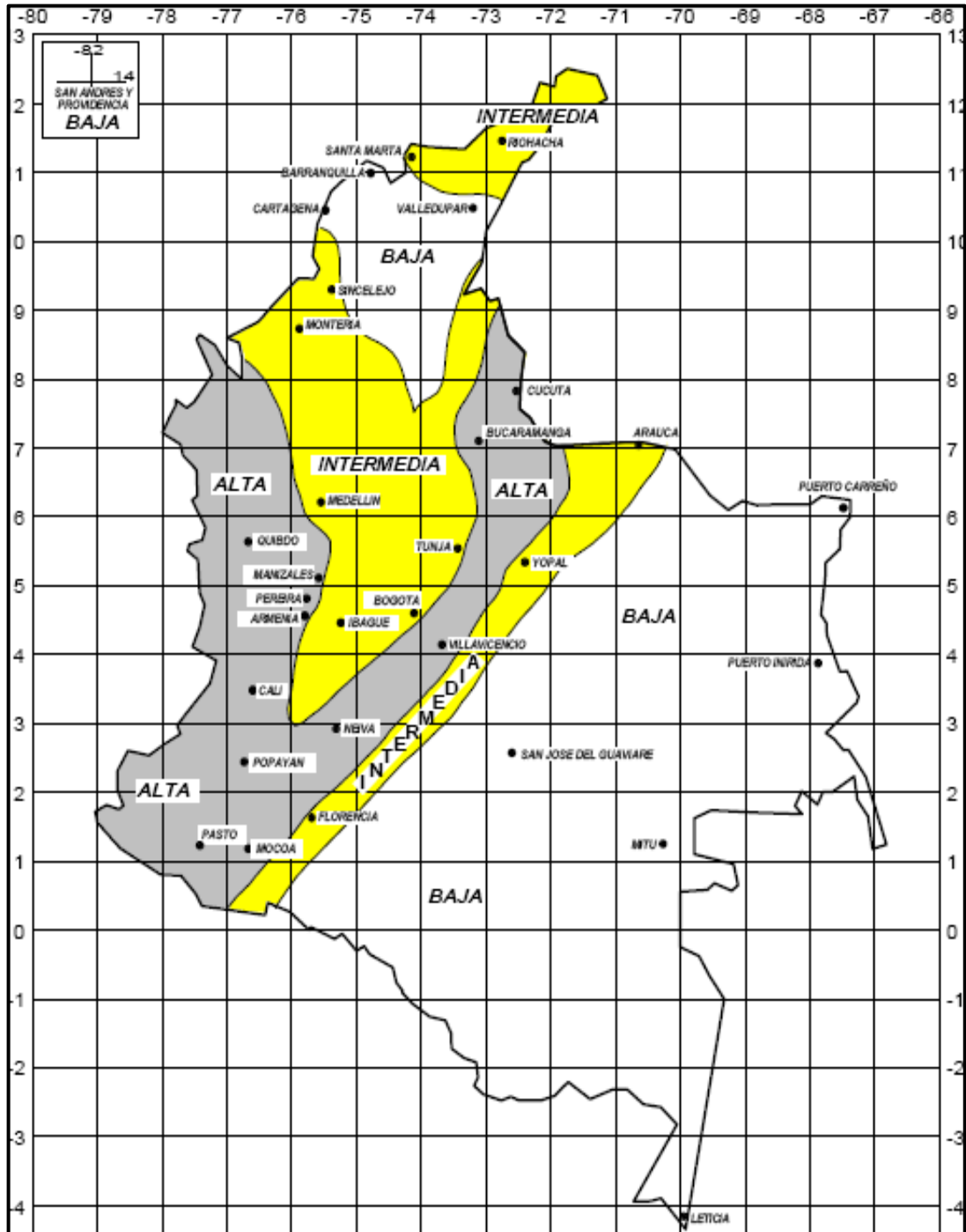
NILSON ARTHUR, Diseño de estructuras de concreto duodécima edición. Colombia editorial MC Graw Hill, 2004

NIÑO RENE JAIRO, ¿Qué pasa con la rehabilitación de estructuras en la NSR-10? Parametro Ltda. 2010. Disponible en <http://www.parametro-sas.com/ED102.pdf>

ROBERTO ROCHEL AWAD, Análisis y diseño Sísmico de Edificios NSR-98, primera edición. Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2006.

ANEXOS

ANEXO A. Mapa de Nivel de amenaza sísmica para (NSR-98 y NSR-10)



ANEXO B. Coeficientes para definir Coeficientes Fa, Fv.

Tabla 1. Valores para definir Fa (NSR-10 A.2.4-3)

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 2. Valores para definir Fv (NSR-10 A.2.4-3)

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

ANEXO C. Fuerza Horizontal equivalente NSR-98 y NSR-10

3.1. Periodo fundamental de la edificación A.4.2

Ecuación 9. Periodo fundamental (NSR-98 y NSR-10)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}}$$

Donde f_i representa unas fuerzas horizontales distribuidas según esta dado por

Ecuación 10. Calculo de Fuerza horizontal (NSR-98 y NSR-10)

$$F_x = C_{vx} V_s$$

Donde V_s es el cortante Vasal y C_v es calculado según:

Ecuación 11. Calculo de C_{vx} (NSR-98 y NSR-10)

$$C_{vx} = \frac{m_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i h_x^k)}$$

Donde k es un exponente relacionado con el periodo fundamental, T de la edificación de la siguiente manera

- Para T menor o igual a 0.5 segundos, $K=1.0$.
- Para T entre 0.5 y 2.5 segundos $k=0.75 + 0.5T$, y
- Para T mayor que 2.5 segundos, $K = 0.2$.

FHE NSR-98

El valor de **T** no puede exceder $1.2T_a$, donde T_a se calcula según:

Ecuación 12. Calculo de T_a (NSR-98)

$$T_a = C_t h_n^{3/4}$$

Donde **C_t** (coeficiente para determinar periodo de la estructura) toma los siguientes valores:

C_t = 0.08 para los pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado y para pórticos de acero estructural con diagonales excéntricas.

C_t = 0.09 para pórticos resistentes a momentos de acero estructural.

Alternativamente el valor de C_t para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural se debe calcular según

Ecuación 13. Calculo de C_t (NSR-98)

$$C_t = \frac{0.075}{\sqrt{A_c}}$$

Donde A_c (suma de las áreas efectivas de los muros estructurales en el primer nivel de la estructura), se calcula por

Ecuación 14. Calculo de A_c (NSR-98)

$$A_c = \sum \left(A_e \left[0.2 + \left(\frac{D_e}{h_n} \right)^2 \right] \right)$$

Donde A_e es área mínima de cortante de la sección de un muro estructural, medida en un plano horizontal, en el primer nivel de la estructura y en la dirección en estudio, en m^2 .

El valor de D_e/h_n no debe exceder 0.9

FHE NSR-10

El valor de T no puede exceder $C_u T_a$, donde C_u se calcula:

Ecuación 15. Calculo de C_u (NSR-10)

$$C_u = 1.75 - 1.2 A_v F_v$$

Pero C_u no debe ser menor de 1.2

Alternativamente el valor de T puede ser igual al periodo fundamental aproximado T_a , según:

Ecuación 16. Calculo de T_a (NSR-10)

$$T_a = C_t h^\alpha$$

Donde C_t y α tienen valores según (A.4.2-1 NSR-10)

Tabla 17. Definición de los parámetros C_t y α (A.4.2-1 NSR-10)

Sistema estructural de resistencia sísmica	C_t	α
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros C_t y α , donde C_w se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Fuente: Norma sismoresistente NSR-10

Ecuación 18. Cálculo alternativo de C_w para estructuras que tengan muros o mampostería estructural (NSR-10)

$$C_w = \frac{100}{A_B} \cdot \sum_{i=1}^{n_w} \left[\left(\frac{h_n}{h_{wi}} \right)^2 \frac{A_{wi}}{1 + 0.83 \left(\frac{h_{wi}}{l_{wi}} \right)^2} \right]$$

Entonces se tiene que:

Ecuación 19. Cálculo de T_a en función del número de pisos (NSR-10)

$$T_a = 0.1N$$

3.2. Fuerzas sísmicas horizontales (nsr-98 y nsr-10)

El cortante sísmico en la base V_s , equivale a la totalidad de los efectos inerciales horizontales producido por los movimientos de diseño, en la dirección de estudio.

Ecuación 20. Cortante Vasal (NSR-10)

$$V_s = S_a g M$$

El valor de S_a corresponde al valor de la aceleración, como fracción de la gravedad, leída en el espectro definido en A.2.6 (nsr-98 y nsr-10).

Con el uso de la FHE se determinara las fuerzas sísmicas para analizar en el modelo, esto con el fin de obtener datos más cercanos y exactos que nos lleven a un comportamiento más real de la estructura.

ANEXO D. COMBINACIONES DE CARGA NSR-98 Y NSR-10

SEGÚN NSR-98: combinaciones de carga:

1.4D+1.7L	(B.2.4 -1)
1.05D+1.28L+1.28W	(B.2.4-2)
0.9D+1.3W	(B.2.4-3)
1.05D+1.28L+1.0E	(B.2.4-4)
0.9D+1.0E	(B.2.4-5)
1.4D+1.7L+1.7H	(B.2.4-6)
1.05D+1.28L+1.05T	(B.2.4-7)
1.4D+1.4T	(B.2.4-8)

SEGÚN NSR-10: combinaciones de carga:

1.4 (D+L)	(B.2.4-1)
1.2 (D+F+T)+1.6 (L+H)+0.5 (Lr ó G ó Le)	(B.2.4-2)
1.2D+1.6 (Lr ó G ó Le)+ (L ó 0.8w)	(B.2.4-3)
1.2d+1.6w+1.0L+0.5 (Lr ó G ó Le)	(B.2.4-4)
1.2D+1.0E+1.0L	(B.2.4-5)
0.9d+1.6W+1.6H	(B.2.4-6)
0.9D+1.0E+1.6H	(B.2.4-7)

Donde D es carga muerta, L carga Viva, w es carga de viento, T fuerzas y efectos causados por expansión o contracción debido a cambios de temperatura, H debida a cargas de peso y presión del suelo y F, cargas debidas a un fluido.

Las fuerzas sísmicas E, utilizadas en las combinaciones corresponde al efecto expresado en términos de fuerza.

ANEXO E. INGRESO DE DATOS AL PROGRAMA

Figura 21. Ventana de Material Property Data (Etabs) para concreto NSR 10.

Material Property Data

Material Name CONC

Display Color
Color

Type of Material
 Isotropic Orthotropic

Type of Design
Design Concrete

Analysis Property Data

Mass per unit Volume	0,
Weight per unit Volume	24,
Modulus of Elasticity	21538105,
Poisson's Ratio	0,2
Coeff of Thermal Expansion	9,900E-06
Shear Modulus	8974210,4

Design Property Data (ACI 318-99)

Specified Conc Comp Strength, f'c	21000,
Bending Reinf. Yield Stress, fy	420000,
Shear Reinf. Yield Stress, fys	420000,

Lightweight Concrete
Shear Strength Reduc. Factor

OK Cancel

Figura 22. Sección Columna 0.40x0.80 NSR 10

Rectangular Section

Section Name COL40x80

Properties
Section Properties...

Property Modifiers
Set Modifiers...

Material
CONC

Dimensions

Depth (t3)	0,4
Width (t2)	0,8

Concrete
Reinforcement...

Display Color

OK Cancel

Figura 23. Sección Columna 0.40x0.70 NSR 10

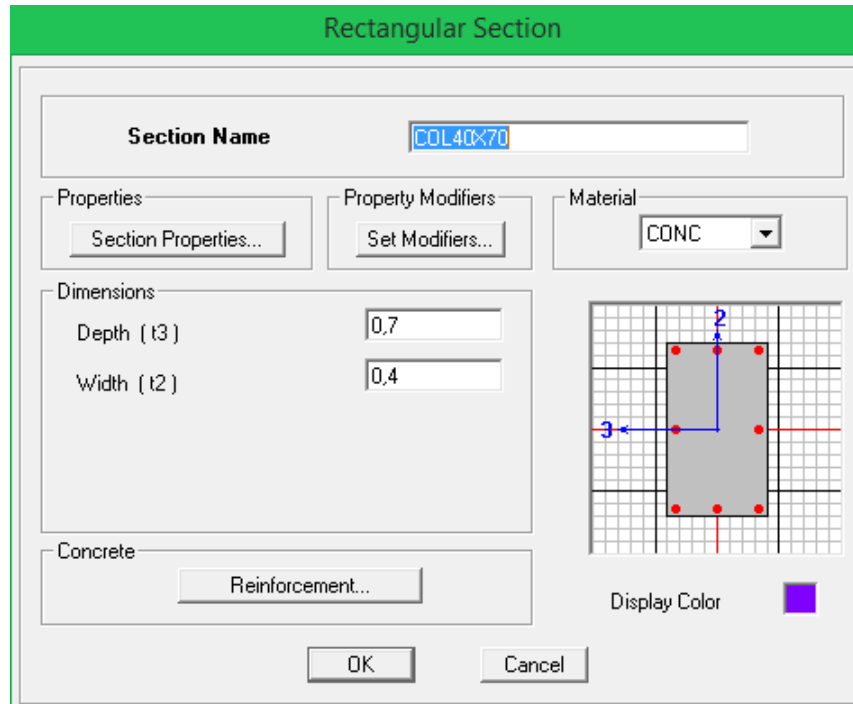


Figura 24. Sección de Viga 0.30x0.35 NSR 10 Y NSR 98

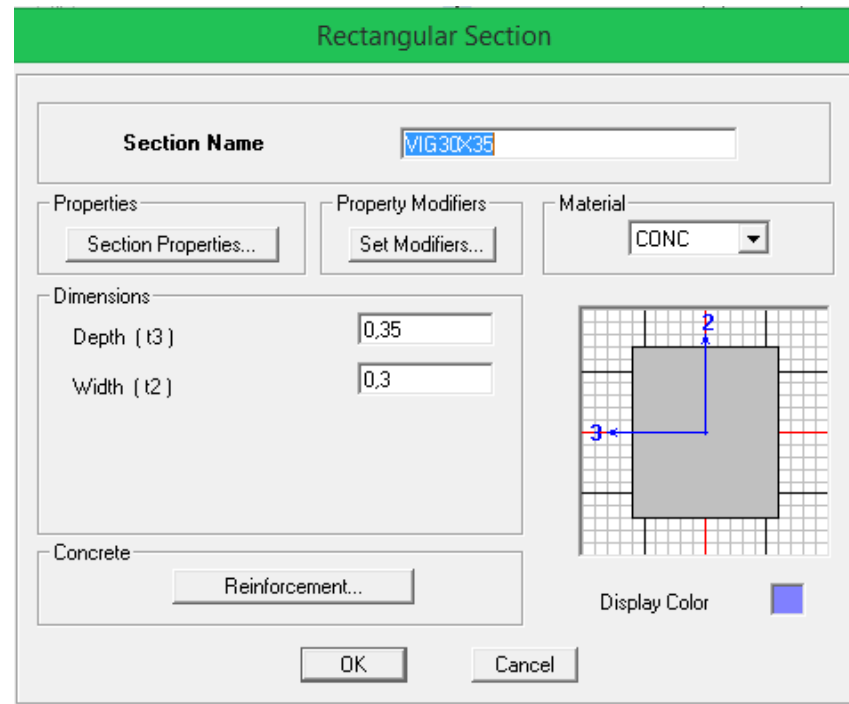


Figura 25. Sección de Viga 0.40x0.35 NSR 10 Y NSR 98

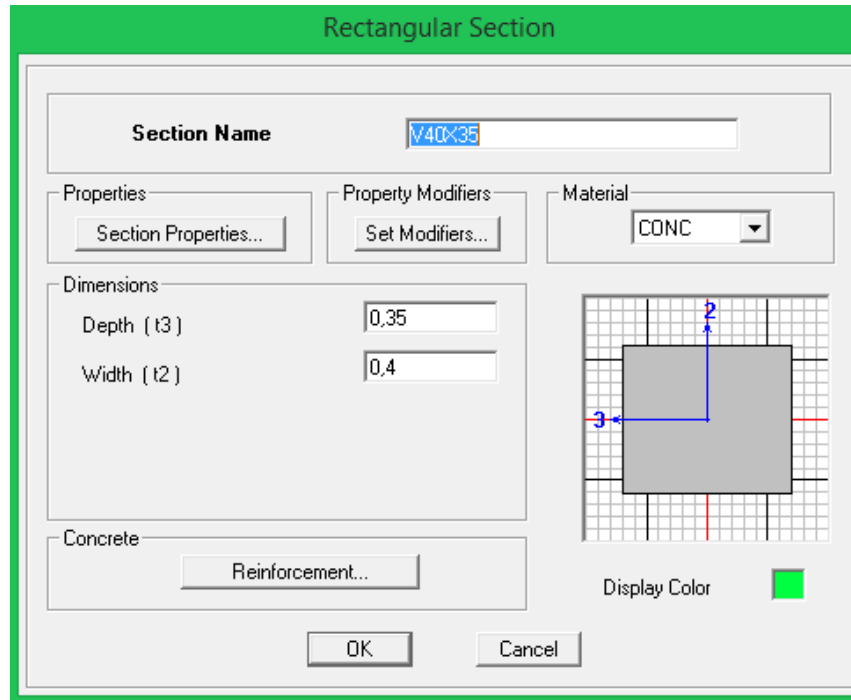


Figura 26. Sección Columna 0.30x0.70 NSR-98

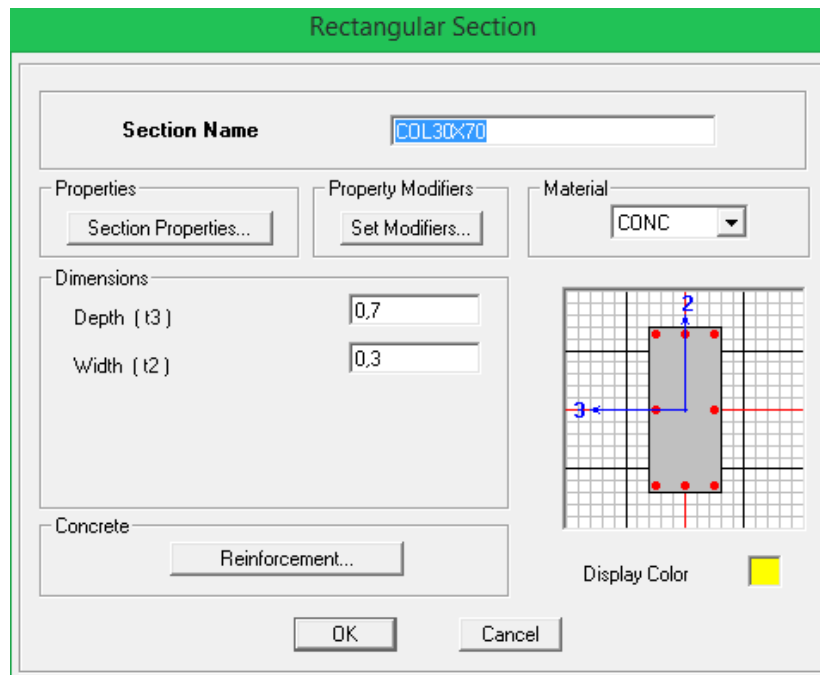


Figura 27. Sección Columna 0.30x0.80

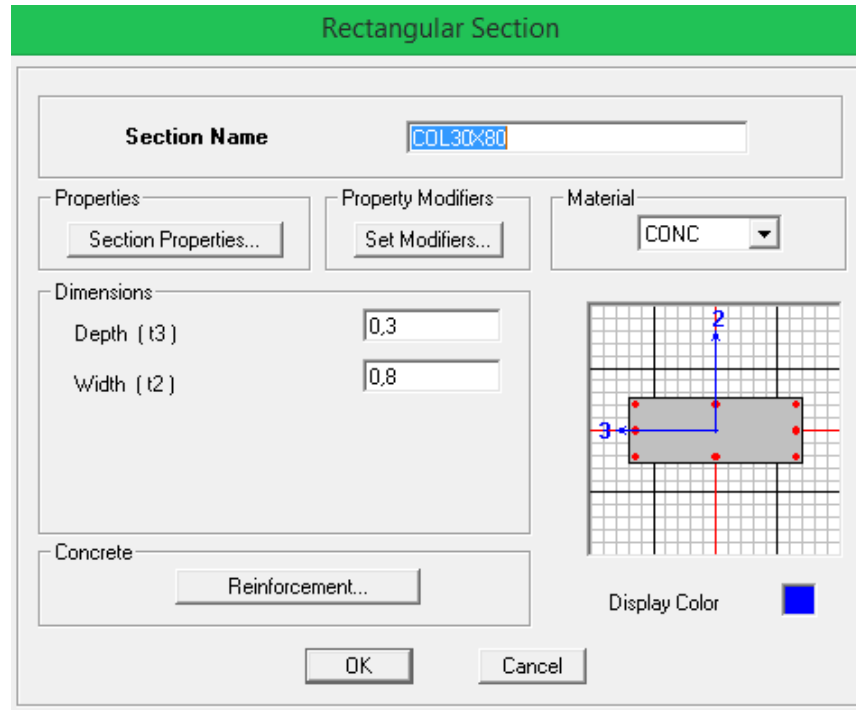
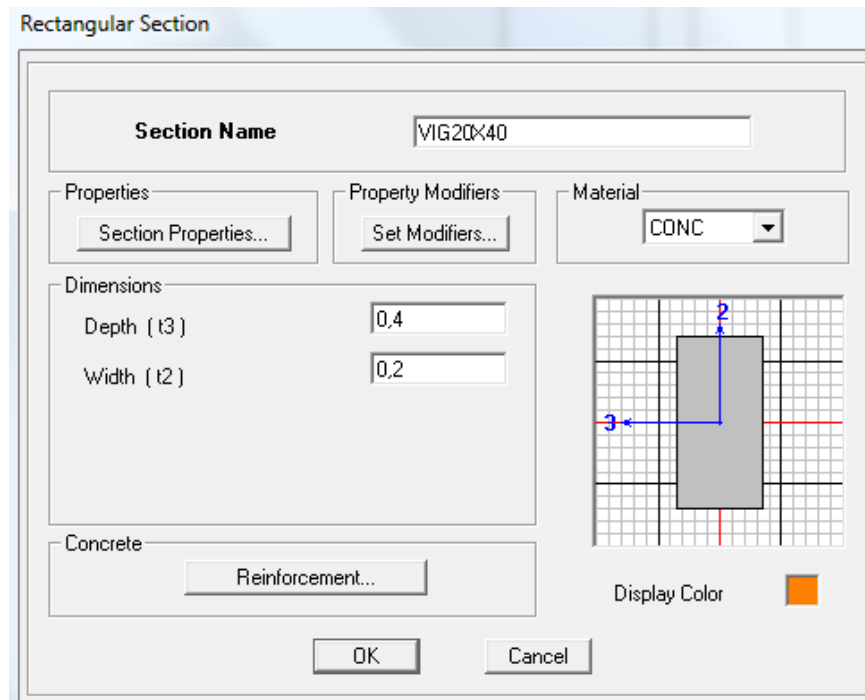


Figura 28. Elemento de borde Sección Viga 0.20x0.40



Ya con las secciones definidas se genera el modelo tridimensional de la estructura

ANEXO F. ANALISIS DE CARGAS PARA DISEÑO NSR-10 Y NSR-98

Tabla 26. Análisis de cargas muertas impuestas para piso tipo NSR-10 y NSR-98.

Cargas para diseño de elementos por área de placa de piso tipo					
Ítem	dimensiones			PESO	
	espesor o altura(m)	base(m)	longitud(m)	peso específico (KN - m)	peso (KN/m ²)
loseta superior	0,05	1,00	1,00	24,00	1,20
loseta inferior	0,03	1,00	1,00	24,00	0,72
Vigueta	0,27	0,10	1,00	24,00	0,81
Acabados piso	-	-	-	1,50	1,50
Muros divisorios	0,13	2,40	75,00	13,00	2,11
Ventanería					0,50

Tabla 27. Análisis de cargas ultima impuestas para piso tipo NSR-10.

Carga sobreimpuesta	4,11
Carga por placa	2,73
Carga muerta total (D)	6,84
Carga viva (L = vivienda) B.4.	1,80
Carga ultima (1.2D + 1.6L) Placa de piso tipo	11,09

KN/m²

Tabla 28. Análisis de cargas ultima impuestas para piso tipo NSR-98.

Carga sobreimpuesta	4,11
Carga por placa	2,73
Carga muerta total (D)	6,84
Carga viva (L = vivienda) B.4.	1,80
Carga ultima (1.4D + 1.7L) Placa de piso tipo	12,64

KN/m²

CARGAS MUERTAS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO

Tabla 29. Análisis total de cargas muertas (PESO) para el análisis sísmico de la estructura NSR-10.

nivel	W placa			D Col (KN)	D Vig (KN)	Peso total (KN)
	Wu (KN/m ²)	Área ((m ²)	Wu (KN)			
cubierta	3,42	137,0	468,7	146,3	172,0	787,0
piso 11	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 10	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 9	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 8	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 7	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 6	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8

piso 5	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 4	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 3	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 2	6,84	144,0	985,3	365,8	286,7	1637,8
piso 1	5,08	207,0	1050,5	381,3	360,4	1792,2
sótano	0,00	260,00				0,00

Sumatoria total de carga muerta:	18956,9	(KN)
---	----------------	-------------

Tabla 20. Análisis total de cargas muertas (PESO) para el análisis sísmico de la estructura NSR-98.

Nivel	W placa			D Col (KN)	D Vig (KN)	Peso total (KN)
	Wu (KN/m2)	Área (m2)	Wu (KN)			
cubierta	3,4	137,0	468,7	113,1	172,0	753,9
piso 11	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 10	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 9	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 8	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 7	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 6	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 5	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 4	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 3	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 2	6,8	144,0	985,3	282,8	286,7	1554,8
piso 1	5,1	207,0	1050,5	282,8	360,4	1693,7
sótano	0	260,00				0,00

Sumatoria total de carga muerta:	17995,8	(KN)
---	----------------	-------------

ANEXO G. APLICACIÓN DE FUERZAS AL MODELO

Figura 29. Definición de cargas laterales y sismo (Etabs).

Define Static Load Case Names

Loads

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
FX	QUAKE	0	User Loads
DEAD	DEAD	1	
LIVE	LIVE	0	
FX	QUAKE	0	User Loads
FY	QUAKE	0	User Loads
EX	QUAKE	0	User Loads
EY	QUAKE	0	User Loads

Click To:

Add New Load

Modify Load

Show Lateral Load...

Delete Load

OK

Cancel

Figura 30. Ejemplo aplicación de cargas según dirección. (Etabs)

User Seismic Loading

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
STORY12	D1	596	0	0
STORY11	D1	1089	0	0
STORY10	D1	946	0	0
STORY9	D1	810	0	0
STORY8	D1	681	0	0
STORY7	D1	559	0	0
STORY6	D1	445	0	0
STORY5	D1	340	0	0
STORY4	D1	244	0	0
STORY3	D1	160	0	0
STORY2	D1	88	0	0
STORY1	D1	35	0	0

User Specified Application Point
 Apply at Center of Mass

Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK Cancel

ANEXO H. COMBINACIONES DE CARGA

Tabla 31. Combinaciones de carga para NSR-98 y NSR-10

NSR-10				NSR-98			
COMBO	Type	Case	Factor	Combo	Type	Case	Factor
COMB1	ADD	DEAD	1.4	COMB1	ADD	DEAD	1.4
COMB2	ADD	DEAD	1.2			LIVE	1.7
		LIVE	1.6	DEAD	1.05		
COMB3	ADD	DEAD	1.2	COMB2	ADD	LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	1
		EX	1			EY	0.3
COMB4	ADD	EY	0.3	COMB3	ADD	DEAD	1.05
		DEAD	1.2			LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	-1
		EX	-1			EY	0.3
COMB5	ADD	EY	0.3	COMB4	ADD	DEAD	1.05
		DEAD	1.2			LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	1
		EX	-1			EY	-0.3
COMB6	ADD	EY	-0.3	COMB5	ADD	DEAD	1.05
		DEAD	1.2			LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	-1
		EX	1			EY	-0.3
COMB7	ADD	EY	-0.3	COMB6	ADD	DEAD	1.05
		DEAD	1.2			LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	0.3
		EX	0.3			EY	1
COMB8	ADD	EY	1	COMB7	ADD	DEAD	1.05
		DEAD	1.2			LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	-0.3
		EX	-0.3			EY	1
COMB9	ADD	EY	1	COMB8	ADD	DEAD	1.05
		DEAD	1.2			LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	0.3
		EX	-0.3			EY	-1
COMB10	ADD	EY	-1	COMB9	ADD	DEAD	1.05
		DEAD	1.2			LIVE	1.28
		LIVE	1			EX	-0.3
		EX	0.3			EY	-1
ENVOLVENTE		EY	-1	ENVOLVENTE		COMB9	1
		COMB10	1			COMB8	1
		COMB9	1			COMB7	1
		COMB8	1			COMB6	1
		COMB7	1			COMB5	1
		COMB6	1			COMB4	1
		COMB5	1			COMB3	1
		COMB4	1			COMB2	1
		COMB3	1			COMB1	1
		COMB2	1				
COMB1	1						

NOTA: Para el análisis, el peso de los elementos estructurales es calculado y asumido por el programa de análisis estructural.

Figura 31. Definición combinación de carga NSR-10 (Etabs)

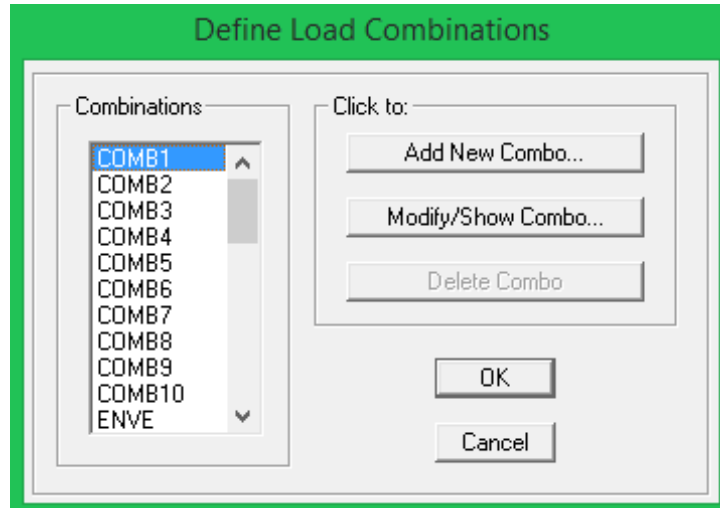


Figura 32. Ejemplo creación de cargas para el combo 2 (NSR-10) Etabs.

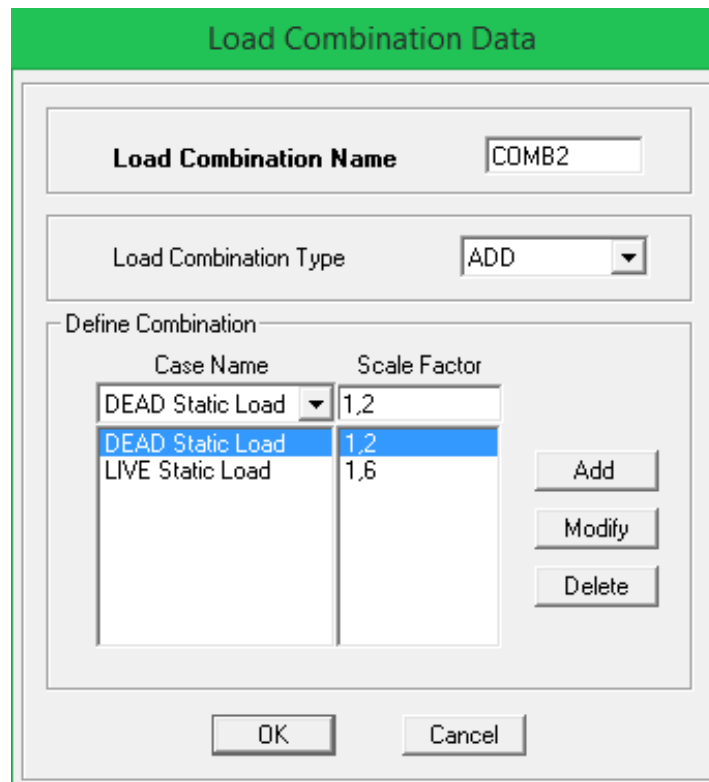
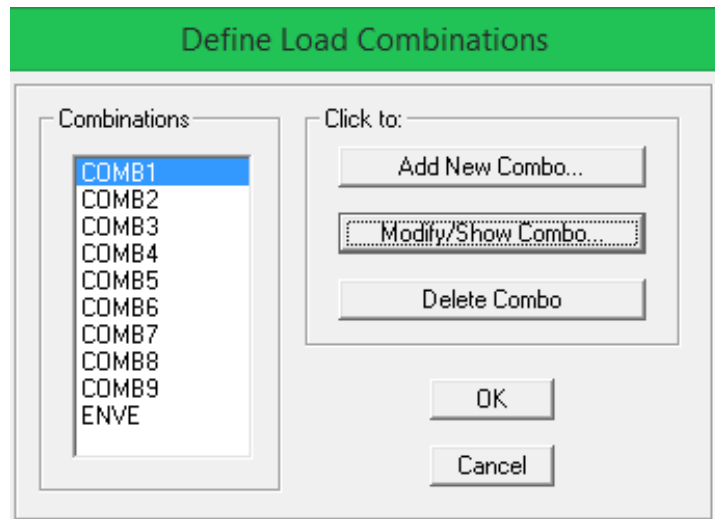


Figura 33. Definición combinación de cargas NSR-98 (Etabs)



ANEXO I. DISEÑO ELEMENTOS

9.1 DISEÑO ELEMENTOS NSR-10

VIGAS (Diagramas)

Los siguientes datos se tomaron para 3 elementos teniendo en cuenta el piso 4 como más crítico y con cargas mayoradas.

V40-A (0.30x0.35) eje A

Figura 34. Diagrama de cortante V40-4 (0.30x0.35) eje A

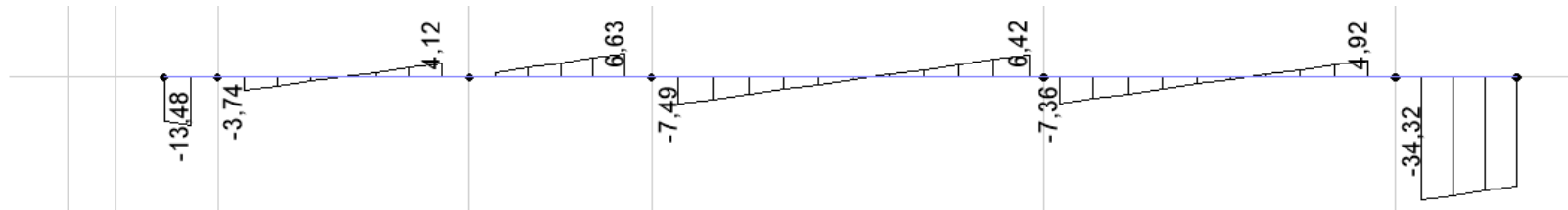


Figura 35. Diagrama de momento V40-4 (0.30x0.35) eje A

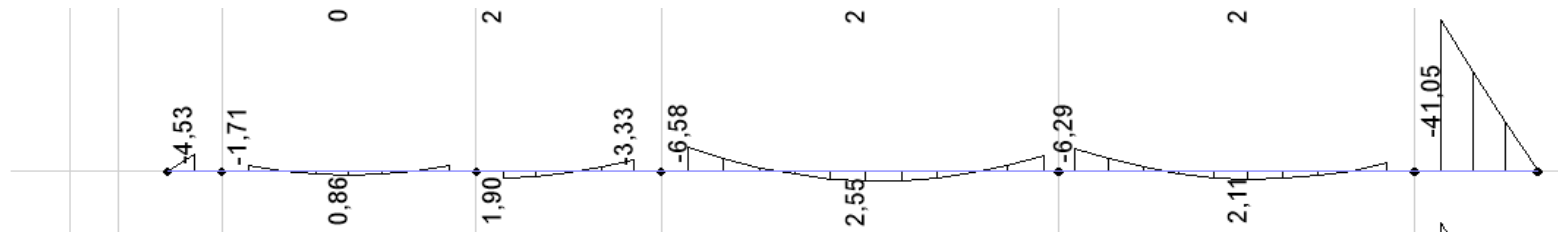
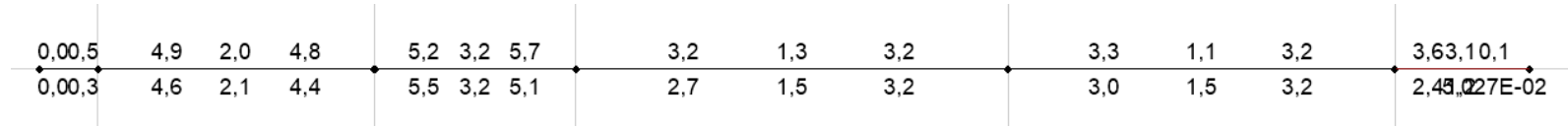


Figura 36. Diagrama de refuerzo longitudinal V40-4 (0.30x0.35) eje A



V40-4 (0.40x0.35) eje 4'

Figura 37. Diagrama de cortante V40-4 (0.40x0.35) eje 4'

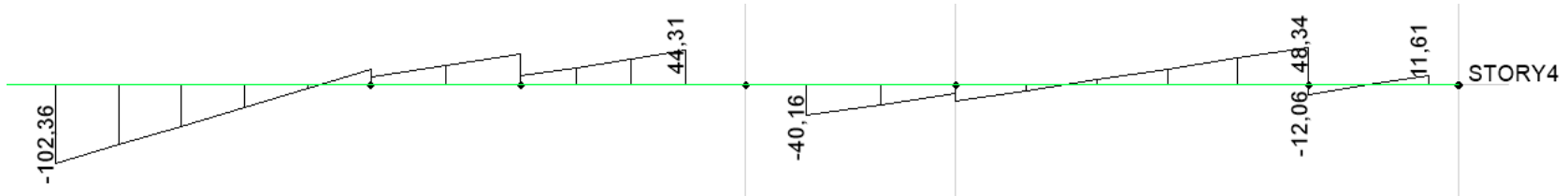


Figura 38. Diagrama de momento V40-4 (0.40x0.35) eje 4'

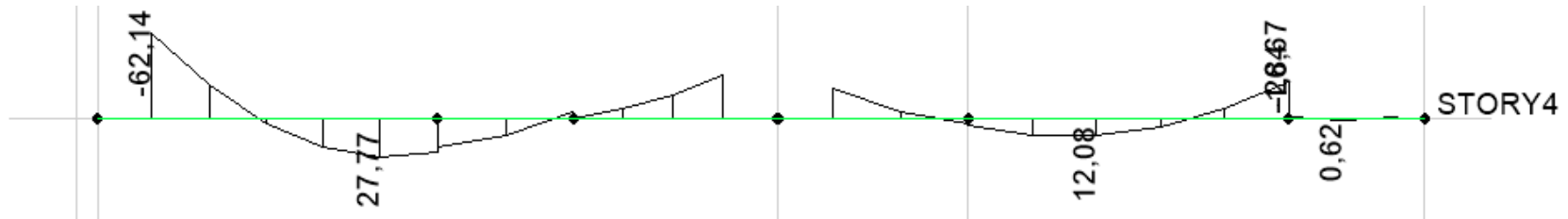


Figura 39. Diagrama de refuerzo longitudinal V40-4 (0.40x0.35) eje 4'



V40-3 (0.40x0.35) eje 3

Figura 40. Diagrama de cortante V40-4 (0.30x0.35) eje 3

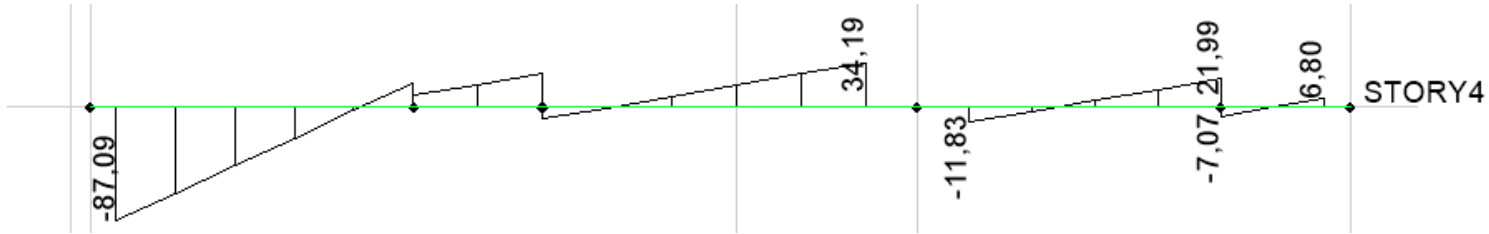


Figura 41. Diagrama de momento V40-4 (0.30x0.35) eje 3

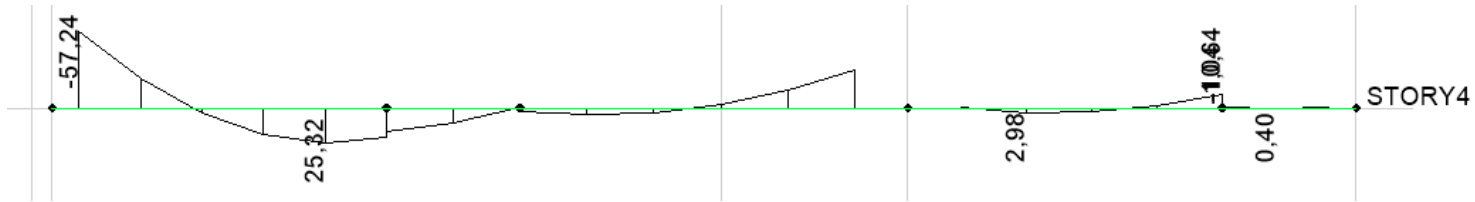
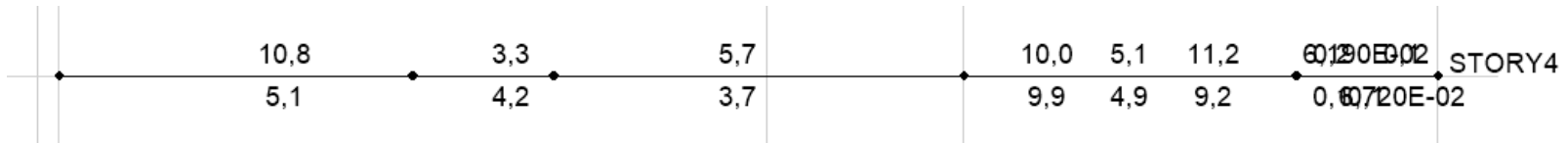
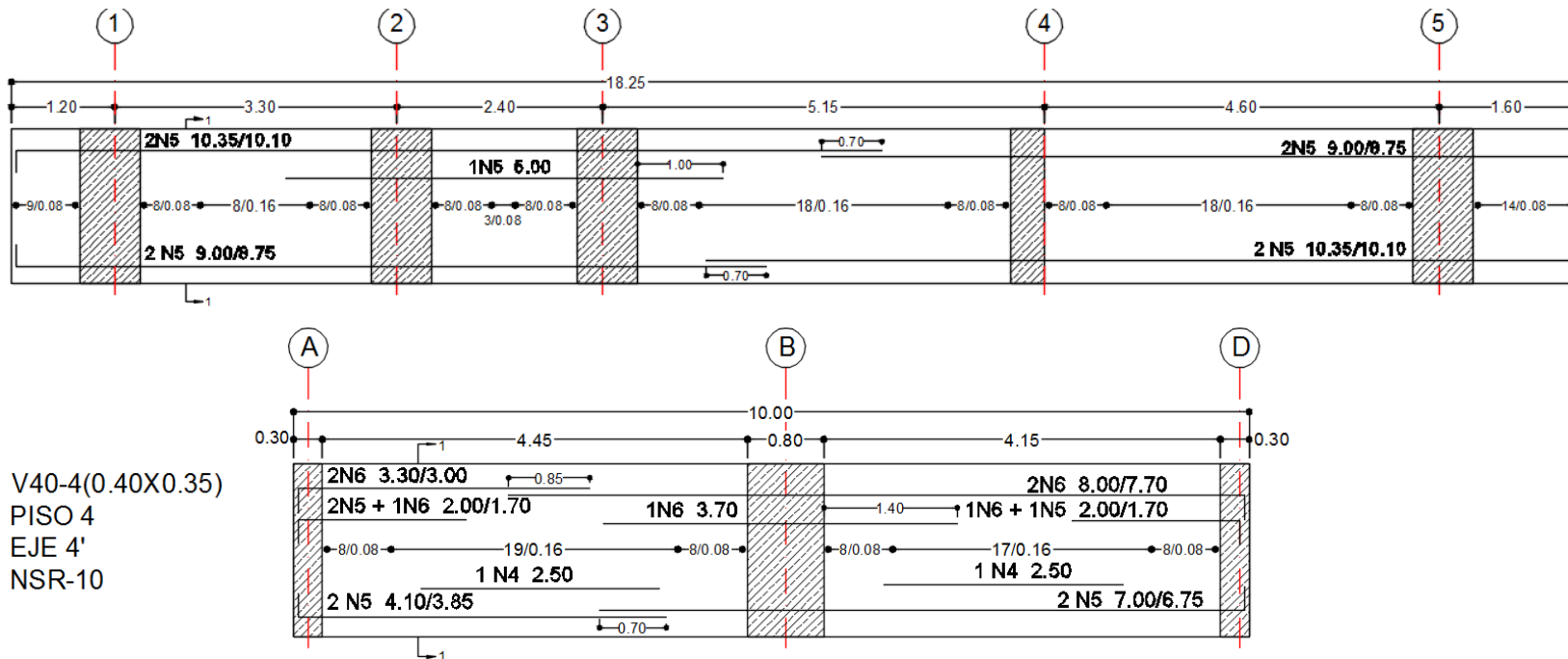


Figura 42. Diagrama de refuerzo longitudinal V40-4 (0.30x0.35) eje 3



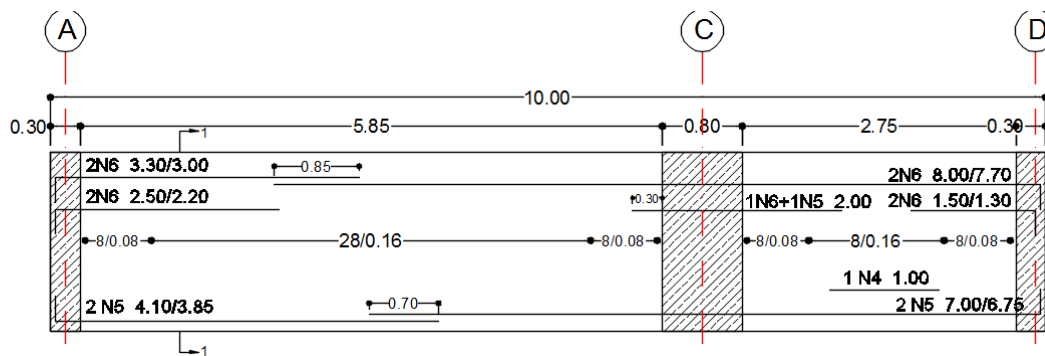
DESPIECE REFUERZO VIGAS NSR-10

Figura 43. Despiece vigas NSR-10



V40-4(0.40X0.35)
 PISO 4
 EJE 4'
 NSR-10

V40-3(0.40X0.35)
 PISO 4
 EJE 3
 NSR-10



Columnas NSR-10

Como ejemplo se toma el pórtico en el eje 3

Figura 44. Cortante y momento para pórtico eje 3.

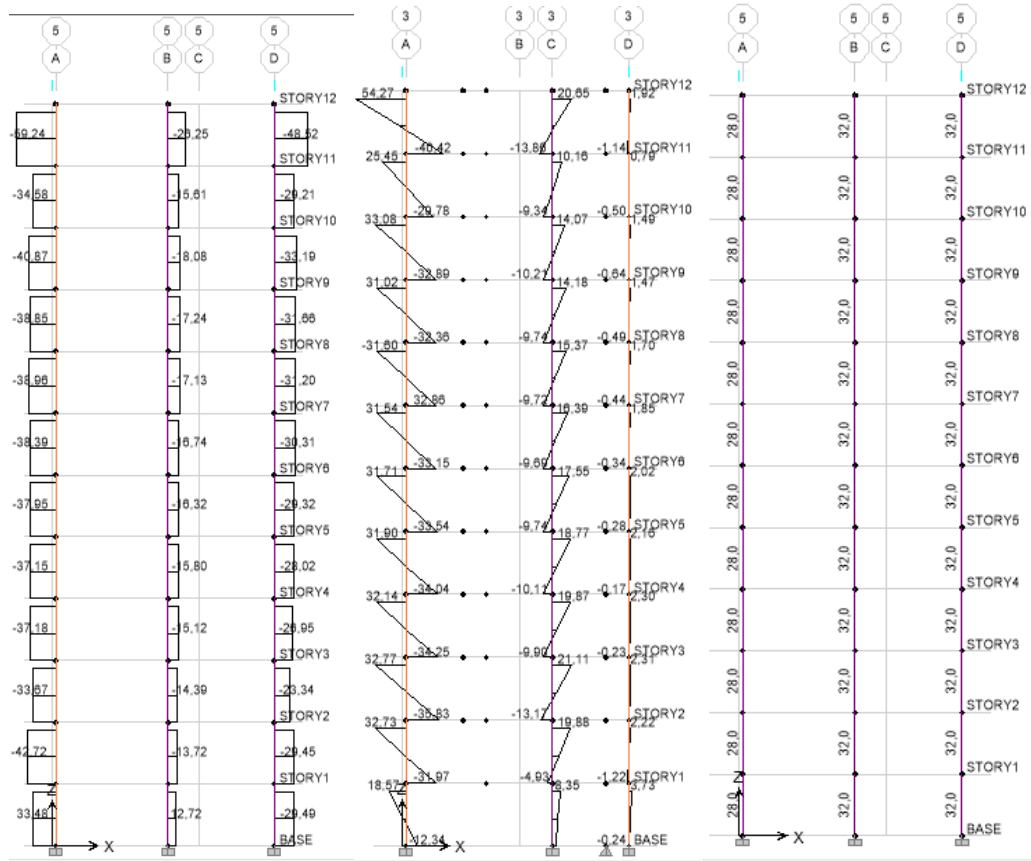


Figura 45. Refuerzo para Columnas NSR-10

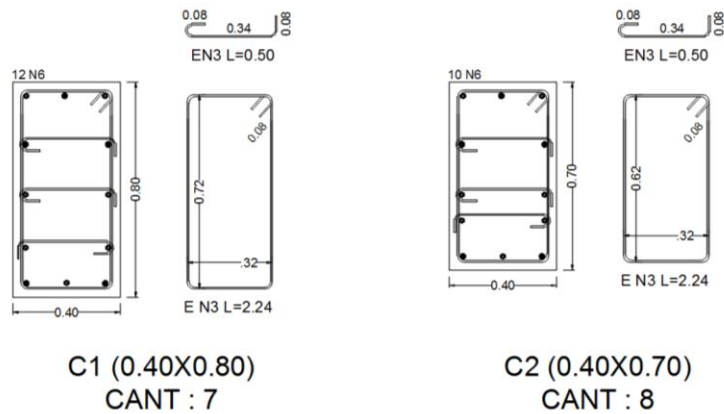


Figura 46. Sección trasversal Columnas NSR-10

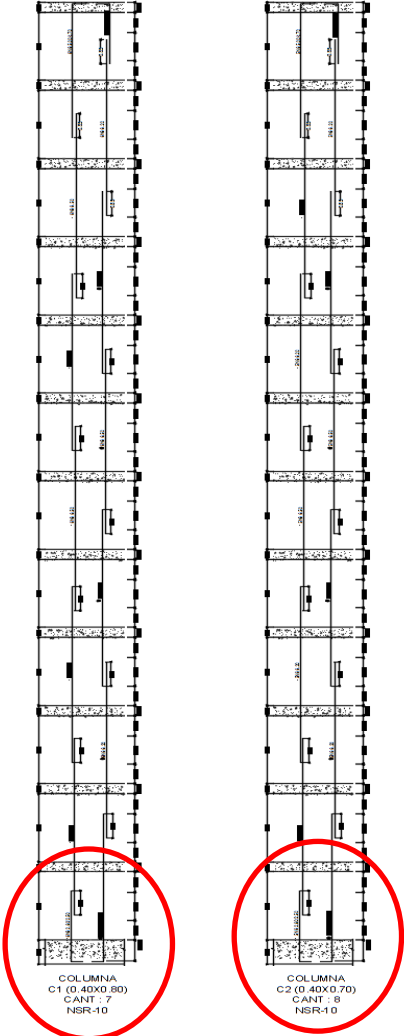
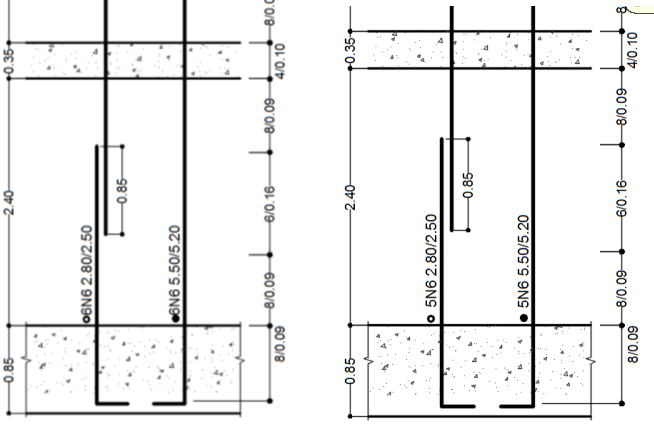


Figura 47. Detalle de Columnas NSR-10



COLUMNA
C1 (0.40X0.80)
CANT : 7
NSR-10

COLUMNA
C2 (0.40X0.70)
CANT : 8
NSR-10

ANEXO J. DISEÑO ELEMENTOS NSR-98

Vigas (diagramas)

V40-A (0.30x0.35) eje A

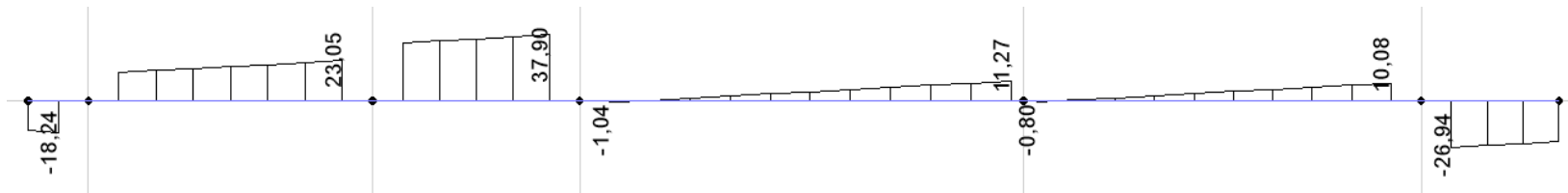


Figura 48. Diagrama de cortante V40-4 (0.30x0.35) eje A

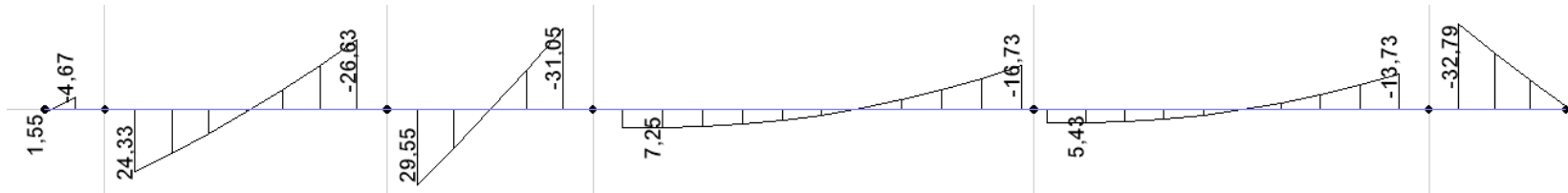


Figura 49. Diagrama de momentos V40-4 (0.30x0.35) eje A

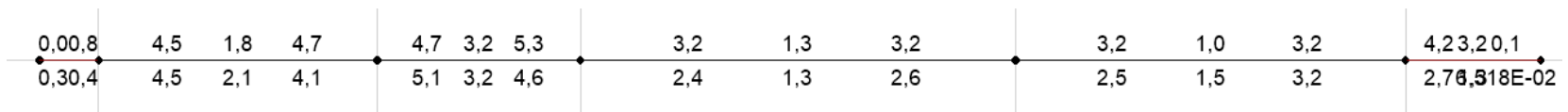


Figura 50. Refuerzo longitudinal V40-4 (0.30x0.35) eje A
 V40-4 (0.40x0.35) eje 4'

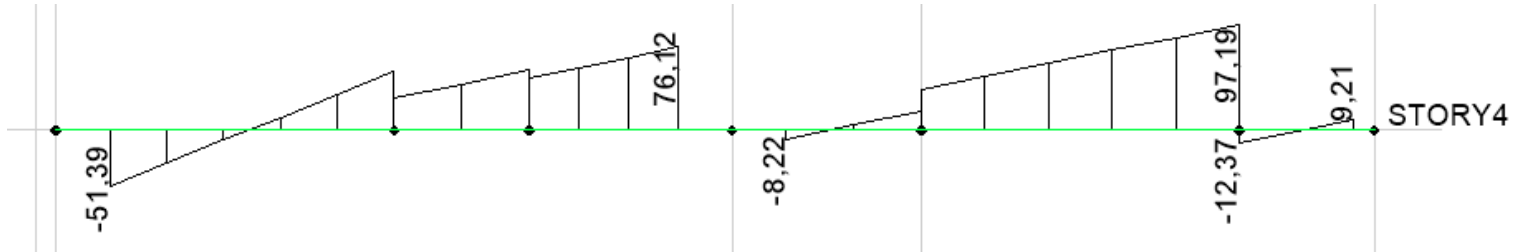


Figura 51. Diagrama de cortante V40-4 (0.40x0.35) eje 4'

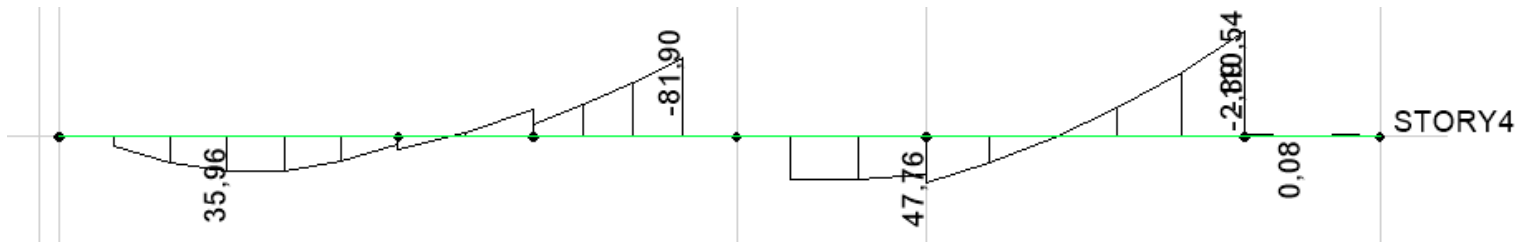


Figura 52. Diagrama de momento V40-4 (0.40x0.35) eje 4'

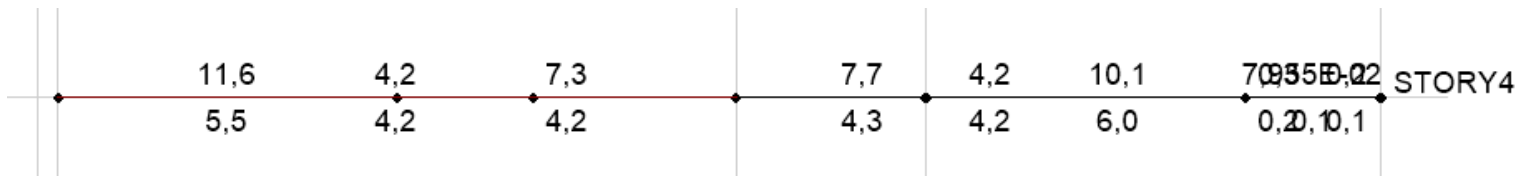


Figura 53. Diagrama de refuerzo longitudinal V40-4 (0.40x0.35) eje 4'

V40-3 (0.40x0.35) eje 3

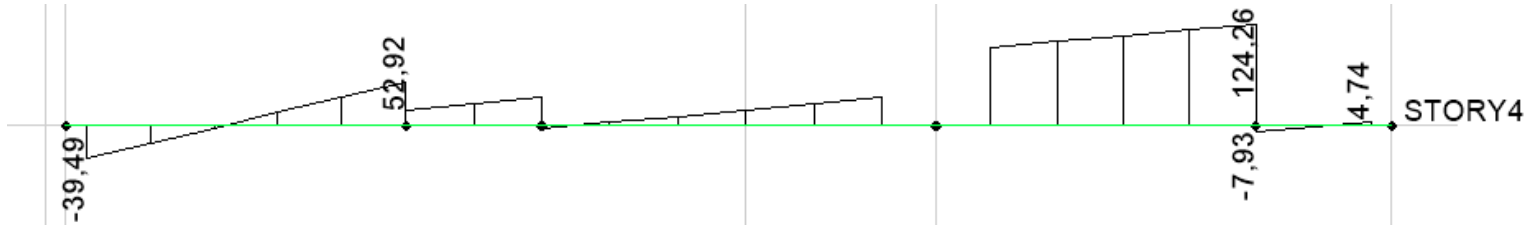


Figura 54. Diagrama de cortante V40-4 (0.40x0.35) eje 3

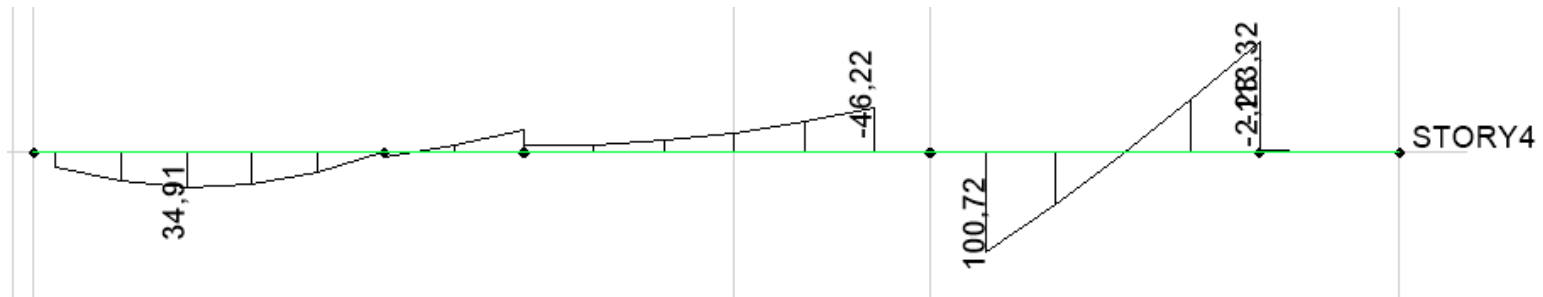


Figura 55. Diagrama de momento V40-4 (0.40x0.35) eje 3

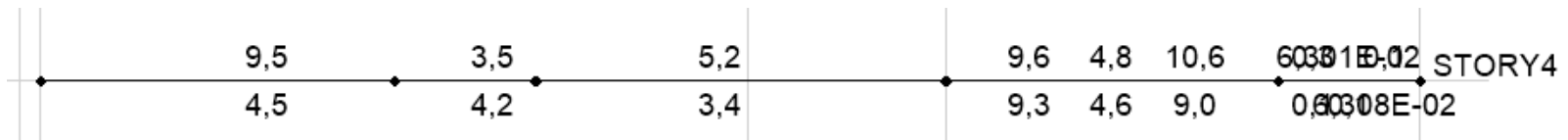
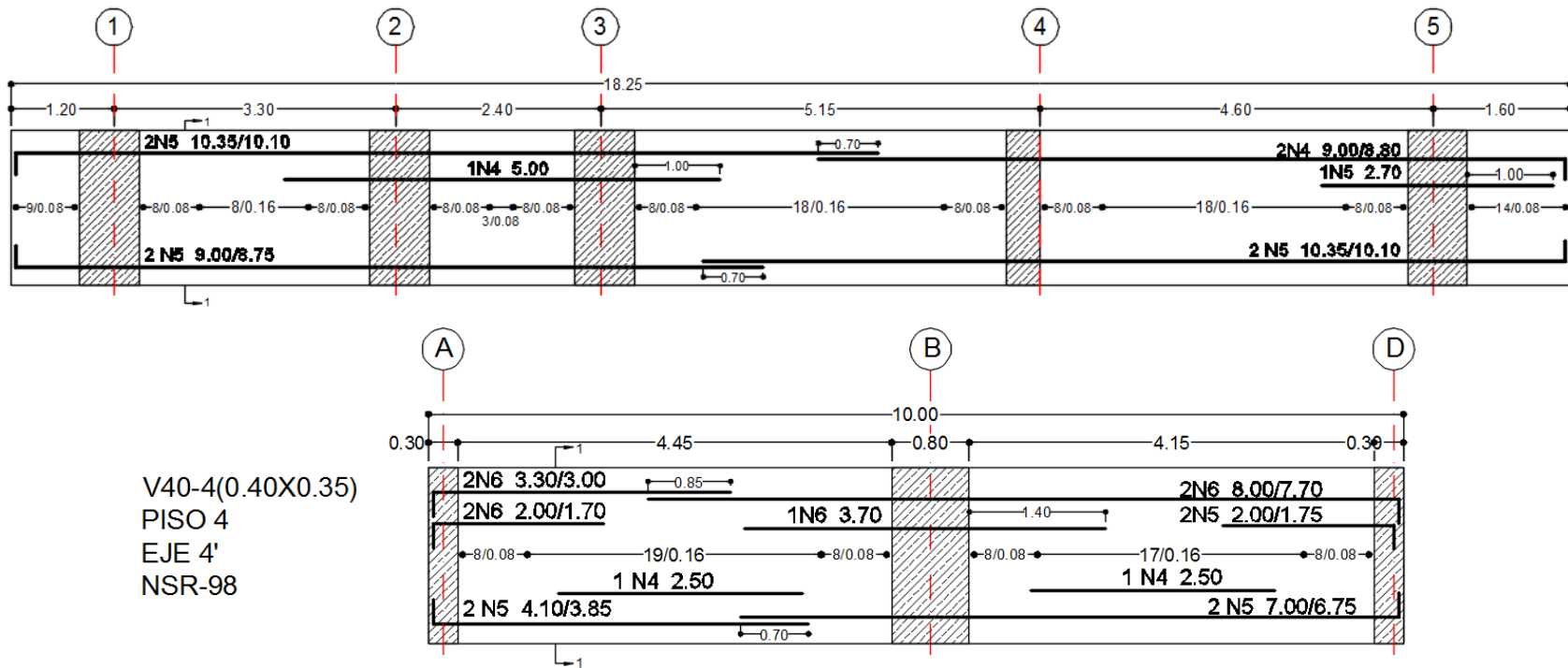
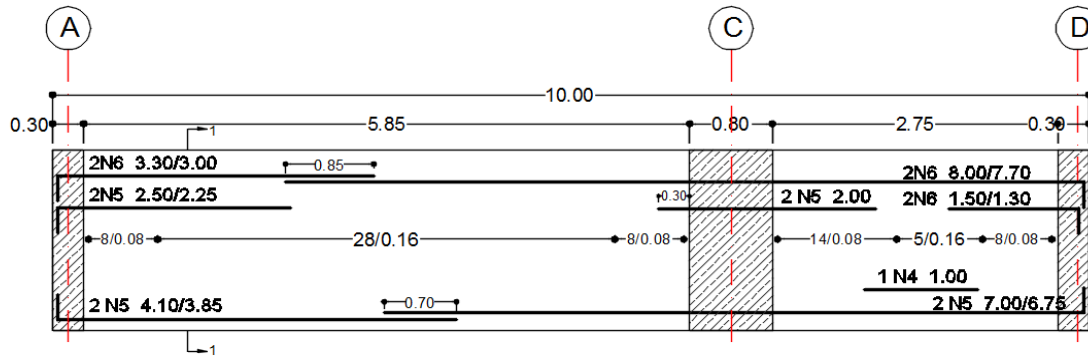


Figura 56. Diagrama de refuerzo longitudinal V40-4 (0.40x0.35) eje 3
REFUERZO VIGAS NSR-98

Figura 57. Despiece de vigas NSR-98 (0.40x0.35) eje 3



V40-3(0.40X0.35)
 PISO 4
 EJE 3'
 NSR-98



FGFDGDFGDFGDFG

COLUMNAS NSR-98

Figura 58. Cortante y momento para pórtico eje 3 NSR-98.

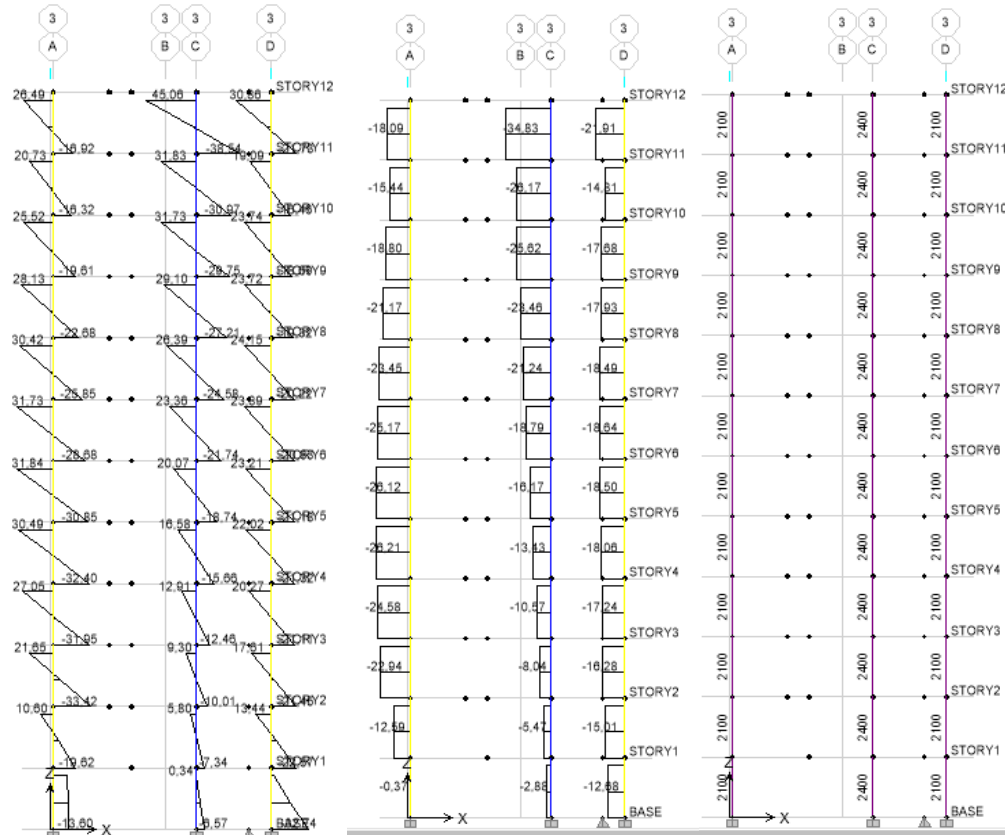


Figura 59. Refuerzo para Columnas NSR-98

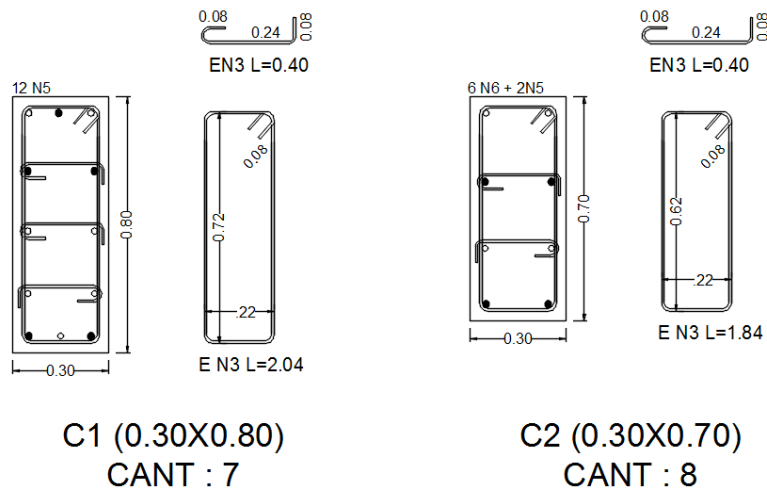


Figura 60. Sección transversal Columnas NSR-98

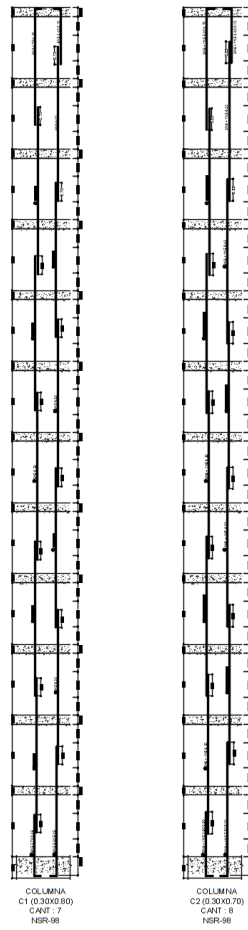
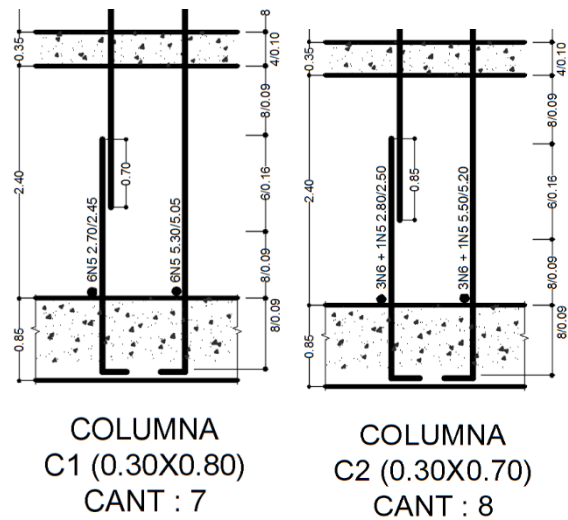





Figura 61. Detalle de Columnas NSR-10



ANEXO K. CANTIDADES DE MATERIAL

ACERO VIGAS

Tabla 32. Cantidades de acero para las vigas del análisis NSR-10 Y NSR-98

FORMA	FIGURA											
	2				3		4			6		
					A							
ELEMENTO	MARCA	FORMA	DIAMETRO PULGADAS	Nº BARRAS ELEMENTO	Nº ELEMENTOS	Nº TOTAL DE BARRAS	LONGITUD PARCIAL (m)			LONGITUD TOTAL (m)	PESO TOTAL (kg)	
							A	B	C			
V40-A (0,30X0,35)		4	5/8	4	1	4	10,10	0,25		10,35	64,25	
		4	5/8	4	1	4	8,75	0,25		9,00	55,87	
		4	5/8	2	1	2	7,05	0,30	0,08	7,35	22,81	
		3	5/8	1	1	1	5,00			5,00	7,76	
NSR-10		2	3/8	134	1	134	0,22	0,27	0,08	1,14	85,55	TOTAL [KG]
											236,2	
V40-A (0,30X0,35) NSR-98		4	5/8	4	1	4	10,10	0,25		10,35	64,25	
		4	5/8	2	1	2	8,75	0,25		9,00	27,94	
		4	4/8	2	1	2	8,75	0,25		9,00	17,82	
		3	4/8	1	1	1	5,00			5,00	4,95	
		3	5/8	1	1	1	2,70			2,70	4,19	
	2	3/8	134	1	134	0,22	0,27	0,08	1,14	85,55	TOTAL [KG]	
											204,7	
V40-4 (0,40X0,35) NSR-10		4	6/8	2	1	2	3,00	0,30		3,30	14,78	
		4	5/8	2	1	2	1,75	0,25		2,00	6,21	
		4	6/8	1	1	1	1,70	0,30		2,00	4,48	
		4	5/8	2	1	2	3,85	0,25		4,10	12,73	
		4	6/8	2	1	2	7,70	0,30		8,00	35,84	
		4	6/8	1	1	1	1,70	0,30		2,00	4,48	
		4	5/8	1	1	1	1,75	0,25		2,00	3,10	
		4	5/8	2	1	2	6,75	0,25		7,00	21,73	
		3	4/8	1	1	1	2,50			2,50	2,48	
		3	6/8	1	1	1	3,70			3,70	8,29	
		3	4/8	1	1	1	2,50			2,50	2,48	
		2	3/8	68	1	68	0,27	0,32	0,08	1,34	51,03	TOTAL [KG]
											167,6	
V40-4 (0,40X0,35) NSR-98		4	6/8	2	1	2	3,00	0,30		3,30	14,78	
		4	6/8	2	1	2	1,70	0,30		2,00	8,96	
		4	5/8	2	1	2	3,85	0,25		4,10	12,73	
		4	6/8	2	1	2	7,70	0,30		8,00	35,84	
		4	5/8	2	1	2	1,75	0,25		2,00	6,21	
		4	5/8	2	1	2	6,75	0,25		7,00	21,73	
		3	6/8	1	1	1	3,70			3,70	8,29	
		3	4/8	2	1	2	2,50			2,50	4,95	
	2	3/8	68	1	68	0,27	0,32	0,08	1,34	51,03	TOTAL [KG]	
											164,5	

V40-3 (0,40X0,35) NSR-10	4	6/8	2	1	2	3,00	0,30		3,30	14,78	TOTAL [KG] 165,7
	4	6/8	2	1	2	2,20	0,30		2,50	11,20	
	4	5/8	2	1	2	3,85	0,25		4,10	12,73	
	4	6/8	2	1	2	7,70	0,30		8,00	35,84	
	4	6/8	2	1	2	1,20	0,30		1,50	6,72	
	4	5/8	1	1	1	1,75	0,25		2,00	3,10	
	4	5/8	2	1	2	6,75	0,25		7,00	21,73	
	3	5/8	1	1	1	2,00			2,00	3,10	
	3	6/8	1	1	1	2,00			2,00	4,48	
	3	4/8	1	1	1	1,00			1,00	0,99	
2	3/8	68	1	68	0,27	0,32	0,08	1,34	51,03		
V40-3 (0,40X0,35) NSR-98	4	6/8	2	1	2	3,00	0,30		3,30	14,78	TOTAL [KG] 157,8
	4	5/8	2	1	2	2,25	0,25		2,50	7,76	
	4	5/8	2	1	2	3,85	0,25		4,10	12,73	
	4	6/8	2	1	2	7,70	0,30		8,00	35,84	
	4	6/8	2	1	2	1,20	0,30		1,50	6,72	
	4	5/8	2	1	2	6,75	0,25		7,00	21,73	
	3	5/8	2	1	2	2,00			2,00	6,21	
	3	4/8	1	1	1	1,00			1,00	0,99	
	2	3/8	68	1	68	0,27	0,32	0,08	1,34	51,03	

CONCRETO VIGAS




Tabla 33. Cantidades de concreto para las vigas del análisis NSR-10 Y NSR-98

CONCRETO VIGAS NSR-98					
ELEMENTO	CANTIDAD	B [M] [m]	H [M] [m]	L [M] [m]	VOLUMEN CONCRETO [M3] m ³
V40-A NSR-98	1	0,30	0,35	18,25	1,9
V40-4 NSR-98	1	0,40	0,35	10,00	1,4
V40-3 NSR-98	1	0,40	0,35	10,00	1,4
TOTAL					4,7 m³

CONCRETO VIGAS					
ELEMENTO	CANTIDAD	B [M] [m]	H [M] [m]	L [M] [m]	VOLUMEN CONCRETO [M3] m ³
V40-A NSR-10	1	0,30	0,35	18,25	1,9
V40-4 NSR-10	1	0,40	0,35	10,00	1,4
V40-3 NSR-10	1	0,40	0,35	10,00	1,4
TOTAL					4,7 m³

CANTIDADES DE MATERIALES COLUMNAS

ACERO COLUMNAS

		FIGURA											
FORMA	2		3		4			6					
			A										
ELEMENTO	MARCA	FORMA	DIAMETRO PULGADAS	N° BARRAS ELEMENTO	N° ELEMENTOS	N° TOTAL DE BARRAS	LONGITUD PARCIAL (m)			LONGITUD TOTAL (m)	PESO TOTAL (kg)		
							A	B	C				
C1 (0,40X0,80) #7 NSR-10		4	6/8	6	7	42	2,50	0,30		2,80	263,42		
		4	6/8	6	7	42	4,70	0,30		5,00	470,40		
		4	6/8	6	7	42	5,20	0,30		5,50	517,44		
		4	6/8	6	7	42	2,10	0,30		2,40	225,79		
		3	6/8	36	7	252	6,20			6,20	3499,78		
		3	6/8	18	7	126	6,50			6,50	1834,56		
		3	6/8	6	7	42	6,40			6,40	602,11		
		2	3/8	320	7	2240	0,32	0,72	0,08	2,24	2809,86	TOTAL [KG]	
	6	3/8	960	7	6720	0,34	0,08		0,50	1881,60	12105,0		
C2 (0,40X0,70) #8 NSR-10		4	6/8	5	8	40	2,50	0,30		2,80	250,88		
		4	6/8	5	8	40	4,70	0,30		5,00	448,00		
		4	6/8	5	8	40	5,20	0,30		5,50	492,80		
		4	6/8	5	8	40	2,10	0,30		2,40	215,04		
		3	6/8	30	8	240	6,20			6,20	3333,12		
		3	6/8	15	8	120	6,50			6,50	1747,20		
		3	6/8	5	8	40	6,40			6,40	573,44		
		2	3/8	320	8	2560	0,32	0,62	0,08	2,04	2924,54	TOTAL [KG]	
	6	3/8	640	8	5120	0,34	0,08		0,50	1433,60	11418,6		
C2 (0,30X070) #8 NSR-98		4	6/8	3	8	24	2,50	0,30		2,80	150,53		
		4	6/8	3	8	24	4,70	0,30		5,00	268,80		
		4	6/8	3	8	24	5,20	0,30		5,50	295,68		
		4	6/8	3	8	24	2,10	0,30		2,40	129,02		
		4	5/8	1	8	8	2,55	0,25		2,80	34,76		
		4	5/8	1	8	8	4,75	0,25		5,00	62,08		
		4	5/8	1	8	8	5,25	0,25		5,50	68,29		
		4	5/8	1	8	8	2,15	0,25		2,40	29,80		
		3	6/8	18	8	144	6,20			6,20	1999,87		
		3	6/8	9	8	72	6,50			6,50	1048,32		
		3	6/8	3	8	24	6,40			6,40	344,06		
		3	5/8	6	8	48	6,20			6,20	461,88		
		3	5/8	3	8	24	6,50			6,50	242,11		
		3	5/8	1	8	8	6,40			6,40	79,46		
	2	3/8	320	8	2560	0,22	0,62	0,08	1,84	2637,82	TOTAL [KG]		
	6	3/8	640	8	5120	0,24	0,08		0,40	1146,88	8999,4		

C1 (0,30X080) #7 NSR-98	4	5/8	6	7	42	2,45	0,25		2,70	176,00	
	4	5/8	6	7	42	4,50	0,25		4,75	309,62	
	4	5/8	6	7	42	5,05	0,25		5,30	345,48	
	4	5/8	6	7	42	2,15	0,25		2,40	156,44	
	3	5/8	36	7	252	6,00			6,00	2346,62	
	3	5/8	18	7	126	6,50			6,50	1271,09	
	3	5/8	6	7	42	6,20			6,20	404,14	
	2	3/8	320	7	2240	0,22	0,72	0,08	2,04	2558,98	TOTAL [KG]
	6	3/8	960	7	6720	0,24	0,08		0,40	1505,28	9073,6

Tabla 34. Cantidades de acero para las columnas del análisis NSR-10 Y NSR-98
CONCRETO COLUMNAS

CONCRETO COLUMNAS NSR-98					
ELEMENTO	CANTIDAD	B	H	L	VOLUMEN
		[m]	[m]	[m]	m ³
C1 NSR-98	7	0,30	0,80	33,00	55,44
C2 NSR-98	8	0,30	0,70	30,70	51,58
TOTAL					107,0 m ³

Tabla 35. Cantidades de concreto para las columnas del análisis NSR-10 Y NSR-98

CONCRETO COLUMNAS					
ELEMENTO	CANTIDAD	B	H	L	VOLUMEN
		[m]	[m]	[m]	m ³
C1 NSR-10	7	0,40	0,80	33,00	73,92
C2 NSR-10	8	0,40	0,70	33,00	73,92
TOTAL					147,8 m ³

Tabla 36. Carga muerta generada por el modelo NSR-98

PESO MUERTO NSR - 98					
Story	Point	Load	FX	FY	FZ
BASE	3	DEAD	0,8	10	1185,8
BASE	4	DEAD	-3	5,4	633,6
BASE	5	DEAD	14,1	1,3	1118,7
BASE	8	DEAD	13	-0,1	1037,3
BASE	9	DEAD	-13,5	-7,8	1411,3
BASE	10	DEAD	-3,6	-6	631,1
BASE	11	DEAD	5,4	6,9	986,8
BASE	14	DEAD	1	-2,1	799
BASE	15	DEAD	137	0	226,6

BASE	16	DEAD	-142,9	-0,7	711
BASE	21	DEAD	136,7	162,1	1043,5
BASE	22	DEAD	-139,6	-0,1	436,3
BASE	38	DEAD	137,5	-149,7	1020,3
BASE	39	DEAD	-131,8	0,4	418,4
BASE	41	DEAD	9,3	-3,1	1214,3
BASE	44	DEAD	-1,4	3	965,2
BASE	46	DEAD	151,6	0,1	254,2
BASE	47	DEAD	-168,6	-6,4	805,3
BASE	48	DEAD	16	-0,4	1230,5
BASE	49	DEAD	-8,5	5,8	1711,8
BASE	50	DEAD	-15,3	7,8	846,3
BASE	55	DEAD	12,5	-3,5	31
BASE	56	DEAD	-3,1	-11,3	91,4
BASE	57	DEAD	-3,9	-11,5	19,2
Summation	0, 0, Base	DEAD	0	0	18828,9 [KN]

Tabla 37. Carga viva generada por el modelo NSR-98

PESO VIVO NSR - 98					
Story	Point	Load	FX	FY	FZ
BASE	3	LIVE	-0,3	3,8	204,2
BASE	4	LIVE	-1,2	1,3	93,6
BASE	5	LIVE	6,1	0,1	192,9
BASE	8	LIVE	5,9	0,2	187,1
BASE	9	LIVE	-6,4	-2,8	274
BASE	10	LIVE	-1,3	-2,4	96,1
BASE	11	LIVE	2,4	2,3	173,4
BASE	14	LIVE	0,5	-0,7	125,3
BASE	15	LIVE	16,6	0	31
BASE	16	LIVE	-19,9	-0,4	91,6
BASE	21	LIVE	16,3	23,1	145,1
BASE	22	LIVE	-18	-0,1	55,1
BASE	38	LIVE	17,3	-21,2	141,7
BASE	39	LIVE	-15	0,1	48,8
BASE	41	LIVE	4,8	-1,2	222,3
BASE	44	LIVE	-0,4	0,6	167,6
BASE	46	LIVE	20,1	0,1	38
BASE	47	LIVE	-27,8	-0,2	114,5
BASE	48	LIVE	6,3	0,2	222,6
BASE	49	LIVE	-2	2,3	338,6
BASE	50	LIVE	-6,1	2,6	145,5
BASE	55	LIVE	3,9	-0,5	15
BASE	56	LIVE	-0,8	-3,5	35,5
BASE	57	LIVE	-1,3	-3,7	13,2
Summation	0, 0, Base	LIVE	0	0	3172,6 [KN]

Tabla 38. Carga muerta generada por el modelo NSR-10

PESO VIVO NSR -10					
Story	Point	Load	FX	FY	FZ
BASE	3	DEAD	0,9	12,3	1179,8
BASE	4	DEAD	-2,9	4,8	677,2
BASE	5	DEAD	15,7	1,2	1106,6
BASE	8	DEAD	14,4	0,3	1094,7
BASE	9	DEAD	-12,9	-9,2	1468,8
BASE	10	DEAD	-3,8	-6,9	720
BASE	11	DEAD	6,8	7,3	1063,8
BASE	14	DEAD	-1,2	-1,6	906,7
BASE	15	DEAD	119,5	0	193,2
BASE	16	DEAD	-126,2	0,3	771,2
BASE	21	DEAD	125,4	147,7	946
BASE	22	DEAD	-130,1	0	407,6
BASE	38	DEAD	128	-134,5	934,4
BASE	39	DEAD	-127,2	0,3	403,7
BASE	41	DEAD	9	-4,1	1299,8
BASE	44	DEAD	1,7	3,1	1112,8
BASE	46	DEAD	135,2	0	222
BASE	47	DEAD	-151,8	-5,9	893,2
BASE	48	DEAD	18,1	-0,3	1297,5
BASE	49	DEAD	-8,1	6,9	1786
BASE	50	DEAD	-16	9,4	912,2
BASE	55	DEAD	15,5	-3,7	31,8
BASE	56	DEAD	-4,7	-13,7	90,5
BASE	57	DEAD	-5,3	-13,9	20,2
Summation	0, 0, Base	DEAD	0	0	19539,7 [KN]

Tabla 39. Carga viva generada por el modelo NSR-10

PESO VIVO NSR -10					
Story	Point	Load	FX	FY	FZ
BASE	3	LIVE	-0,2	4,5	203,4
BASE	4	LIVE	-1,3	1,1	94,2
BASE	5	LIVE	6,6	0	193,5
BASE	8	LIVE	6,6	0,2	191,4
BASE	9	LIVE	-6,1	-3,3	273,9
BASE	10	LIVE	-1,5	-2,7	104,1
BASE	11	LIVE	3	2,4	179
BASE	14	LIVE	-0,2	-0,6	133,8
BASE	15	LIVE	13,3	0	24,6
BASE	16	LIVE	-16,8	-0,1	91,8
BASE	21	LIVE	14,2	20,3	125,9
BASE	22	LIVE	-16,5	0	50,8
BASE	38	LIVE	14,7	-17,7	122,1

BASE	39	LIVE	-14,7	0,1	46,7
BASE	41	LIVE	4,7	-1,6	226,8
BASE	44	LIVE	0,9	0,6	184,6
BASE	46	LIVE	16,8	0,1	31,3
BASE	47	LIVE	-24,4	0,1	120,5
BASE	48	LIVE	7,3	0	225,1
BASE	49	LIVE	-1,9	2,8	339,8
BASE	50	LIVE	-6,5	3,1	145,2
BASE	55	LIVE	4,8	-0,4	15,2
BASE	56	LIVE	-1,2	-4,3	35,2
BASE	57	LIVE	-1,8	-4,5	13,5
BASE	510	LIVE	0	0	0
Summation	0, 0, Base	LIVE	0	0	3172,4 [KN]