

**ANÁLISIS DE AFECTACIÓN EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DE PÓRTICOS DE
BAJA ALTURA POR INFLUENCIA DE LA PENDIENTE DEL TERRENO**

**IMER FAVIAN BURGOS DUARTE
CRISTIAN MIGUEL CORTES MURCIA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

**ANÁLISIS DE AFECTACIÓN EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DE PÓRTICOS DE
BAJA ALTURA POR INFLUENCIA DE LA PENDIENTE DEL TERRENO**

**IMER FAVIAN BURGOS DUARTE
CRISTIAN MIGUEL CORTES MURCIA**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

**Director
GUSTAVO CHIO CHO
Ingeniero Civil, Ph.D**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

Los sueños nos motivan a hacer cosas interesantes, poner esfuerzos grandes por motivos anhelados, somos seres humanos movidos por deseos propios que nos dejan satisfacciones placenteras de conformidad.

Hoy me siento satisfecho del esfuerzo, de la dedicación y más aun de los resultados obtenidos de un trabajo apasionante que durante un tiempo disfrute y velé por su culminación. Nada de esto hubiese sido posible sin la presencia del amor y el apoyo de personas que me dieron su confianza y respaldo en la realización de este logro.

A DIOS TODO PODEROSO: *por que junto con la vida conspiro para que todo trabajará a mi favor, su tiempo perfecto me mostro que todo es posible si se vive en gracia de Él y que de su mano, su protección y favor divino todo es más fácil en cada paso de este importante camino llamado vida.*

A MI MADRE: *por que sin duda ella es el ejemplo de perseverancia, disciplina, valentía, amor y otras cualidades invaluable, sentimientos y enseñanzas que me trasmitió desde que en su seno me acobijo y me brindo el amor que solo ella puede ; amor que me convirtió en la persona que por hoy me siento orgulloso de ser. Ella que sin importar siempre me brindó su apoyo en cada decisión y me enseñó que cada esfuerzo tiene su recompensa y que las cosas que se hacen con amor y paciencia tiene más satisfacción que ninguna otra.*

A MI PADRE: *que me enseñó el valor de las cosas verdaderamente importantes con un significado peculiar dado de su forma de pensar, su forma de ver la vida que me mostró que los problemas que parecen en el trascurso de la existencia del ser humano se afrontan con serenidad y sabiduría paciencia y amor. Así me reveló la gallardía los valores y la templanza que un hombre reflejado en el corazón de un caballero debe poseer en la vida para ser amado por los demás.*

A MI HERMANA: *que jamás dudo un segundo de mí, con su ejemplo me mostró el camino de la disciplina, el respeto y la pasión puesta en los sueños, reflejado en su amor y su propia vida, ella que es el motor y el pilar en mi vida, me enseñó que a pesar de los golpes de la vida es preciso levantarse y volverlo a intentar y ver cada día como una nueva oportunidad de ser feliz y mejor persona.*

A MIS COMPAÑEROS: *que al transcurrir de esta vida de academia me brindaron su ayuda y algunos de ellos su amistad, donde se forjaron fuertes lazos de hermandad, especialmente a mi compañero de Tesis que me brindo su amistad y permitió que juntos diéramos este importante paso de vida.*

A MI DIRECTOR DE GRADO: *que confió en nuestra capacidad y facilito el trabajo con su orientación y permanente guía además de sus importantes aportes dentro de mi vida personal y profesional.*

CRISTIAN MIGUEL CORTES MURCIA

DEDICATORIA

Todo trabajo en la vida requiere de dedicación y esfuerzo, comprendiendo que la mayor motivación para lograr un sueño es creer en que es posible alcanzarlo a pesar de cada una de las dificultades que se presentan, tolerando cada tropiezo pero superándolo con proactividad y carácter. Además, lo que hace la diferencia entre llegar a la meta o desfallecer en el camino es la persistencia, la pasión y dedicación. Sin más preámbulos quiero dedicar no sólo este proyecto de investigación sino gran cantidad de triunfos a aquellos seres que me influenciaron de manera directa e indirecta para hacer posible este logro y crecimiento personal.

A DIOS TODO PODEROSO: *Creador de todo el universo, el guía en mis caminos y el que realmente sabe los sacrificios realizados; los días y noches de cansancio en los cuales me mantuvo activo para rendir satisfactoriamente y atender mis responsabilidades. Gracias Señor por la familia que me has dado, por la salud y la vida.*

A MI MADRE: *Por sus consejos, su amor y cariño incondicional, su protección y cuidados para el bienestar de todos en el hogar. Este logro es tanto mío como tuyo, porque te has sacrificado para hacerlo posible, dando ejemplo de trabajo arduo y constante.*

A MI PADRE: *Un hombre ejemplo de responsabilidad, seriedad y dedicación ante las obligaciones adquiridas, que desea lo mejor para su familia y en especial para sus hijos; con el objetivo de que recibiera la herencia más valiosa del mundo una buena educación.*

A MI HERMANA: *Ha sido una mujer ejemplar por su perspectiva profesional y ganas de ser una persona exitosa en la vida, no solo es una maestra de matemáticas sino una luchadora que busca con carácter resolver las situaciones que se le presentan. Hermana también debo agradecer a su esposo por aquellos consejos que tienen como fin mi crecimiento profesional y personal. Además, deseo lo mejor para tu hijo y los que Dios te regale en un futuro.*

A TODA MI FAMILIA Y AMIGOS: *Gracias por las palabras de apoyo y los buenos deseos que para mí han sido una bendición.*

A MIS COMPAÑEROS: *Personas a las que agradezco su amistad y colaboración mutua, resaltando la lucha diaria y organizada llevada a cabo para sacar adelante cada tarea o trabajo. Debo dar reconocimiento a mi compañero de proyecto de grado que es una persona inteligente, tolerante y visionaria; aprendí a su lado otras perspectivas y formas de ver el mundo, además del trabajo eficiente y conjunto que logramos desarrollar para dar fin a esta carrera profesional.*

A MI DIRECTOR DE GRADO: *Es una Ingeniero civil que solo puede recibir admiración y reconocimientos por su preparación profesional y además su sencillez. Quiero darle gracias por sus enseñanzas, orientación, paciencia y los consejos que nos forman como profesionales íntegros.*

IMER FAVIAN BURGOS DUARTE

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. CONCEPTOS Y ESPECIFICACIONES GENERALES	26
1.1 ANÁLISIS ELÁSTICO NO LINEAL PUSHOVER.	26
1.1.1 Patrón de carga lateral	27
1.1.2 Espectro de demanda	28
1.1.3 Espectro de capacidad	28
1.1.4 Nivel de desempeño	29
1.1.5 Rotulas plásticas	32
1.1.6 Método de los coeficientes	32
1.1.7. Modificación del método de los coeficientes de acuerdo con la Fema 440	34
1.2. ESPECIFICACIONES DE LA VIVIENDA TIPO.	36
1.2.1 Ubicación y tipo de suelo	36
1.2.2. Sistema estructural	37
1.2.3 Materiales	37
1.2.4. Descripción arquitectónica	37
1.3. VISIÓN ESTRUCTURAL	40
1.3.1 Losa aligerada armada en una dirección	41
1.3.2 Definición de las columnas y vigas	42
2. PREDIMENSIONAMIENTO Y DISEÑOS PRELIMINARES DE LA VIVIENDA TIPO	43
2.1 CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA DE LA VIVIENDA TIPO ESTUDIADA.	43

2.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SEGÚN NSR-98.	43
2.2.1 Dimensiones de las vigas	43
2.2.2 Dimensión de la columna	45
2.3 CHEQUEO DE LA LOSA ALIGERADA DE LA VIVIENDA TIPO (ZONA 11 DEL LIBRO VISIÓN ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES EN BUCARAMANGA)	46
2.3.1 Espesor o altura de la losa	46
2.3.2 Base de la nervadura	47
2.3.3 Separación de nervaduras	47
2.3.4 Torta superior e inferior	48
2.4. CALCULO DE PESO DE LA LOSA ALIGERADA POR METRO CUADRADO (CARGA PERMANENTE)	49
2.4.1 Peso de la losa	49
2.4.2 Carga muerta sobreimpuesta	50
2.5. DISTRIBUCIÓN DE CARGA MUERTA DE LA LOSA SOBRE LAS VIGAS CARGUERAS	51
2.6. CARGA VIVA SOBRE LA LOSA ALIGERADA	56
2.7. CARGA VIVA DE LA LOSA SOBRE LAS VIGAS CARGUERAS	56
2.8. CÁLCULO DEL PESO DE LA CUBIERTA	60
2.8.1 Calculo de la carga permanente de la cubierta	60
2.9. CARGA VIVA DE LA CUBIERTA	63
2.10. CÁLCULOS PRELIMINARES PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE. NORMA SISMO RESISTENTE [NSR-98]	65
2.10.1 Consideraciones para el uso de FHE	65
2.10.2 Especificaciones generales de la vivienda tipo 1	66
2.10.3 Valores de “Aa” según NSR-98.	66
2.10.4 Tipo de perfil de suelo “S3” según NSR-98 (A.2.4.2.3)	67
2.10.5 Coeficiente de sitio “S” según NSR-98 (A.2.4.2)	67

2.10.6 Coeficiente de importancia “I” según NSR-98 (A.2.5)	68
2.10.7 Espectro de diseño (NSR-98)	68
2.10.8 Cálculo de periodos y aceleraciones para definir el espectro elástico de diseño.	69
2.11. FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE (FHE)-CAPITULO A.4	70
2.11.1 Cálculo del periodo fundamental t_a y la aceleración S_a (Norma sismo resistente de 98).	70
2.11.2 Cálculo del valor de k para ingresar al modelo de SAP 2000 Versión 16.	72
2.12. MODELAMIENTO EN SAP 2000 Versión 16. “MÉTODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE”	73
2.12.1 Definir grilla, ingresar las distancias reales del pórtico tipo 1	73
2.12.2 Definir concreto de 21 MPA (3000 PSI)	74
2.12.3 Definir acero grado 60	74
2.12.4 Definir y dibujar las secciones de vigas y columnas; adicionar empotramiento en la base	75
2.12.5 Nomenclatura de los nodos	77
2.12.6 Crear diafragmas o constraints	78
2.12.7 Definir patrones de carga	79
2.12.8 Configuración de la masa	81
2.12.9 Cargar el sistema de entrepiso	81
2.12.10 Cargar el sistema de cubierta	83
2.12.11 Correr el modelo del pórtico de la vivienda tipo 1	84
2.12.12 Resultados de los desplazamientos- chequeo de derivas vivienda tipo 1	86
3. DISEÑO ESTRUCTURAL	87
3.1 DISEÑO SISMO RESISTENTE	87
3.2 COMBINACIONES DE CARGA USADAS (Tomadas de la NSR-10)	89
3.1.2 Código usado para el diseño estructural	90
3.1.3 Adición de combos para el diseño estructural	91
3.1.4 Iniciar diseño estructural	91
3.1.5 Cuantía final del acero requerido en los elementos estructurales	92

4. MÉTODO DE PUSHOVER	93
4.1. CALCULO DEL ACERO TRANSVERSAL	94
4.2. CALCULO DEL REFUERZO PRINCIPAL PARA RESISTIR FLEXIÓN EN VIGAS	96
4.3 CÁLCULO DE REFUERZO LONGITUDINAL EN LAS COLUMNAS.	100
4.4 SEPARACIÓN DEL REFUERZO TRANSVERSAL EN LAS COLUMNAS	101
4.4.1 Separación según la norma NSR-98	101
4.5 REFUERZO TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE LA VIVIENDA TIPO 1 USADO EN EL MÉTODO DE PUSHOVER	103
4.6 REFUERZO TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE LA VIVIENDA TIPO 2 USADO EN EL MÉTODO DE PUSHOVER	106
4.7 MODELAMIENTO EN SAP 2000 V16	111
4.7.1 Detalles de la columna en SAP	111
4.7.2 Detalles del refuerzo en vigas	112
4.7.3 Configurar carga gravitacional no lineal	115
4.7.4 Configurar carga estática no lineal (PUSHOVER)	117
4.7.5. PUSHOVERX (Sismo o carga lateral en la dirección “X”)	117
4.7.6 Asignar rótulas en vigas	120
4.7.7 Asignar rótulas en columnas	121
4.7.8 Adición del espectro de demanda NSR-10	122
4.7.9 Configuración de parámetros – Modificación fema 440	123
4.7.10 Ejecutar el método de PUSHOVER en SAP 2000 V16	127
4.7.11 Resultado tipo del método de PUSHOVER	127
5. ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL	139
5.1 MODELAMIENTO EN SAP 2000 V14	139
5.1.1 Ejecutar el método de análisis modal espectral	142
5.2 RESULTADOS VIVIENDA TIPO 1 (Ejemplo: pendiente del terreno 20°)	142
5.2.1 Control de desplazamientos	142
5.2.2 Periodos fundamentales “Ts”	143
5.3 RESULTADOS VIVIENDA TIPO 2 (Ejemplo: pendiente del terreno 20°)	144

5.3.1 Control de desplazamientos	144
5.3.2 Periodos fundamentales “Ts”	145
6. OBSERVACIONES	147
7. CONCLUSIONES	149
CITAS BIBLIOGRÁFICAS	151
BIBLIOGRAFÍA	153
ANEXOS	155

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Conversión espectro elástico inicial en espectro de demanda.	28
Figura 2. Conversión curva de capacidad en espectro de capacidad.	29
Figura 3. Relación no lineal fuerza-desplazamiento entre corte basal y desplazamiento del nodo de control.	33
Figura 4. Sistema estructural de Pórtico resistente a momentos.	37
Figura 5. Fachada y vista lateral de la vivienda Tipo I (Dimensiones en metros).	38
Figura 6. Fachada y vista lateral de la vivienda Tipo II (Dimensiones en metros).	39
Figura 7. Entrepiso # 1 de la vivienda tipo I y II.	40
Figura 8. Entrepiso # 1 de la vivienda tipo I y II.	41
Figura 9. Placa aligerada de entrepiso para la vivienda tipo I y II.	42
Figura 10. Secciones de columnas y vigas (30x30 cm) para las viviendas tipo I y II en todos sus modelamientos. Parte del refuerzo usado para el método de pushover.	42
Figura 11. Dimensionamiento de la losa aligerada armada en una dirección	48
Figura 12. Plano en el que se especifican cada una de las áreas de la losa para realiza la aferencia de cargas a las vigas.	51
Figura 13. Modelo 3D de las cargas asignadas al modelo de 0° vivienda tipo I	54
Figura 14. Valores de carga viva para una edificación de ocupación residencial, además de su zona de pasillos y escalera.	56
Figura 15. Elementos importantes que hacen parte de una cubierta convencional.	60
Figura 16. Elementos que componen un cielo raso convencional.	60
Figura 17. Teja de asbesto-cemento para conformar una cubierta.	62

Figura 18. Perfil de suelo “S3” que hace referencia un suelo tipo “C”.	67
Figura 19. Espectro elástico de diseño según la NSR-98.	68
Figura 20. Grilla para el modelamiento pórtico 1.	73
Figura 21. Dimensiones reales del pórtico 1.	73
Figura 22. Propiedades del tipo de concreto usado.	74
Figura 23. Propiedades del acero a utilizado.	75
Figura 24. Definición de secciones de vigas y columnas.	76
Figura 25. Definición de columnas de concreto reforzado de 30x30 cm.	76
Figura 26. Definición de vigas de concreto reforzado de 30x30 cm.	77
Figura 27. Elementos estructurales de la vivienda tipo 1.	77
Figura 28. Asignación de nomenclatura de los nodos.	78
Figura 29. Diafragmas rígidos por entrepiso y cubierta.	79
Figura 30. Crear los patrones de carga.	80
Figura 31. Modificación de coeficientes para el patrón de carga tipo sismo X.	80
Figura 32. Especificación de los tipos de carga transmitidas sobre el pórtico.	81
Figura 33. Adición de cargas permanentes impuestas por la losa (DEAD).	82
Figura 34. Adición de carga viva impuestas sobre la losa.	82
Figura 35. Adición de cargas permanentes impuestas por la cubierta.	83
Figura 36. Adición de carga viva impuesta sobre la cubierta.	83
Figura 37. Casos de carga definidos para correr	84
Figura 38. Configuración código ACI 318-99 para el cálculo del acero de refuerzo	90
Figura 39. Adición de combinaciones para el diseño estructural.	91
Figura 40. Configuración final para inicio de cálculo de cuantía.	91
Figura 41. Elementos estructurales con acero de refuerzo - Vivienda tipo 1.	92
Figura 42. Imagen de requerimientos de acero longitudinal tenidos en cuenta en el método de pushover.	99
Figura 43. Configuración de acero requerido y suministrado para las vigas del entrepiso 1.	103

Figura 44. Configuración de acero requerido y suministrado para las vigas de la cubierta.	104
Figura 45. Detalle del refuerzo longitudinal en los extremos de cada viga tipo.	105
Figura 46. Secciones transversales de vigas y columnas usadas en la vivienda tipo1	105
Figura 47. Configuración de acero requerido y suministrado para las vigas del entrepiso 1.	106
Figura 48. Configuración de acero requerido y suministrado para las vigas del entrepiso 2.	107
Figura 49. Configuración de acero requerido y suministrado para las vigas de la cubierta	108
Figura 50. Detalle del refuerzo longitudinal en los extremos de cada viga tipo.	109
Figura 51. Secciones transversales de vigas y columnas usadas en la vivienda tipo 2.	110
Figura 52. Configuración del refuerzo longitudinal y transversal para columnas.	112
Figura 53. Tipos de vigas generadas para la vivienda tipo 1	113
Figura 54. Propiedades de la viga tipo 1 - vivienda tipo 1. Cantidad y recubrimiento del acero suministrado.	113
Figura 55. Tipos de vigas generadas para la vivienda tipo 2.	114
Figura 56. Propiedades de la viga tipo 1 - vivienda tipo 2. Cantidad y recubrimiento del acero suministrado	115
Figura 57. Adición de cargas gravitacionales (factores de escala) para conformar la carga gravitacional no lineal, para todos los modelos.	116
Figura 58. Configuración para el monitoreo de carga y desplazamiento por carga gravitacional no lineal.	116
Figura 59. Configuración para la cantidad de pasos por carga gravitacional no lineal a tener en cuenta en los modelos.	117
Figura 60. Carga tipo "PUSHOVERX" en la dirección "X". Método de análisis estático no lineal para los modelos estudiados.	118

Figura 61. Configuración para el monitoreo de carga y desplazamiento a tener en cuenta por “PUHOVERX”.	119
Figura 62. Configuración de múltiples pasos para monitoreo de fuerza-desplazamiento ocasionado por “PUHOVERX” en los modelos.	119
Figura 63. Creación y ubicación de las rótulas plásticas de vigas de entrepiso.	120
Figura 64. Creación y ubicación de las rótulas plástica en columnas.	121
Figura 65. Incorporación del espectro de demanda de la ciudad de Bucaramanga.	122
Figura 66. Parámetros de la fema 440. Vivienda tipo1	124
Figura 67. Parámetros de la fema 440.Vivienda tipo 2	125
Figura 68. Correr los modelos (vivienda tipo I y vivienda tipo II).	127
Figura 69. Variación de la Pendiente en Modelos tipo	128
Figura 70. Valor de cortante y desplazamiento (Vivienda tipo I - pendiente 20°).	129
Figura 71. Curva de capacidad (Vivienda tipo I - pendiente 20°).	130
Figura 72. Rotulación plástica en función del punto de desempeño por PUSHOVERX- paso 6 (Vivienda tipo I - pendiente 20°). Modelo 3D SAP 2000 V16.	131
Figura 73. Valor de cortante y desplazamiento (Vivienda tipo II - pendiente 20°).	134
Figura 74. Curva de capacidad (Vivienda tipo II - pendiente 20°).	134
Figura 75. Rotulación plástica en función del punto de desempeño por PUSHOVERX- paso 13 (Vivienda tipo II - pendiente 20°).	136
Figura 76. Creación del caso de carga SISMOX para aplicar el análisis modal espectral en dirección “X” para cualquier modelo.	140
Figura 77. Creación del caso de carga SIMOY para aplicar el análisis modal espectral en la dirección “Y” para cualquier modelo.	140
Figura 78. Configuración del SIMOX en la dirección U1. Análisis modal espectral.	141
Figura 79. Configuración del SIMOY en la dirección U2. Análisis modal espectral.	141

Figura 80. Correr los modelos (vivienda tipo I y vivienda tipo II).

142

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Niveles de desempeño de la edificación.	30
Tabla 2. Consideraciones para el cálculo de coeficiente “Cm” en función del número de pisos.	36
Tabla 3. Requisitos para el dimensionamiento de vigas según el tipo de capacidad de disipación de energía.	44
Tabla 4. Requisitos para el dimensionamiento de columnas según el tipo de capacidad de disipación de energía.	45
Tabla 5. Dimensionamiento de espesores mínimos de losas macizas y aligeradas en una dirección.	46
Tabla 6. Densidades de materiales	49
Tabla 7. Valores Mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se haga un análisis más detallado.	50
Tabla 8. Propiedades de la escalera de la vivienda tipo.	55
Tabla 9. Datos de características de la escalera para el cálculo de la carga viva.	59
Tabla 10. Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales- Cielo raso.	61
Tabla 11. Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales	62
Tabla 12. Carga viva por metro cuadrado en cubiertas.	64
Tabla 13. Valor de Aa, Ad y amenaza sísmica para el departamento de Santander.	66
Tabla 14. Coeficientes de sitio S de acuerdo al perfil de suelo.	67
Tabla 15. Valores de Coeficientes de importancia de acuerdo al grupo de uso de las edificaciones.	68

Tabla 16. Valores de periodos y aceleraciones del espectro de diseño.	69
Tabla 17. Chequeo de derivas por el sismo en dirección “X” (FHEX).	86
Tabla 18. Chequeo de derivas por el sismo en dirección “Y” (FHEY).	86
Tabla 19. Valor del coeficiente R0 Para un pórtico en concreto tipo DES..	89
Tabla 20. Dimensiones nominales del acero de refuerzo corrugado.	93
Tabla 21. Especificaciones para el cálculo de acero transversal.	94
Tabla 22. Especificaciones para definir el acero de refuerzo Longitudinal.	96
Tabla 23. Especificaciones para definir acero Longitudinal en columnas.	100
Tabla 24. Valores del parámetro Cm según la cantidad de pisos. FEMA 356	126
Tabla 25. Ubicación aproximada del punto de desempeño de la estructura en los resultados de la curva de capacidad.	130
Tabla 26. Definición del punto de desempeño y número de rotulas originadas en la vivienda tipo I, para el modelo en 20° de inclinación del terreno.	131
Tabla 27. Ubicación aproximada del punto de desempeño de la estructura en los resultados de la curva de capacidad. Vivienda tipo II – modelo en 20° de pendiente.	135
Tabla 28. Definición del punto de desempeño y número de rotulas originadas en la vivienda tipo II, para el modelo en 20° de inclinación del terreno.	135
Tabla 29. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 20 grados.	143
Tabla 30. Tabla de resumen del análisis modal espectral, de la vivienda tipo I ante el sismo “X”.	143
Tabla 31. Tabla de resumen del análisis modal espectral de la vivienda tipo I ante el sismo “Y”.	144
Tabla 32. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 20 grados.	145
Tabla 33. Tabla de resumen del análisis modal espectral de la vivienda tipo I ante el sismo “X”.	145
Tabla 34. Tabla de resumen del análisis modal espectral de la vivienda tipo II ante el sismo “Y”.	146

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Gráficas y tablas de resultados	155

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS DE AFECTACIÓN EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DE PÓRTICOS DE BAJA ALTURA POR INFLUENCIA DE LA PENDIENTE DEL TERRENO*

AUTORES: IMER FAVIAN BURGOS DUARTE**
CRISTIAN MIGUEL CORTES MURCIA

PALABRAS CLAVES: Vulnerabilidad Sísmica, Análisis Estático No Lineal (AENL), Porcentaje de Daño, Derivas Máximas, Punto de Desempeño, Rotulación Plástica, cargas Laterales, espectro elástico de aceleraciones.

DESCRIPCIÓN

Este proyecto de grado surge debido a la necesidad de complementar información a los estudios de vulnerabilidad sísmica realizados para el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga; estimando cuantitativamente el posible comportamiento no lineal que se presenta en una edificación de baja altura construida con un sistema de pórticos resistentes a momentos y bajo la sollicitación de fuerzas sísmicas. El parámetro de vulnerabilidad tenido en cuenta en la investigación es la variación en la pendiente del terreno, con el fin de analizar su incidencia en la respuesta de la estructura ante las demandas de fuerza y desplazamiento, comparando su capacidad de resistencia con la amenaza sísmica o espectro elástico de aceleraciones (NSR-10).

En particular se realizó el estudio de una vivienda de dos pisos tomada del libro visión estructural de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga (zona 11), siendo renombrada como vivienda tipo I y la cual se diseñó de acuerdo a las especificaciones de la norma sismo resistente de 1998 (NSR-98). Luego se sometió a dos clases de análisis en el software SAP 2000 v14; modal espectral para hallar las derivas máximas y el análisis estático no lineal "pushover" para encontrar el punto de desempeño, la rotulación plástica y por consiguiente definir el porcentaje de daño. Los dos análisis mencionados se aplicaron en 8 modelos, es decir, la vivienda tipo en pendientes de terreno de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 45 grados. De igual forma se analizó la vivienda tipo II la cual es el resultado de aumentar un entrepiso a la vivienda tipo I y así finalmente obtener gráficas para analizar la afectación y reacción de las dos estructuras bajo las sollicitaciones. Se identificó el fenómeno físico y se concluyó respondiendo cada situación en función de los objetivos planteados en la investigación.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil, Director: GUSTAVO CHIO CHO, Ingeniero Civil

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS OF THE EFFECT IN SEISMIC PERFORMANCE OF LOW LEVEL PORTICOES DUE TO INFLUENCE OF TERRAIN SLOPE*

AUTHORS: IMER FAVIAN BURGOS DUARTE**
CRISTIAN MIGUEL CORTES MURCIA

KEY WORDS: Seismic vulnerability, Nonlinear Static Analysis (NSA), Percentage of damage, Maximum Drifts, Point of Performance, Plastic Labeling, lateral loads, elastic spectrum of acceleration.

DESCRIPTION

This graduation project arises due to the need to supplement information from seismic vulnerability studies conducted for the metropolitan area in the city of Bucaramanga; estimating quantitatively the possible nonlinear behavior that occurs in a low-level building constructed with a system of resistant gateways to moments and under the stress of seismic forces. The vulnerability parameter considered in the investigation is the variation in the slope of the ground, in order to analyze its impact on the response of the structure to the demands of force and displacement, comparing its capability of resistance to seismic threat or elastic spectrum of accelerations (NSR-10).

In particular it was performed the study of a two-story house taken from the book Structural View of the Buildings in the City of Bucaramanga (zone 11), being renamed as type I housing and which was designed according to the specifications of the 1988 seismic resistant standard (NSR-98). Then it was performed two kinds of analysis on SAP 2000 v14 software; Spectral modal to find the maximum drifts and nonlinear static analysis "pushover" to find the point of performance, plastic labeling and therefore to define the percentage of damage. These two analyzes were applied in 8 models, that is, the type of land pending housing 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 45 degrees. Likewise, it was analyzed the housing type II which is the result of adding a mezzanine to housing type I and so finally to compare with graphics the involvement and reaction of each of the structures under the stresses of lateral loads imposed in each direction to identify and understand the physical phenomenon presents in every situation.

* Degree work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering, Director: Gustavo Chio Cho, Civil Engineer

INTRODUCCIÓN

El territorio nacional, variable en sus características geográficas, clima y diversidad de suelos, adopta fuertes pendientes y bandas escarpadas. Es primordial conocer las características de este elemento natural, debido a que algunas de nuestras ciudades principales están constituidas sobre estas tendencias territoriales, esto es notable ya que las montañas periurbanas suelen ocuparse principalmente por estratos muy bajos o estratos muy altos en edificaciones construidas sobre pendientes cambiantes, estos componentes no hacen muy tangible habitar dichas zonas, que sin embargo presentan demandas para ser resididas. Además de todo esto, existe otro factor riesgoso muy importante que es determinante en la seguridad de estas construcciones y es que además de ser un terreno escarpado, el territorio nacional está ubicado en una zona de alta amenaza sísmica. En ciudades como Bucaramanga que presenta estos factores de peligro mencionados y existen edificaciones de esta índole. Se vuelve un objetivo conocer y analizar el comportamiento de las edificaciones ante estos eventos ajenos al control humano. El sismo, un fenómeno que a nivel social representa una de las mayores amenazas a la vida humana y al patrimonio mutuo, debe ser estudiado a fondo y con detenimiento.

Siendo conscientes de la importancia de esta investigación, es compromiso social de la Ingeniería adentrarse en el análisis en estructuras de baja altura cuando se varía el nivel de cimentación de sus apoyos y el deterioro presente ante la acción de este evento. Es por ello que se hace una necesidad investigar e implementar herramientas en el estudio el daño de las estructuras en respuesta a la acción del sismo, en conjunto con este parámetro de pendiente del terreno, para tener mayor certeza de los efectos sobre las edificaciones de este tipo ya construidas, las que se realizarán a futuro y con ello se puedan prevenir ciertos desastres que atenten

contra la comunidad. En este estudio se consideran procedimientos lineales y no lineales implementados en dos diferentes tipos de modelos para llegar a resultados verídicos y claros que aporten al disertación de la vulnerabilidad sísmica.

1. CONCEPTOS Y ESPECIFICACIONES GENERALES

1.1 ANÁLISIS ELÁSTICO NO LINEAL PUSHOVER.

El análisis estático no lineal (AENL) es un medio muy útil para realizar evaluaciones sísmicas. Este puede ser usado para estimar las demandas impuestas a una estructura por un movimiento sísmico (Scott, et al., 1994). Además de predecir los desplazamientos relativos que puedan darse en la estructura de varios grados de libertad.

El AENL se puede ver como un método para predecir la demanda de fuerza y de desplazamiento; considera de una manera aproximada la redistribución de las fuerzas de inercia cuando la estructura está sujeta a cargas sísmicas fuera del intervalo de comportamiento elástico.

En este tipo de análisis, el modelo que se hace de la estructura incorpora directamente las características no lineales de la relación fuerza-deformación de los elementos y componentes individuales debidas a la respuesta inelástica del material; la representación más común para este análisis es la curva de capacidad de carga o curva "Pushover", la cual corresponde a la relación entre el cortante basal y el desplazamiento en el nivel superior de la estructura. [1].

Por lo tanto cuando se proponga realizar un AENL, es necesario contar con la siguiente información sobre la estructura en estudio:

- Características constitutivas de los materiales.
- Las dimensiones de las secciones de los miembros y el acero de refuerzo, tanto longitudinal como transversal y el detallado de cada uno de ellos.

- Las acciones gravitacionales (cargas permanentes y variables) que actúan sobre ella.
- La resistencia real de las vigas y las columnas.
- La posible ubicación donde podrían formarse las rótulas plásticas en los miembros estructurales.
- Las propiedades de las relaciones tensiones-deformación de las rótulas plásticas en función de su cantidad de acero de refuerzo longitudinal y transversal, así como su detallado y las solicitaciones que actúan.
- Cargas laterales aplicadas en el centro de masa de la estructura. El valor de estas cargas por pisos debe tener la misma forma de cargas proveniente de la aplicación del primer modo. Es decir, de forma triangular invertida, de mayor valor en el piso superior y menor en el nivel inferior.

El AENL consiste en que primero actúan las cargas gravitacionales en la estructura produciéndose las primeras deformaciones, luego pasan a actuar las cargas laterales que se incrementan, paso a paso, en una dirección hasta que se forma la primera rótula plástica y se presenta una redistribución de rigidez de la estructura, y así prosigue un proceso iterativo hasta que la estructura falla totalmente. [7]

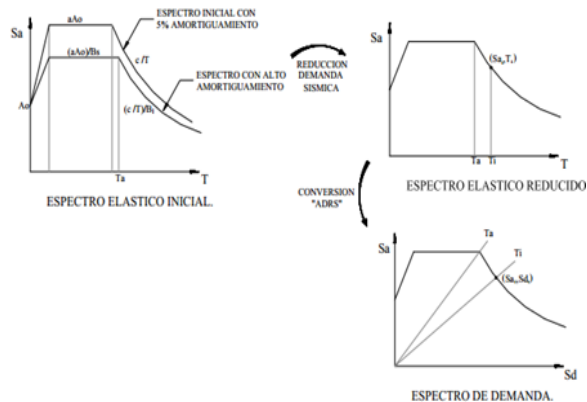
1.1.1 Patrón de carga lateral. Para determinar el desempeño de una estructura, es importante elegir el patrón de carga lateral que prescriba el desplazamiento objetivo. Los patrones de carga tratan de representar y limitar la distribución de fuerzas de inercia en un análisis sísmico.

Se debe escoger un patrón de cargas constante que facilite una predicción correcta en las demandas de deformación de los elementos estructurales, o usar al menos dos patrones de carga para la distribución de las fuerzas de inercia (Krawinkler y Seneviratna, 1998). Por ejemplo, como primera iniciativa, el patrón de carga deberá ser un sistema de cargas uniforme (fuerzas de piso

proporcionales a la masa del nivel), el cual destaque las demandas en los niveles inferiores comparada con las demandas en niveles superiores y magnifique la importancia del comportamiento relativo de las fuerzas cortantes de entrepiso.

1.1.2 Espectro de demanda. Es la función que representa la respuesta elástica ajustada a un factor de amortiguamiento que generalmente es del 5%, de igual forma el espectro es llevado al formato *ADRS* como se muestra en la figura 1, quedando en función de S_a y S_d ; en este caso se usó el espectro de demanda de la norma sismo resistente NSR-10, título A, definido bajo las características con que cuenta la ciudad de Bucaramanga.

Figura 1. Conversión espectro elástico inicial en espectro de demanda.

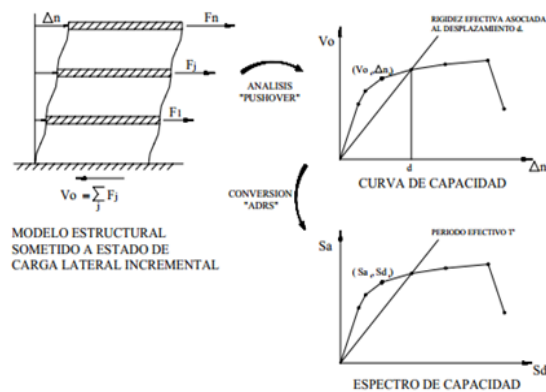


Fuente: Salvador Safina. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico

1.1.3 Espectro de capacidad. Es una función que representa el Cortante basal que se produce por el incremento de la carga lateral, contra la deriva del punto más alejado de la edificación respecto al piso, generalmente Pushover consiste en aplicar una carga lateral monotónica a la estructura hasta llegar a un desplazamiento objetivo determinado por el “Método de los coeficientes”, utilizando algunas propiedades modales asociadas al modo fundamental de

vibración, es posible transformar la curva de capacidad a un nuevo formato ADRS (Acceleration Displacement Response Spectral), donde se representa la aceleración espectral (S_a), en relación al desplazamiento espectral (S_d), a esto es lo que se denomina "espectro de capacidad". [4]. Ver figura 2.

Figura 2. Conversión curva de capacidad en espectro de capacidad.



Fuente: Salvador Safina, Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico.

1.1.4 Nivel de desempeño. El *nivel de desempeño* describe un estado límite de daño. Representa una condición límite o tolerable establecida en función de los posibles daños físicos sobre la edificación, la amenaza sobre la seguridad de los ocupantes de la edificación inducidos por estos daños y la funcionalidad de la edificación posterior al terremoto (ATC-40, 1996). Es una expresión de la máxima extensión del daño, donde se considera tanto la condición de los elementos estructurales como de los elementos no estructurales y su contenido, relacionado con la función de la edificación. Los niveles de desempeño suelen expresarse en términos cualitativos de significación pública (impacto en ocupantes, usuarios, etc.) y en términos técnicos ingenieriles para el diseño o evaluación de edificaciones existentes (extensión del deterioro, degradación de elementos estructurales o no estructurales, etc.) [4]

La propuesta del ATC-40 (1996) especifica separadamente *el nivel de desempeño para la estructura y el nivel de desempeño para los componentes no estructurales* de manera que su combinación conduce a la definición del *nivel de desempeño de la edificación*.

Tabla 1. Niveles de desempeño de la edificación

	SP-1 <i>Inmediata Ocupación</i>	SP-2 <i>Daño Controlado (rango)</i>	SP-3 <i>Seguridad</i>	SP-4 <i>Seguridad limitada (rango)</i>	SP-5 <i>Estabilidad Estructural</i>	SP-6 <i>No considerado</i>
<i>NP-A Operacional</i>	1A Operacional	2A	NR	NR	NR	NR
<i>NP-B Inmediata Ocupación</i>	1B Inmediata Ocupación	2B	3B	NR	NR	NR
<i>NP-C Seguridad</i>	1C	2C	3C Seguridad	4C	5C	6C
<i>NP-D Amenaza</i>	NR	2D	3D	4D	5D	6D
<i>NP-E No Considerado</i>	NR	NR	3E	4E	5E Estabilidad Estructural	No Aplicable

Fuente: Salvador Safina, Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico.

Estos niveles de desempeño están asociados a la siguiente descripción:

1-A. Operacional: se relaciona básicamente con la funcionalidad. Los daños en componentes estructurales son limitados. Los sistemas y elementos no estructurales permanecen funcionando. Cualquier reparación requerida no perturba ninguna función. Se mantiene la seguridad de los ocupantes. Se mantienen las funciones de los servicios de la edificación, incluso cuando los

externos a la misma no estén disponibles.

1-B. Inmediata ocupación; corresponde al criterio más usado para edificaciones esenciales. Los espacios de la edificación, los sistemas y los equipamientos permanecen utilizables. Se mantienen en funcionamiento los servicios primarios. Quizás algunos servicios secundarios presenten pequeñas interrupciones de fácil e inmediata reparación. Se mantiene la seguridad de los ocupantes.

3-C. Seguridad vital; corresponde a un estado de daños que presenta una baja probabilidad de atentar contra la vida. Constituye el nivel de desempeño de la edificación que se espera alcanzar con la aplicación de los actuales códigos sísmicos; es decir, que se corresponde a un desempeño equivalente al que se obtendría con la aplicación sistemática de los códigos actuales de diseño sísmico. Se caracteriza por presentar daños limitados en los componentes estructurales y el eventual fallo o volcamiento de los componentes no estructurales, con posibilidad inclusive de fallo en algún elemento peligrosos y en alguno de los elementos primarios (servicios de agua, electricidad, etc.) y secundarios (acabados, fachadas, etc.), siempre que no atente contra la vida de los usuarios.

5-E. Estabilidad estructural; para este estado de daño prácticamente no queda reserva alguna del sistema resistente a carga lateral que permita soportar una réplica, sólo se mantiene cierta capacidad del sistema resistente a cargas verticales para mantener la estabilidad de la estructura, de manera que el peligro para la vida es muy alto. El nivel de daño estructural implica que no se requiere la revisión de los componentes no estructurales.

El peligro de los ocupantes y transeúntes por el colapso o falla de componente no estructurales exige el desalojo de la edificación [4].

1.1.5 Rotulas plásticas. El mayor efecto significativo del comportamiento no lineal de los materiales se representa por medio de rótulas plásticas, las cuales se generan en zonas específicas a lo largo de la longitud de un elemento.

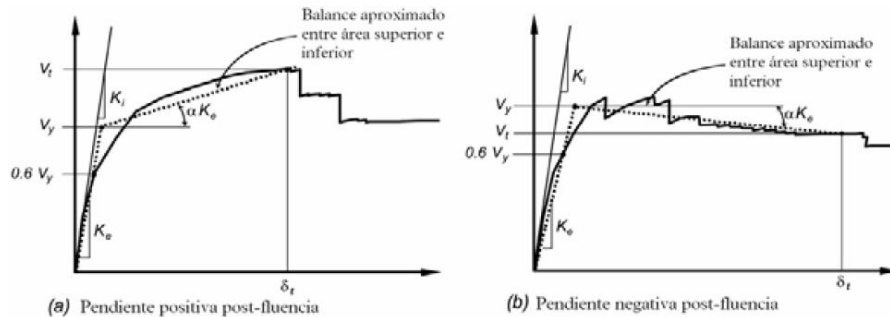
Una rótula plástica se define como aquel punto en que la sección no es capaz de absorber mayor momento a flexión y empieza únicamente a rotar. Este punto se genera a una longitud que varía de acuerdo al tipo de conexión entre elementos, así como de las características propias de la sección. [1].

La pérdida de rigidez en los elementos estructurales genera estas rótulas que en la realidad no existen pero que ayudan a representar y explicar el fenómeno presente en el concreto reforzado.

1.1.6 Método de los coeficientes. La FEMA (Agencia federal para el manejo de Emergencias), en conjunto con la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles en el año 2000, redactaron un proyecto a forma de Norma donde se consignan métodos dinámicos no lineales y estáticos no lineales parámetros de modelación numérica de rótulas plásticas en los materiales estructurales más usados.

La relación no lineal fuerza-desplazamiento entre el corte basal y el desplazamiento del nodo de control será suplida con una relación idealizada para calcular la rigidez lateral efectiva, K_e , y la resistencia de fluencia efectiva, V_y , de la estructura, **figura 3.**

Figura 3. Relación no lineal fuerza-desplazamiento entre corte basal y desplazamiento del nodo de control.



Fuente: Yony Portillo Introducción al Diseño de Marcos de Concreto Reforzados, por el Método de Análisis Estático no lineal (push-over)", utilizando un software especializado.

El desplazamiento objetivo se evaluará en un nodo de control dispuesto en el centro de masa del último nivel de la estructura. El desplazamiento objetivo pretende representar la deformación máxima como la que podría suceder durante el sismo de diseño. Debido a que el modelo matemático supone directamente los efectos de la respuesta inelástica del material, las fuerzas de inercia deducidas serán aproximaciones razonables de aquellas esperadas durante el sismo (FEMA, 2000). El desplazamiento objetivo se calcula según la **ecuación 1**.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{2\pi^2} g \quad (1)$$

Ecuación 1. Desplazamiento Objetivo.

Dónde:

C0: Factor de modificación relativo al desplazamiento espectral de un sistema equivalente de un grado de libertad.

C1: Factor de modificación relativo al desplazamiento inelástico máximo esperado.

C2: Factor de modificación que representa el efecto de las características histeréticas, degradación de rigidez y deterioro de resistencia.

C3: Factor de modificación que representa el incremento de los desplazamientos debidos a efectos P-Δ dinámicos.

Sa: Espectro de respuesta aceleraciones.

Te: Período fundamental efectivo.

g: Aceleración de gravedad.

La **Ecuación 2**, Nos ayuda a entender mejor la relación de estos factores con la rigidez y la resistencia de la estructura.

$$T_e = T_1 \frac{\overline{V_1 \delta_1}}{V_y \delta_y} \quad (2)$$

Ecuación 2. Periodo efectivo Fundamental

Dónde:

T1: Periodo fundamental en la dirección en consideración determinado en la primera interacción Pushover.

δ1: Desplazamiento del punto de control en el primer incremento de la carga.

V1: Fuerza lateral aplicada en el primer incremento.

Vy: Resistencia efectiva de la fluencia determinada de la curva bilineal.

1.1.7. Modificación del método de los coeficientes de acuerdo con la Fema 440. En el FEMA 356 se define un coeficiente relacionado al desplazamiento inelástico máximo esperado *C1*. Este coeficiente plantea unas limitaciones al desplazamiento las cuales el FEMA 440 sugiere que sean excluidas. [3]

Los efectos de degradación de fuerza que están ligados al coeficiente *C2* definido en la **Ecuación (3)** que depende básicamente del periodo *T* y de la proporción de la demanda de fuerza elástica al coeficiente de rendimiento (*R*), estos efectos son modificados de la siguiente manera: Para períodos menores de 0,2 segundos, es

posible usar el valor del coeficiente C_2 durante 0,2 segundos. Para periodos superiores a 0,7 segundos, C_2 puede suponerse igual a 1. El coeficiente C_2 sólo debe aplicarse a las estructuras que presentan una rigidez significativa y/o degradación de la resistencia. [3]

$$C_2 = 1 + \frac{1}{800} \frac{R - 1}{T} \quad (3)$$

Ecuación 3. *Coeficiente de degradación de rigidez.*

Así mismo se recomienda que el coeficiente actual C_3 pueda ser eliminado y reemplazado con un límite en la fuerza mínima (valor máximo de R) requerida para evitar la inestabilidad dinámica. Se sugiere la misma limitación de R para la linealización equivalente. [3]

También se sugiere que el coeficiente C_3 ser eliminado y reemplazado con un límite en la fuerza mínima (valor máximo de R) requerida para evitar la inestabilidad dinámica. Se recomienda la misma limitación de R (ecuación 4) para la linealización equivalente.10

$$R_{MAX} = \frac{\Delta_d}{\Delta_y} + \frac{\alpha_e^{-1}}{4} \quad (4)$$

Ecuación 4. *Coeficiente máximo de rendimiento de la demanda de Fuerza sísmica.*

C_m es el factor de masa efectiva el cual toma en cuenta los efectos de participación de masa de los modos elevados. En la FEMA 356 plantea como definir este valor en función del número de pisos, en donde para este caso el valor de c_m es 1:

Tabla 2. Consideraciones para el cálculo de coeficiente “Cm” en función del número de pisos.

Table 3-1 Values for Effective Mass Factor C_m ¹

No. of Stories	Concrete Moment Frame	Concrete Shear Wall	Concrete Pier-Spandrel	Steel Moment Frame	Steel Concentric Braced Frame	Steel Eccentric Braced Frame	Other
1-2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 or more	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0

1. C_m shall be taken as 1.0 if the fundamental period, T , is greater than 1.0 second.

Fuente: Federal Emergency Management Agency. USA 2000.FEMA 356

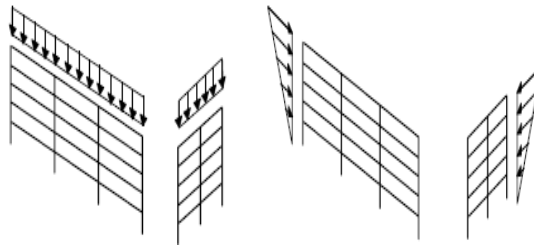
1.2. ESPECIFICACIONES DE LA VIVIENDA TIPO.

1.2.1 Ubicación y tipo de suelo. Se seleccionó un tipo de vivienda de 2 pisos que está situada en la comuna 11 o zona nororiental del área metropolitana de Bucaramanga según la clasificación del libro “Visión Estructural de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga”. Tal estructura fue llamada “vivienda tipo I” (figura 5), la cual es modificada mediante la adición de un piso para obtener un nuevo modelo denotado “vivienda tipo II” que finalmente quedo compuesto de 3 pisos (figura 6). En conclusión, la distribución en planta (vista superior) es igual arquitectónica y estructuralmente para las dos viviendas tipo.

El tipo de suelo que no es un parámetro de esta investigación y que se escogió por un criterio cualitativo de la tendencia a que comúnmente en Bucaramanga existe un tipo de suelo C cuyas características y propiedades se encuentra definido en la Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-10).

1.2.2. Sistema estructural. El sistema estructural de resistencia sísmica de la edificación modelada en esta investigación es un sistema de pórtico espacial resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales tal como lo define la norma sismo resistente (NSR-10). Ver figura 4.

Figura 4. Sistema estructural de Pórtico resistente a momentos.



Fuente: Título A de la norma sismo resistente NSR-10.

1.2.3 Materiales. Se usó para cualquier elemento de hormigón armado un concreto con resistencia a la compresión $f'_c = 21 \text{ MPa}$ alcanzada a los 28 días. Un peso específico $W_c = 24 \text{ KN/m}^3$, un módulo de elasticidad $E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \approx 21538 \text{ MPa}$ y un módulo de Poisson de 0,2. La losa aligerada también cuenta con este tipo de concreto.

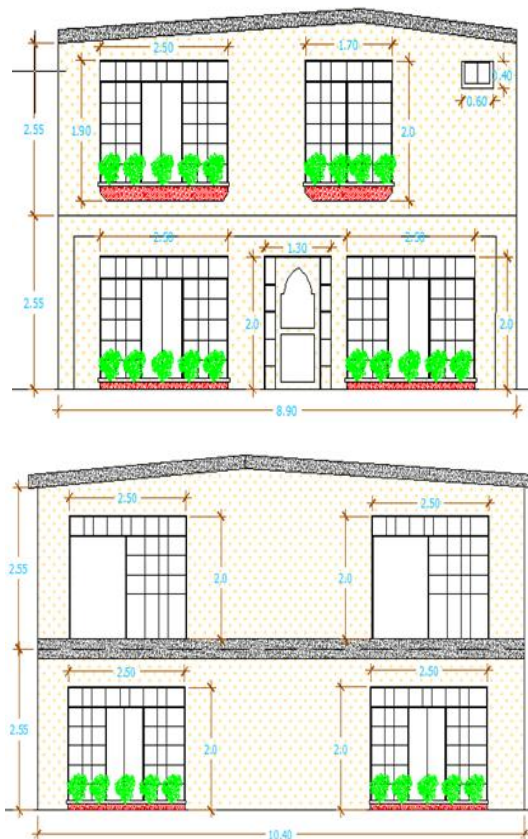
El acero de refuerzo utilizado son barras corrugadas con un límite de fluencia $f_y = 420 \text{ MPa}$, módulo de elasticidad $E_s = 200 \text{ GPa}$ y un peso específico de 7800 kg/m^3 .

1.2.4. Descripción arquitectónica. La vivienda tipo I posee una fachada o frente de 8.5 [m] , una profundidad de 10.1 [m] y una altura de entrepiso de $2,55 \text{ [m]}$, manteniendo la proporción en altura, es decir, que no se tienen voladizos. Adicional a ello, posee un solar o patio de ropas en el primer piso que no hace

parte del sistema estructural, además se tiene una placa aligerada de entrepiso de 27[cm] de espesor armada en una dirección. La vivienda tipo II tiene las mismas dimensiones que la vivienda tipo I, la única diferencia es el entrepiso adicional de 2,55 [m].

A continuación se presentan las imágenes de la vivienda tipo I (edificación de 2 pisos) en su aspecto arquitectónico con su fachada y vista lateral.

Figura 5. Fachada y vista lateral de la vivienda Tipo I (Dimensiones en metros).



A continuación se presentan las imágenes de la vivienda tipo II (edificación de 3 pisos) en su aspecto arquitectónico con su fachada y vista lateral.

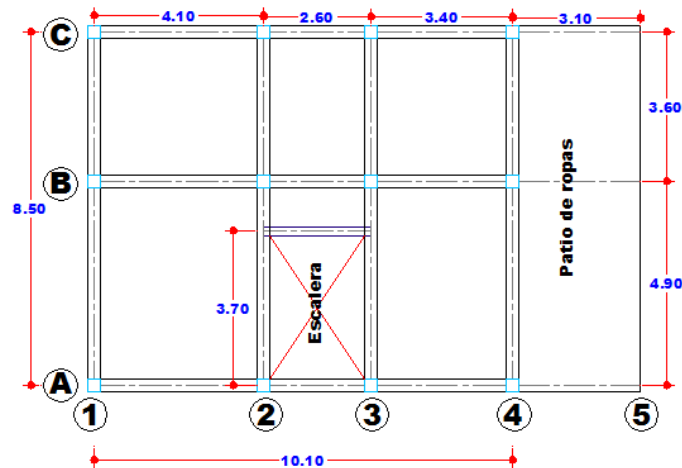
Figura 6. Fachada y vista lateral de la vivienda Tipo II (Dimensiones en metros).



Los entresijos correspondientes al espacio arquitectónico de las viviendas es el mismo no cambia su estructura geométrica ni las áreas dispuestas ya que al tener

el mismo sistema de pórtico sus vanos y luces mantienen su forma como muestra la figura 7.

Figura 7. Entrepiso # 1 de la vivienda tipo I y II.



1.3. VISIÓN ESTRUCTURAL

Con el propósito de realizar un estudio acorde a la realidad, la definición de las dimensiones de los elementos estructurales, las cargas impuestas en la estructura y las cuantías de acero se calcularon según la norma de diseño sísmo resistente de 1998 (NSR-98) y bajo la sollicitación del espectro de demanda que propone la norma sísmo resistente de 2010 (NSR-10) y así obtener un estudio más acertado.

1.3.1 Losa aligerada armada en una dirección. Diseñada con nervaduras armadas en la dirección de la luz mayor (Ver figura 8), según los requerimientos de la NRS-98, más específicamente C.9.1-(b). La altura de la losa es de 0.27 [m], con una torta superior de 0.05 [m]; casetones de entramado de madera y lona de ancho igual a 0.40 [m] y altura de 0,2 [m]; una torta inferior de 0.02 [m]; las viguetas o nervios son de un ancho de 0.10 [m] a una separación máxima entre ejes de 0.5 [m], con un refuerzo longitudinal de acero corrugado #4 y unos cuantos estribos #2 de una (1) rama para efectos constructivos y posibles cortantes en los nodos. (Ver figura 9).

A continuación se tiene el entrepiso tipo, con sus vigas cargueras y no cargueras (elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica). Las viguetas encargadas de transmitir las cargas, así como el espacio usado para la escalera y un área posterior para el patio de ropas.

Figura 8. Entrepiso # 1 de la vivienda tipo I y II.

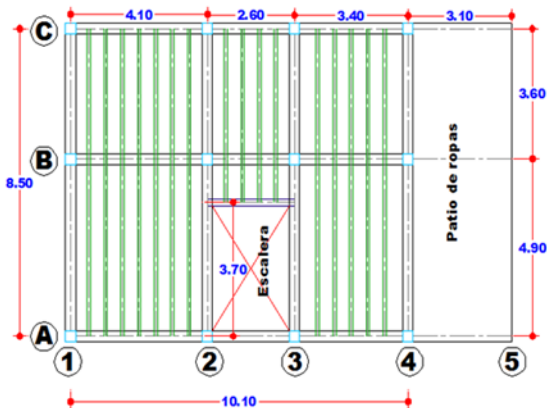
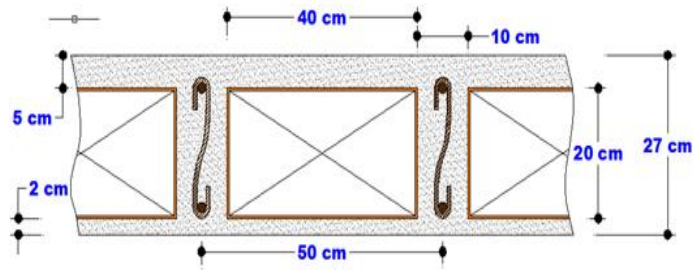
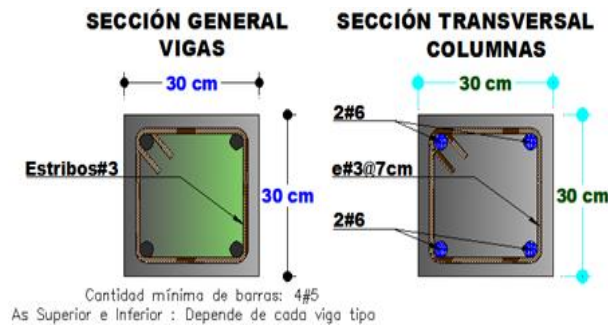


Figura 9. Placa aligerada de entrepiso para la vivienda tipo I y II.



1.3.2 Definición de las columnas y vigas. Para el pre dimensionamiento se aplicó el método de Fuerza Horizontal Equivalente (FHE) a cada una de las 2 viviendas tipo para el modelo en cero grados (0°) de pendiente respectivamente; las secciones de las columnas (30X30 cm) cumplieron el porcentaje de deriva máxima condicionada en la reglamentación (1% de la altura de entrepiso) para las 2 viviendas tipo, por ello finalmente se dejó la sección de columna de 30x30 cm al igual que la sección de viga de 30x30 cm para todos los modelos elaborados sin importar las condiciones de inclinación del terreno, tipo de vivienda o análisis lineal o no lineal aplicado a las estructuras.

Figura 10. Secciones de columnas y vigas (30x30 cm) para las viviendas tipo I y II en todos sus modelamientos. Parte del refuerzo usado para el método de pushover.



2. PREDIMENSIONAMIENTO Y DISEÑOS PRELIMINARES DE LA VIVIENDA TIPO

2.1 CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA DE LA VIVIENDA TIPO ESTUDIADA.

La vivienda tipo a analizar se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta, lo que indica que debe estar diseñada para un grado de disipación de energía “DES”, dando mayor ductilidad a la estructura para que sea capaz de disipar más energía ante una sollicitación de grandes dimensiones.

2.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SEGÚN NSR-98.

2.2.1 Dimensiones de las vigas. Nota: Se tomarán todas las vigas de igual dimensión, incluyendo una viga auxiliar usada como apoyo para la escalera.

Tabla 3. Requisitos para el dimensionamiento de vigas según el tipo de capacidad de disipación de energía

REQUISITOS GEOMETRICOS PARA LAS VIGAS		
Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico		
Minima - DMI	Moderada - DMO	Especial - DES
(a) La fuerza axial mayorada en el elemento no debe exceder $0.10 f'_c A_g$	(a) La fuerza axial mayorada en el elemento no debe exceder $0.10 f'_c A_g$	(a) La fuerza axial mayorada en el elemento no debe exceder $0.10 f'_c A_g$
		(b) La luz libre del elemento no debe ser menor que $4d$.
		(c) $\frac{b_w}{d} \geq 0.3$
	(b) $b_w \geq 0.20 \text{ m}$	(d) $b_w \geq 0.25 \text{ m}$
		(e) El ancho, b_w , de la viga no debe ser mayor que el ancho del apoyo, medido en la dirección perpendicular a la dirección del eje longitudinal de la viga, más una distancia a cada lado del apoyo, igual a $3/4 d$ de la viga.
	(c) La excentricidad respecto a la columna que le da apoyo no debe ser mayor que el 25% del ancho del apoyo, medido en la dirección perpendicular a la dirección del eje longitudinal de la viga	(f) La excentricidad respecto a la columna que le da apoyo no debe ser mayor que el 25% del ancho del apoyo, medido en la dirección perpendicular a la dirección del eje longitudinal de la viga

Fuente: Titulo C.21.3.1, Norma Sismo Resistente NSR_98

Sección transversal adoptada para las vigas

Altura de la viga

$$h = 30 \text{ cm}$$

Base de la viga

$$b_w = 30 \text{ cm}$$

Recubrimiento de las barras longitudinales (Según C.7.7.1 caso C de la NSR-98)

$$R = 4 \text{ cm}$$

Diámetro de los estribos # 3

$$d_{b \text{ transv}} \approx 1 \text{ cm}$$

Diámetro de las barras longitudinales # 5

$$\frac{d_{b \text{ Long}}}{2} \approx 1 \text{ cm}$$

Cálculo de la distancia efectiva

$$d = 30 - 4 - 2 \approx 24 \text{ cm}$$

2.2.2 Dimensión de la columna

Tabla 4. Requisitos para el dimensionamiento de columnas según el tipo de capacidad de disipación de energía

REQUISITOS GEOMETRICOS PARA LAS COLUMNAS		
Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico		
Minima - DMI	Moderada - DMO	Especial - DES
(a) La fuerza axial mayorada en el elemento es mayor que $0.10f'_c A_g$	(a) La fuerza axial mayorada en el elemento es mayor que $0.10f'_c A_g$	(a) La fuerza axial mayorada en el elemento es mayor que $0.10f'_c A_g$
(b) La menor dimensión de la sección del elemento, medida en una línea recta que pasa a través del centroide de la sección, no debe ser menor que 0.20 m, pero su área no puede ser menor de 0.06 m^2 (véase C.10.8.4).	(b) La menor dimensión de la sección del elemento, medida en una línea recta que pasa a través del centroide de la sección, no debe ser menor que 0.25 m. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.20 m pero su área no puede ser menor de 0.0625 m^2 .	(b) La menor dimensión de la sección del elemento, medida en una línea recta que pasa a través del centroide de la sección, no debe ser menor que 0.30 m. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m pero su área no puede ser menor de 0.09 m^2 .
	(c) Si la columna sostiene uno o dos pisos pueden utilizarse dimensiones menores a las dadas en (b), pero la menor dimensión de la sección del elemento no puede ser menor que 0.20 m, y su área no puede ser menor de 0.06 m^2 .	(c) La relación entre la dimensión menor de la sección del elemento y la dimensión perpendicular a ella, no debe ser menor que 0.4.

Fuente: Norma Sismo Resistente, NSR-98

Sección transversal adoptada para las columnas

Altura la columna (C1)

$$C_1 = 30 \text{ cm}$$

Base de la columna (C2)

$$C_2 = 30 \text{ cm}$$

2.3 CHEQUEO DE LA LOSA ALIGERADA DE LA VIVIENDA TIPO (ZONA 11 DEL LIBRO VISIÓN ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES EN BUCARAMANGA)

Losa aligerada armada en la dirección de la mayor luz (Norte-Sur)

$$L = 4,9 \text{ m ; Luz mayor en la dirección de armado de las viguetas}$$

2.3.1 Espesor o altura de la losa. Se sabe que la gran mayoría de viviendas de la ciudad de Bucaramanga están acondicionadas en su interior con divisiones de mampostería (particiones frágiles), para el diseño de estos entresijos lo correcto sería el uso de la tabla C.9-1(a), TITULO C de la NSR-98. Debido a que se diseña una vivienda de baja altura y la cual tiene sus muros en mampostería sobre las vigas cargueras se usara la tabla de particiones flexibles C.9.1-(b), TITULO C de la NSR-98, la cual muestra valores de espesor de losa inferiores pero que son adecuados para estas estructuras.

Tabla 5. Dimensionamiento de espesores mínimos de losas macizas y aligeradas en una dirección.

Elemento	espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Un apoyo continuo	Ambos apoyos continuos	Voladizos
Losas macizas	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas, o losas con nervios, armadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: Datos tomados de La Norma Sismo Resistente NSR-98.

Se toma este caso porque la fundición es monolítica y las vigas se encargan de transmitir la totalidad de momentos a las columnas mediante la conexión o nudo.

$$h = \frac{4,9}{21} \rightarrow h = 0,23 \text{ cm}$$

$$h \text{ espesor final} = 27 \text{ cm} > 23 \text{ cm} \text{ "cumple"}$$

2.3.2 Base de la nervadura

C.8.13.2 El ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm en su parte superior y su ancho promedio no puede ser menor de 80 mm; y debe tener una altura no mayor de 5 veces su ancho promedio.

$$b_{W \text{ Nervadura}} = 10 \text{ cm} \geq \frac{h}{5} \text{ y } 10 \text{ cm} \text{ "cumple"}$$

2.3.3 Separación de nervaduras

C.8.13.3 losas nervadas en una dirección, la separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 2.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.20 m.

$$S_{Nervaduras} \leq 2,5 * h$$

$$S_{Nervaduras} \leq 2,5 * 27 \text{ cm} \rightarrow 67,5 \text{ cm}$$

$$S_{Nervaduras \text{ adoptado}} = 50 \text{ cm} \leq 67,5 \text{ cm} \text{ "cumple"}$$

$$S_{Nervaduras \text{ adoptado}} = 50 \text{ cm} \leq 1,2 \text{ m} \text{ "cumple"}$$

2.3.4 Torta superior e inferior

C.8.13.6.1 El espesor de la losa no debe ser menor que 1/12 de la distancia libre entre las nervaduras, ni menor de 50 mm.

$$\text{Ancho del casetón} = 50 - 10 = 40 \text{ cm}$$

Torta superior

$$h_f = \frac{1}{12} * 50 - 10 \rightarrow \frac{1}{12} * 40$$

$$h_f = 3,33 \text{ cm} \approx 4 \text{ cm}$$

$$h_f \leq 50 \text{ mm "cumple"}$$

Torta inferior

La torta inferior queda a criterio del diseñador, se toma un valor de **20 mm**.

En la **figura 8.**, se presenta el espesor de la losa aligerada, ancho y separación entre viguetas definidos.

Figura 11. Dimensionamiento de la losa aligerada armada en una dirección

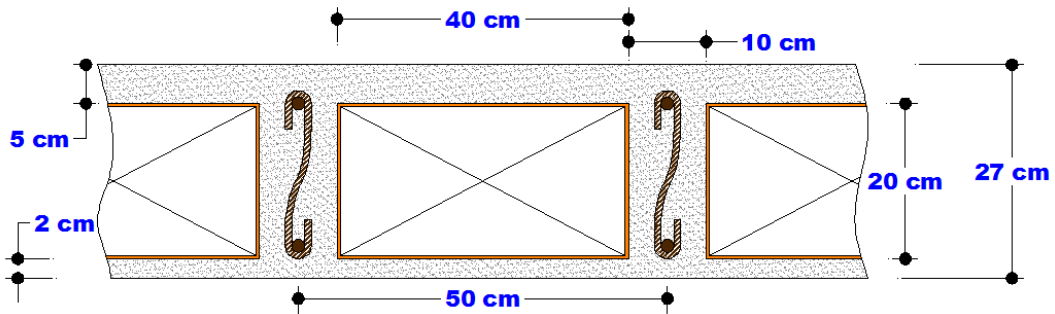


Tabla 6. Densidades de materiales.

Material	Densidad	Material	Densidad
Acero	7 800 kg/m ³	Madera, densa, seca	750 kg/m ³
Agua dulce	1 000 kg/m ³	Madera, densidad baja, seca	450 kg/m ³
Agua marina	1 030 kg/m ³	Madera, densidad media, seca	600 kg/m ³
Aluminio	2 700 kg/m ³	Mampostería de ladrillo hueco	1 300 kg/m ³
Asfalto	1 300 kg/m ³	Mampostería de ladrillo macizo	1 800 kg/m ³
Baldosín cerámico	2 400 kg/m ³	Mampostería de piedra	2 200 kg/m ³
Cal, hidratada, compacta	730 kg/m ³	Mampostería de concreto	2 150 kg/m ³
Cal, hidratada, suelta	500 kg/m ³	Mortero de inyección para mampostería	2 250 kg/m ³
Carbón (apilado)	800 kg/m ³	Mortero de pega para mampostería	2 100 kg/m ³
Cobre	9 000 kg/m ³	Plomo	11 400 kg/m ³
Concreto Reforzado	2 400 kg/m ³	Tierra: Arcilla y grava, seca	1 600 kg/m ³
Concreto Simple	2 300 kg/m ³	Tierra: Arcilla, húmeda	1 750 kg/m ³
Enchape Arenisca	1 350 kg/m ³	Tierra: Arcilla, seca	1 000 kg/m ³
Enchape Granito	1 550 kg/m ³	Tierra: Arena y grava, húmeda	1 900 kg/m ³
Enchape Mármol	1 500 kg/m ³	Tierra: Arena y grava, seca, apisonada	1 750 kg/m ³
Escoria	1 550 kg/m ³	Tierra Arena y grava, seca, suelta	1 600 kg/m ³
Hielo	920 kg/m ³	Tierra: Limo, húmedo, apisonado	1 550 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción baja	2 000 kg/m ³	Tierra: Limo, húmedo, suelto	1 250 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción media	1 850 kg/m ³	Vidrio	2 560 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción alta	1 600 kg/m ³	Yeso, suelto	1 150 kg/m ³
Madera, laminada	600 kg/m ³	Yeso, tablero para muros	800 kg/m ³

Fuente: Datos tomados de la Norma Sismo Resistente NSR-98.

2.4. CALCULO DE PESO DE LA LOSA ALIGERADA POR METRO CUADRADO (CARGA PERMANENTE)

$$\text{Carga Permanente } CP = \text{Peso Losa} + \text{carga sobrepuesta}$$

2.4.1 Peso de la losa

$$\text{Vigueta tipo por } m^2 = \frac{0,2 \text{ m} * 0,1 \text{ m} * 24 \frac{kN}{m^3}}{0,5 \text{ m}}$$

$$\text{Vigueta tipo por } m^2 = 0,96 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Torta superior por } m^2 = 0,05 \text{ m} * 24 \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Torta superior por } m^2 = 1,2 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Torta inferior por } m^2 = 0,02 \text{ m} * 24 \frac{kN}{m^3}$$

$$Torta inferior por m^2 = 0,48 \frac{kN}{m^2}$$

La densidad del casetón de madera es muy variable, por tal razón se toma un valor cualitativo de **0,5 kN/m³**

$$Caséton \times m^2 = \frac{0,5 \frac{kN}{m^3} * 0,2 m * 0,4 m}{0,5 m} = 0,08 \frac{kN}{m^2}$$

$$Peso de la losa por m^2 = 2,72 \frac{kN}{m^2}$$

2.4.2 Carga muerta sobreimpuesta. Se procede a tomar los valores de afinado de piso y particiones del título B de la NSR-10 porque son un poco superiores que los presentados en la NSR-98 y si el diseño cumple para una sobre estimación de carga, entonces la edificación se tendrá un comportamiento adecuado con su peso real.

Tabla 7. Valores Mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se haga un análisis más detallado.

Ocupación		Fachada y particiones (kN/m ²) m ² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kN/m ²) m ² de área en planta	Fachada y particiones (kgf/m ²) m ² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kgf/m ²) m ² de área en planta
Reunión	Edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.	1.0	1.8	100	180
Oficinas	Particiones móviles de altura total	1.0	1.8	100	180
	Particiones fijas de mampostería	2.0	1.8	200	180
Educativos	Salones de clase	2.0	1.5	200	150
Fábricas	Industrias livianas	0.8	1.6	80	160
Institucional	Internados con atención a los residentes	2.0	1.6	200	160
	Prisiones, cárceles, reformatorios y centros de detención	2.5	1.8	250	180
Comercio	Guarderías.	2.0	1.6	200	160
	Exhibición y venta de mercancías.	1.5	1.4	150	140
Residencial	Fachada y particiones de mampostería.	3.0	1.6	300	160
	Fachada y particiones livianas.	2.0	1.4	200	140
Almacenamiento	Almacenamiento de materiales livianos.	1.5	1.5	150	150
Garajes	Garajes para vehículos con capacidad de hasta 2000 kg	0.2	1.0	20	100

Fuente: Datos tomados de la Norma Sismo Resistente NSR-98.

Fachada y particiones = 3 KN/m²

Afinado de pisos = 1,6 KN/m²

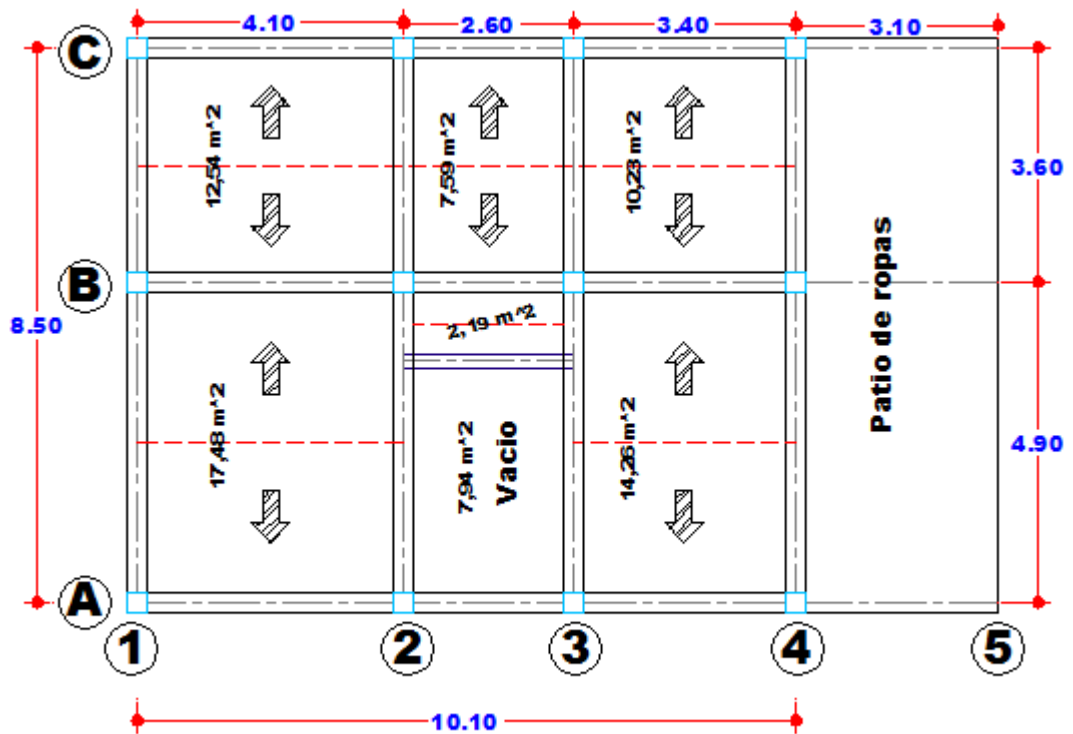
CARGA SOBREIMPUESTA = 4,6 KN/m²

CARGA PERMANENTEN X m² = 2,72 + 3 + 1,6

CARGA PERMANENTE = 7,32 $\frac{KN}{m^2}$

2.5. DISTRIBUCIÓN DE CARGA MUERTA DE LA LOSA SOBRE LAS VIGAS CARGUERAS

Figura 12. Plano en el que se especifican cada una de las áreas de la losa para realiza la aferencia de cargas a las vigas.



✓ **VIGA EJE “A” ENTRE EJES 1-2**

$$\text{Area Aferente} = \frac{17,48 \text{ m}^2}{2} = 8,74 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 4,1 \text{ m}$$

$$\text{Carga muerta por m}^2 = 7,32 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 8,74 \text{ m}^2 * 7,32 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 63,98 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{63,98 \text{ KN}}{4,1 \text{ m}} = 15,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE “A” ENTRE EJES 2-3**

Se carga con su peso propio, debido a que ninguna vigueta se apoya sobre ella, por tal motivo se deja que el programa SAP 2000 lo incluya internamente.

✓ **VIGA EJE “A” ENTRE EJES 3-4**

$$\text{Area Aferente} = \frac{14,26 \text{ m}^2}{2} = 7,13 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 3,4 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 7,13 \text{ m}^2 * 7,32 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 52,19 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{52,19 \text{ KN}}{3,4 \text{ m}} = 15,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE “B” ENTRE EJES 1-2**

$$\text{Area Aferente} = \frac{17,48 \text{ m}^2}{2} + \frac{12,54 \text{ m}^2}{2} = 15,01 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 4,1 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 15,01 \text{ m}^2 * 7,32 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 109,87 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{109,87 \text{ KN}}{4,1 \text{ m}} = 26,80 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE "B" ENTRE EJES 2-3**

$$\text{Area Aferente} = \frac{2,19 \text{ m}^2}{2} + \frac{7,59 \text{ m}^2}{2} = 4,89 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 4,89 \text{ m}^2 * 7,32 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 35,79 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{35,79 \text{ KN}}{2,6 \text{ m}} = 13,77 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE "B" ENTRE EJES 3-4**

$$\text{Area Aferente} = \frac{14,26 \text{ m}^2}{2} + \frac{10,23 \text{ m}^2}{2} = 12,245 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 3,4 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 12,245 \text{ m}^2 * 7,32 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 89,63 \text{ KN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{89,63 \text{ KN}}{3,4 \text{ m}} = 26,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE "C" ENTRE EJES 1-2**

$$\text{Area Aferente} = \frac{12,54 \text{ m}^2}{2} = 6,27 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 4,1 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 6,27 \text{ m}^2 * 7,32 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 45,90 \text{ KN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{45,90 \text{ kN}}{4,1 \text{ m}} = 11,19 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA AUXILIAR PARA APOYAR LA ESCALERA**

$$\text{Area Aferente Losa} = \frac{2,19 \text{ m}^2}{2} = 1,095 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 1,095 \text{ m}^2 * 7,32 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8,02 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida sobre toda la viga Auxiliar} = \frac{8,02 \text{ KN}}{2,6 \text{ m}} = 3,08 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Tabla 8. Propiedades de la escalera de la vivienda tipo.

PESO DE LAS ESCALERAS		
HUELLA	0,3	m
CONTRA HUELLA	0,17	m
ANCHO DE TODA LA ESCALERA	2,3	m
AREA ESCALON	0,0255	m ²
VOLUMEN ESCALON	0,05865	m ³
# DE PASOS	7	
LARGO DEL DESCANSO	1,35	m
ESPESOR DESCANSO-placa inclinada	0,1	m
VOLUENE DE LA PLACA-DESCANSO	0,3105	m ³
PESO DE LA PLACA-DESCANSO	7,452	KN
ALTURA PLACA INCLINADA	1,19	m
PROFUNDIDAD ESCALERA	2,1	
LONGITUD PLACA INCLINADA	2,413731551	m
PESO PLACA INCLINADA-ESCALERA	13,32379816	KN
PESO ESCALONES	9,8532	KN
PESO TOTAL	30,62899816	KN
Carga de escalera para un entrepiso	15,31449908	KN
Longitud de agarre de la escalera	1,3	m
Carga distribuida en viga auxiliar	11,78038391	KN/m

$$\text{Carga distribuida sobre media viga auxiliar} = 11,78 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.6. CARGA VIVA SOBRE LA LOSA ALIGERADA

Figura 14. Valores de carga viva para una edificación de ocupación residencial, además de su zona de pasillos y escalera.

Vivienda	1.80 kN/m ² (180 kgf/m ²)
Oficinas	2.00 kN/m ² (200 kgf/m ²)
Escaleras en oficinas y vivienda	3.00 kN/m ² (300 kgf/m ²)

Fuente: Datos tomados de B.4.2.1 de la NSR-98.

$$CARGA VIVA GENERAL = 1,8 \frac{KN}{m^2}$$

$$CARGA VIVA EN ESCALERAS = 3 \frac{KN}{m^2}$$

2.7. CARGA VIVA DE LA LOSA SOBRE LAS VIGAS CARGUERAS

✓ VIGA EJE "A" ENTRE EJES 1-2

$$Area Aferente = \frac{17,48 m^2}{2} = 8,74 m^2$$

$$Longitud viga entre ejes = 4,1 m$$

$$Carga muerta por m^2 = 1,8 \frac{KN}{m^2}$$

$$Carga puntual sobre la viga = 8,74 m^2 * 1,8 \frac{KN}{m^2} = 15,73 KN$$

$$Carga distribuida en la viga = \frac{15,73 KN}{4,1 m} = 3,84 \frac{KN}{m}$$

✓ **VIGA EJE “A” ENTRE EJES 2-3**

A esta viga no le llega ninguna vigueta, es decir, que no se afecta por el peso de la losa, por tal motivo no se realiza aferencia de carga viva.

✓ **VIGA EJE “A” ENTRE EJES 3-4**

$$\text{Area Aferente} = \frac{14,26 \text{ m}^2}{2} = 7,13 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 3,4 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 7,13 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 12,834 \text{ KN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{12,834 \text{ KN}}{3,4 \text{ m}} = 3,77 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE “B” ENTRE EJES 1-2**

$$\text{Area Aferente} = \frac{17,48 \text{ m}^2}{2} + \frac{12,54 \text{ m}^2}{2} = 15,01 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 4,1 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 15,01 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 27,018 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{27,018 \text{ kN}}{4,1 \text{ m}} = 6,59 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE “B” ENTRE EJES 2-3**

$$\text{Area Aferente} = \frac{2,19 \text{ m}^2}{2} + \frac{7,59 \text{ m}^2}{2} = 4,89 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 4,89 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8,802 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{8,802 \text{ kN}}{2,6 \text{ m}} = 3,39 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE "B" ENTRE EJES 3-4**

$$\text{Area Aferente} = \frac{14,26 \text{ m}^2}{2} + \frac{10,23 \text{ m}^2}{2} = 12,245 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 3,4 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 12,245 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 22,041 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{22,041 \text{ kN}}{3,4 \text{ m}} = 6,48 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE "C" ENTRE EJES 1-2**

$$\text{Area Aferente} = \frac{12,54 \text{ m}^2}{2} = 6,27 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 4,1 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 6,27 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 11,29 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{11,29 \text{ kN}}{4,1 \text{ m}} = 2,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE "C" ENTRE EJES 2-3**

$$\text{Area Aferente} = \frac{7,59 \text{ m}^2}{2} = 3,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 3,8 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 6,84 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{6,84 \text{ kN}}{2,6 \text{ m}} = 2,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA EJE C ENTRE EJES 3-4**

$$\text{Area Aferente} = \frac{10,23 \text{ m}^2}{2} = 5,115 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 3,4 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 5,115 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 9,207 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida en la viga} = \frac{9,207 \text{ kN}}{3,4 \text{ m}} = 2,71 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

✓ **VIGA AUXILIAR PARA APOYAR LA ESCALERA**

$$\text{Area Aferente Losa} = \frac{2,19 \text{ m}^2}{2} = 1,095 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud viga entre ejes} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Carga puntual sobre la viga} = 1,095 \text{ m}^2 * 1,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,971 \text{ kN}$$

$$\text{Carga distribuida sobre toda la viga Auxiliar} = \frac{1,971 \text{ kN}}{2,6 \text{ m}} = 0,758 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Se hace una simplificación, se calcula el área ocupada por media escalera para luego hallar la carga viva distribuida uniforme que soporta parte de la viga auxiliar.

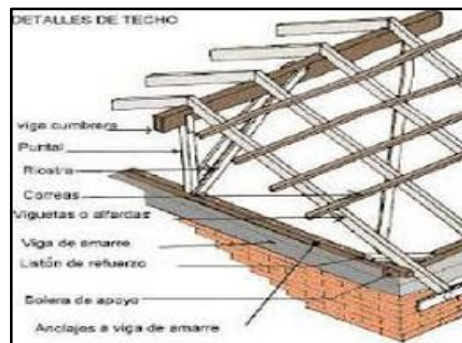
Tabla 9. Datos de características de la escalera para el cálculo de la carga viva.

AREA PLACA DE DESCANSO	1,5525	m ²
AREA ESCALONES	2,415	m ²
AREA TOTAL MEDIA ESCALERA	3,9675	m ²

$$\begin{aligned}
 \text{Carga distribuida sobre media viga auxiliar} &= \frac{3,9675 \text{ m}^2 * 3 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}}{1,3 \text{ m}} \\
 &= 9,16 \frac{\text{KN}}{\text{m}}
 \end{aligned}$$

2.8. CÁLCULO DEL PESO DE LA CUBIERTA

Figura 15. Elementos importantes que hacen parte de una cubierta convencional.



Fuente: Tomado de internet. Noviembre de 2014.

2.8.1 Calculo de la carga permanente de la cubierta

CIELO RAZO

Figura 16. Elementos que componen un cielo razo convencional.



Fuente: Tomado de internet. Octubre de 2014.

Según el B.3.3 de la NSR-98 los cielos raso de madera pueden variar de 0,1 a 5 kN/m². Como no se tiene un valor exacto se toma el valor de la tabla de la NSR-10 que hace referencia a una clasificación más específica y clara. “sistema de suspensión de madera”.

Tabla 10. Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales- Cielo raso.

<i>Componente</i>	<i>Carga (kN/m²) m² de área en planta</i>	<i>Carga (kgf/m²) m² de área en planta</i>
Cielo raso		
Canales suspendidas de acero	0.10	10
Ductos mecánicos	0.20	20
Entramado metálico suspendido afinado en cemento.	0.70	70
Entramado metálico suspendido afinado en yeso.	0.50	50
Fibras acústicas	0.10	10
Pañete en yeso o concreto	0.25	25
Pañete en entramado de madera	0.80	80
Tableros de yeso	0.0080 (por mm de espesor)	8 (por cm de espesor)
Sistema de suspensión de madera.	0.15	15

Fuente: Titulo B.3.4.1 de la Norma Sismo Resistente, NSR-10.

$$\text{Suspensión de madera} = 0,15 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Área Aproximada de la cubierta} = 91,52 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga puntual cielo raso} = 91,52 \text{ m}^2 * 0,15 \frac{kN}{m^2} = 13,878 \text{ KN}$$

Asumiendo que el cielo raso se distribuye constante en todas las vigas corona de la cubierta, tenemos:

$$\text{Longitud Total de vigas corona} = 10,1 * 3 + (8,5 * 4)$$

$$\text{Longitud Total de vigas corona} = 64,3 \text{ m}$$

$$\text{Peso sobre las vigas corona} = \frac{13,878 \text{ kN}}{64,3 \text{ m}} = 0,22 \frac{kN}{m}$$

TECHO (Teja de asbesto cemento)

Figura 17. Teja de asbesto-cemento para conformar una cubierta.



Fuente: Tomado de internet. Octubre de 2014.

En el B.3.3 de la NSR-98 se tiene un componente llamado placa ondulada de asbesto cemento con $0,18 \text{ kN/m}^2$ y además se tiene aparte una denominación que sí recibe el nombre de teja pero compuesta por materiales distintos al que se necesita. Por dichas inconsistencias se decide tomar la tabla B.3.4.1-4 de la NSR-10, que además cuenta con un valor un poco superior.

Tabla 11. Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales.

Componente	Carga (kN/m^2) <i>m² de área en planta</i>	Carga (kgf/m^2) <i>m² de área en planta</i>
<i>Cubierta</i>		
Cobre o latón	0.05	5
Cubiertas aislantes		
Fibra de vidrio	0.0020 (por mm de espesor)	2.0 (por cm de espesor)
Tableros de fibra	0.0030 (por mm de espesor)	3.0 (por cm de espesor)
Perlita	0.0015 (por mm de espesor)	1.5 (por cm de espesor)
Espuma de poliestireno	0.0005 (por mm de espesor)	0.5 (por cm de espesor)
Espuma de poliuretano	0.0010 (por mm de espesor)	1.0 (por cm de espesor)
Cubiertas corrugadas de asbesto-cemento	0.20	20
Entablado de madera	0.0060 (por mm de espesor)	6.0 (por cm de espesor)
Láminas de yeso, 12 mm	0.10	10
Madera laminada (según el espesor)	0.0100 (por mm de espesor)	10.0 (por cm de espesor)
Membranas impermeables:		

Fuente: Fragmento de tabla Titulo B.3.4.1 de la Norma Sismo Resistente NSR-10.

$$\text{Cubiertas corrugadas de asbesto cemento} = 0,2 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Área Aproximada de la cubierta} = 91,52 m^2$$

$$\text{Carga puntual cielo raso} = 91,52 m^2 * 0,2 \frac{kN}{m^2} = 18,304 kN$$

Asumiendo que el peso del techo se transmite de manera constante hasta las vigas las vigas corona de la cubierta, tenemos:

$$\text{Longitud Total de vigas corona} = 10,1 * 3 + (8,5 * 4)$$

$$\text{Longitud Total de vigas corona} = 64,3 m$$

$$\text{Peso sobre las vigas corona} = \frac{18,304 kN}{64,3 m} = 0,285 \frac{kN}{m}$$

Finalmente se halla la carga uniformemente distribuida que la cubierta le transmite a las vigas corona o de amarre.

$$\text{Peso total sobre las vigas} = 0,285 + 0,22$$

$$\text{Peso total sobre las vigas} = 0,5 \frac{kN}{m}$$

2.9. CARGA VIVA DE LA CUBIERTA

En el título B de la NSR-10 se especifica con mayor claridad la carga según el tipo de cubierta en comparación con la NSR-98.

Tabla 12. Carga viva por metro cuadrado en cubiertas.

Tipo de cubierta	Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación (Nota-1)	la misma del resto de la edificación (Nota-1)
Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones	5.00	500
Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.35	35
Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50	50

Fuente: Titulo B.4.2.1 de la Norma Sismo Resistente, NSR-10.

Se toma el caso 3, porque la pendiente de la cubierta de la vivienda no supera el 15% de pendiente.

$$Carga\ viva - cubierta = 0,5 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Área Aproximada de la cubierta} = 91,52\ m^2$$

$$Carga\ viva\ puntualizada = 91,52\ m^2 * 0,5 \frac{kN}{m^2} = 45,75\ kN$$

Asumiendo que la carga viva de la cubierta se transmite de manera constante hasta las vigas corona de la cubierta, tenemos:

$$Longitud\ Total\ de\ vigas\ corona = 64,3\ m$$

$$Peso\ sobre\ las\ vigas\ corona = \frac{45,75\ kN}{64,3\ m} = 0,712 \frac{kN}{m}$$

2.10. CÁLCULOS PRELIMINARES PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE. NORMA SISMO RESISTENTE [NSR-98]

2.10.1 Consideraciones para el uso de FHE. Las siguientes consideraciones son tomadas de la NSR-98

A.3.4.2.1 – Método de fuerza horizontal equivalente –Puede utilizarse el método de fuerza horizontal equivalente en las siguientes edificaciones:

- (a) Todas las edificaciones, regulares e irregulares, en las zonas de amenaza sísmica baja,
- (b) todas las edificaciones, regulares e irregulares, pertenecientes al grupo de uso I, localizadas en las zonas de amenaza sísmica intermedia,
- (c) edificaciones regulares, de menos de 20 niveles ó 60 m de altura medidos desde la base, lo menor, en cualquier zona de amenaza sísmica, exceptuando edificaciones localizadas en lugares que tengan un perfil de suelo tipo S4, con periodos de vibración mayores de 0,7 segundos,
- (d) edificaciones irregulares que no tengan más de 6 niveles ó 18 m de altura medidos a partir de la base, lo menor,
- (e) estructuras flexibles apoyadas sobre estructuras más rígidas que cumplan los requisitos de A.3.2.4.3

A_{α} = Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2

I = Coeficiente de importancia definido en A.2.5.2

S = Coeficiente de sitio dado en A.2.4.2

S_{α} = Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado. Máxima aceleración horizontal de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad, para un sistema de un grado de libertad con un periodo de vibración T . Está definido en A.2.6.

T = Periodo de vibración del sistema elástico, en segundos.

T_c = Periodo de vibración, en segundos, correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para periodos cortos, y la parte descendiente del mismo. (Véase A.2.6).

T_L = Periodo de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para periodos largos. (Véase A.2.6).

2.10.2 Especificaciones generales de la vivienda tipo 1

Para realizar el análisis es preciso tener en cuenta los siguientes aspectos

- Ubicación: Zona metropolitana de Bucaramanga, según el libro “visión estructural en las edificaciones de Bucaramanga” hace referencia a la zona 11.
- Vivienda de 2 pisos (sistema de pórticos).
- Altura de entrepisos constante (2,55 metros entre ejes).
- Suelo tipo “C”.
- Tipo de edificación: Vivienda (Grupo de uso 1).

2.10.3 Valores de “Aa” según NSR-98.

Tabla 13. Valor de Aa, Ad y amenaza sísmica para el departamento de Santander.

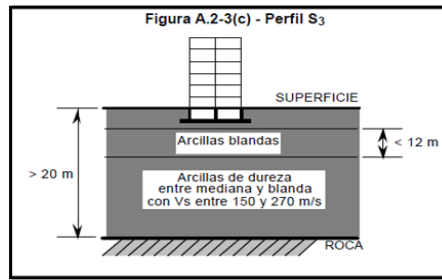
MUNICIPIO	A _a	A _d	ZONA DE AMENAZA SISMICA
BUCARAMANGA	0.25	0.04	ALTA
AGUADA	0.20	0.05	INTERMEDIA
ALBANIA	0.20	0.04	INTERMEDIA
ARATOCA	0.25	0.04	ALTA
BARBOSA	0.20	0.04	INTERMEDIA
BARICHARA	0.25	0.05	ALTA
BARRANCABERMEJA	0.15	0.04	INTERMEDIA
BETULIA	0.25	0.05	ALTA
BOLIVAR	0.20	0.04	INTERMEDIA
CABRERA	0.20	0.05	INTERMEDIA
CALIFORNIA	0.25	0.04	ALTA
CAPITANEJO	0.30	0.04	ALTA

Fuente: Fragmento de tabla tomada del apéndice A.3 de la Norma Sismo Resistente, NSR-98.

$$A_a = 0,25$$

2.10.4 Tipo de perfil de suelo “S3” según NSR-98 (A.2.4.2.3). Es un perfil de suelo en donde entre la roca y la superficie hay más de 20 m de suelo que contiene depósitos estables de arcillas cuya dureza varía entre mediana y blanda, con una velocidad de la onda de cortante entre 150 y 270 m/s y que dentro de ellos, en conjunto, hay menos de 12 m de arcillas blandas.

Figura 18. Perfil de suelo “S3” que hace referencia un suelo tipo “C”.



Fuente: título A, Norma Sismo Resistente, NSR-98,.

2.10.5 Coeficiente de sitio “S” según NSR-98 (A.2.4.2)

Tabla 14. Coeficientes de sitio S de acuerdo al perfil de suelo.

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: Titulo A.2.4.2 de la Norma Sismo Resistente, NSR-98.

$$S = 1,5$$

2.10.6 Coeficiente de importancia "I" según NSR-98 (A.2.5)

Tabla 15. Valores de Coeficientes de importancia de acuerdo al grupo de uso de las edificaciones.

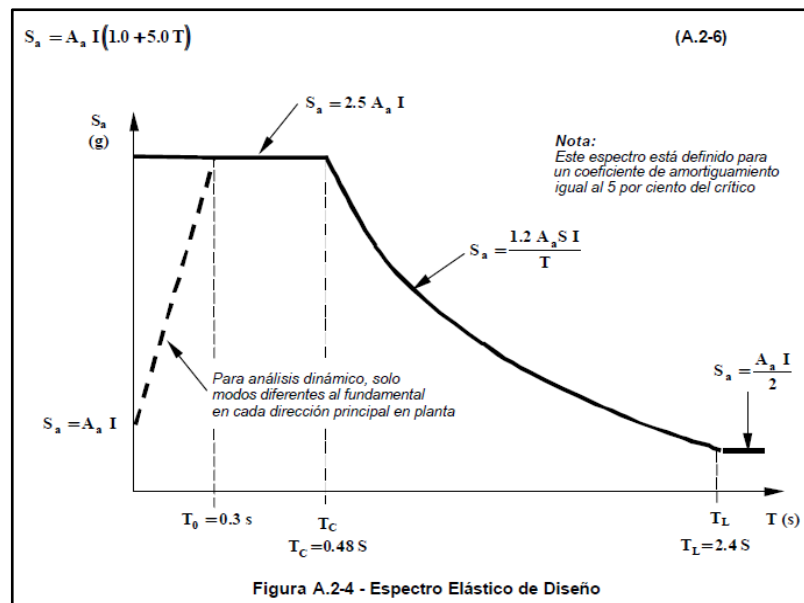
Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.3
III	1.2
II	1.1
I	1.0

Fuente: Título A.2.5.2 de la Norma Sismo Resistente, NSR-98.

$$I = 1$$

2.10.7 Espectro de diseño (NSR-98)

Figura 19. Espectro elástico de diseño según la NSR-98.



Fuente: Título A.2.6.4 de la Norma Sismo Resistente. NSR-98.

2.10.8 Cálculo de periodos y aceleraciones para definir el espectro elástico de diseño.

Tabla 16. Valores de periodos y aceleraciones del espectro de diseño.

CIUDAD:	BUCARAMANGA	SELLECCIONAR DATO
AMENAZA SÍSMICA	Alta	
GRUPO DE IMPORTANCIA:	I	SELLECCIONAR DATO
SUELO TIPO:	C	SELLECCIONAR DATO
PERFIL DE SUELO	S3	

CALCULOS			
Aa	0,25		
S	1,5		
I	1		
		Sa (T=0)	0,625
To	0,45	Sa (T0)	0,625
		Sa (T=0 y Tc)	0,625
Tc	0,72	Sa (Tc)	0,625
		VARIA CON T	
TL	3,6	Sa (T=TL)	0,125
		Sa (T> TL)	0,125

$$T_0 = 0,3 * 1,5 \rightarrow T_0 = 0,45 [s]$$

$$S_a T_0 = 2,5 * 0,25 * (1) \rightarrow S_a(T_0) = 0,625$$

$$T_c = 0,48 * 1,5 \rightarrow T_c = 0,72 [s]$$

$$S_a T_c = \frac{1,2 * 0,25 * (1) * 1,5}{0,72} \rightarrow S_a(T_c) = 0,625$$

Nota: Entre T_c y T_L la aceleracion " S_a " es variable.

$$T_L = 2,4 * 1,5 \rightarrow T_L = 3,6 [s]$$

$$S_a T_L = \frac{0,25 * 1}{2} \rightarrow S_a(T_c) = 0,125$$

Para Periodos T mayores a T_L la aceleracion " S_a " es constante según $S_a T_L$
 $= 0,125$

2.11. FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE (FHE)-CAPITULO A.4

2.11.1 Cálculo del periodo fundamental t_a y la aceleración S_a (Norma sismo resistente de 98).

VIVIENDA TIPO 1

Las consideraciones son tomadas de la NSR-98

A.4.2.2 Alternativamente el valor de T puede ser igual al periodo fundamental aproximado T_a , que se obtenga por medio de la ecuación A.4.2

$$T_a = C_t * h_n^{\frac{3}{4}}; \quad \text{A.4 - 2} . \quad (5)$$

Ecuación 5. Periodo Fundamental

Donde C_t Toma los siguientes valores:

$C_t = 0,08$ para 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.

$C_t = 0,05$ para los otros tipos de sistemas de resistencia sísmica.

$h_n = \text{Altura total de la edificación}$

$h_n = 5,1 \text{ metros}$

La edificación se diseña con pórticos de concreto reforzado resistentes a momentos, por ello se toma C_t igual a 0,08.

$$T_a = 0,08 * 5,1^{\frac{3}{4}}$$

$$T_a = 0,271 \text{ s}$$

$$T_a = 0,271 \text{ s} < T_0 = 0,45 \text{ [s]}$$

Como el periodo Fundamental es inferior a " T_0 ", entonces tomamos la aceleración $S_a(T_0)$

$$S_a(T_0) = 0,625$$

El valor de **Sa** (seudo-aceleración) calculado anteriormente se utiliza para configurar el patrón de carga lateral llamado FHEX y FHEY (fuerza horizontal equivalente en X y Y) en la opción de uso de coeficiente, para que el programa realice la distribución de carga lateral (sísmica) automáticamente.

VIVIENDA TIPO 2

$$h_n = 7,65 \text{ metros}$$

$C_t = 0,08$ — Porque se tiene un sistema de pórticos

$$T_a = 0,08 * 7,65^{\frac{3}{4}}$$

$$T_a = 0,368 \text{ s}$$

$$T_a = 0,368 \text{ s} < T_0 = 0,45 \text{ [s]}$$

Nota: Como el periodo Fundamental es inferior a " T_0 ", entonces tomamos la aceleración $S_a(T_0)$

$$S_a(T_0) = 0,625$$

2.11.2 Cálculo del valor de k para ingresar al modelo de SAP 2000 Versión 16.

VIVIENDA TIPO 1

Especificaciones tomadas de NSR-98

(a) Para T menor o igual a 0,5 segundos, $K = 1$,

(b) Para T entre 0,5 y 2,5 segundos, $K = 0,75 + 0,5 * T$, y

(c) Para T mayor que 2,5 segundos, $K = 2$.

Como el periodo fundamental T_a es inferior a 0,5 segundos ($T_a=0,271$ segundos), entonces **$K=1$** .

El valor de K seleccionado se utiliza para configurar el patrón de carga lateral llamado FHEX y FHEY (fuerza horizontal equivalente en X y Y) en la opción de uso de coeficiente, para que el programa realice la distribución de carga lateral (sísmica) automáticamente. Ver figura 30

VIVIENDA TIPO 2

Como el periodo fundamental T_a es inferior a 0,5 segundos ($T_a=0,368$ segundos), entonces **$K=1$** .

2.12. MODELAMIENTO EN SAP 2000 Versión 16. “MÉTODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE”

2.12.1 Definir grilla, ingresar las distancias reales del pórtico tipo 1. (unidades adoptadas para distancias en metros y para unidades de fuerza kN)

Figura 20. Grilla para el modelamiento pórtico 1.

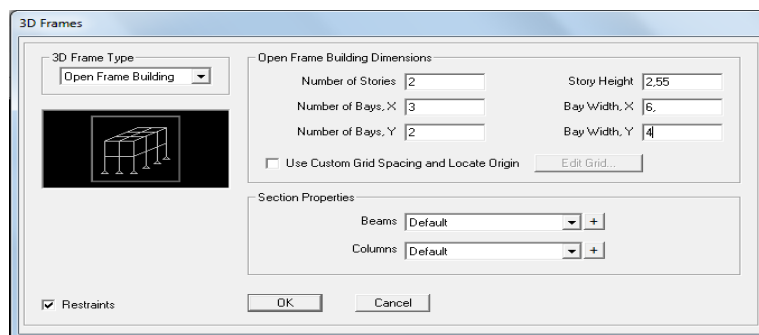
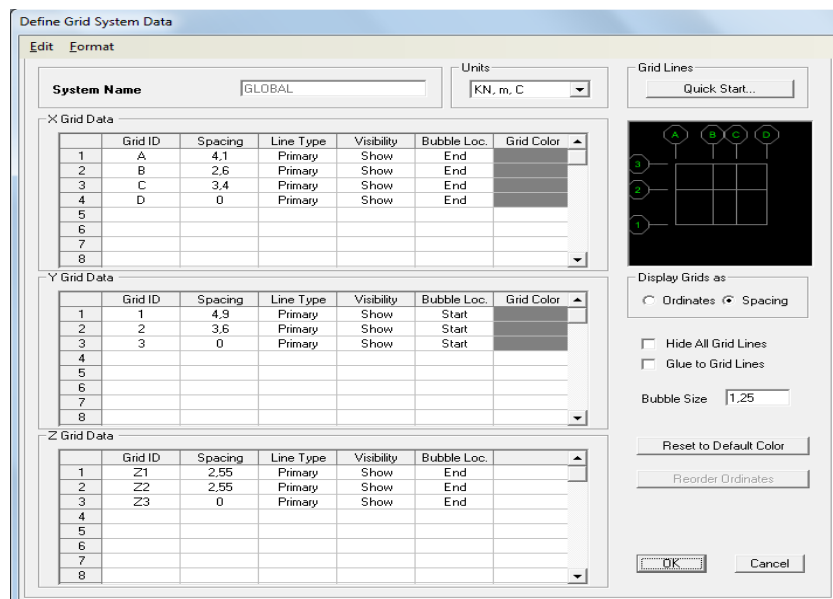
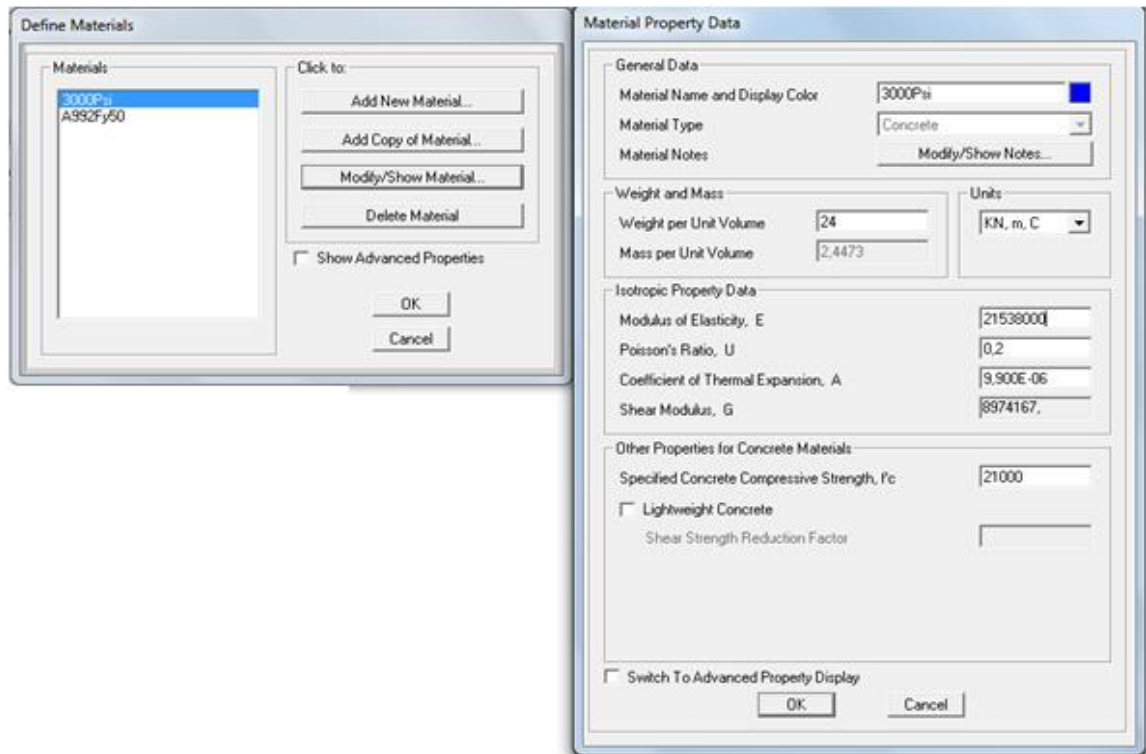


Figura 21. Dimensiones reales del pórtico 1.



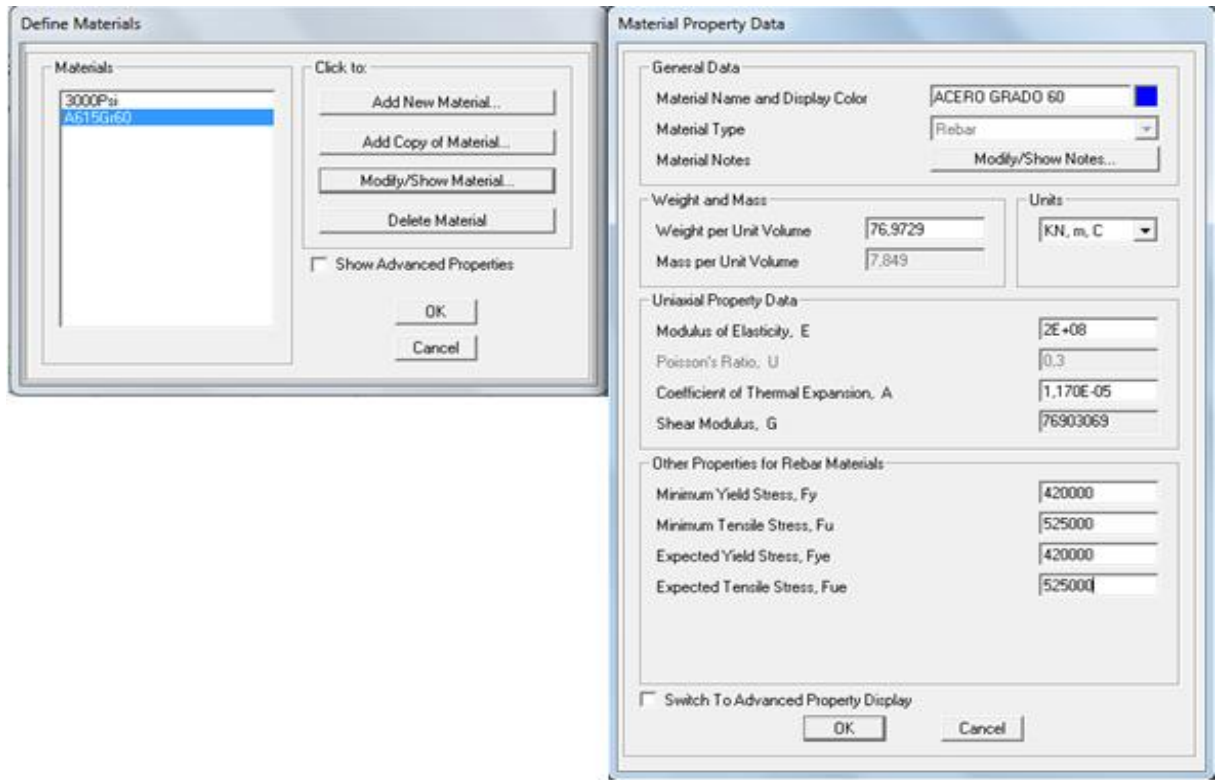
2.12.2 Definir concreto de 21 MPA (3000 PSI). Definir la densidad y resistencia a la compresión del concreto reforzado. Unidades usadas (kN y metros).

Figura 22. Propiedades del tipo de concreto usado.



2.12.3 Definir acero grado 60. Seleccionar tipo de material "REBAR" y realizar las modificaciones del módulo de elasticidad ($E= 200 \text{ GPa}$), el esfuerzo de fluencia ($f_y= 420 \text{ MPa}$) y un esfuerzo último ($f_y=1,25 f_y$).

Figura 23. Propiedades del acero a utilizado.



2.12.4 Definir y dibujar las secciones de vigas y columnas; adicionar empotramiento en la base. Columnas de 30x30 al igual que las vigas, asignando la propiedad de viga o columna según sea el caso.

Figura 24. Definición de secciones de vigas y columnas.

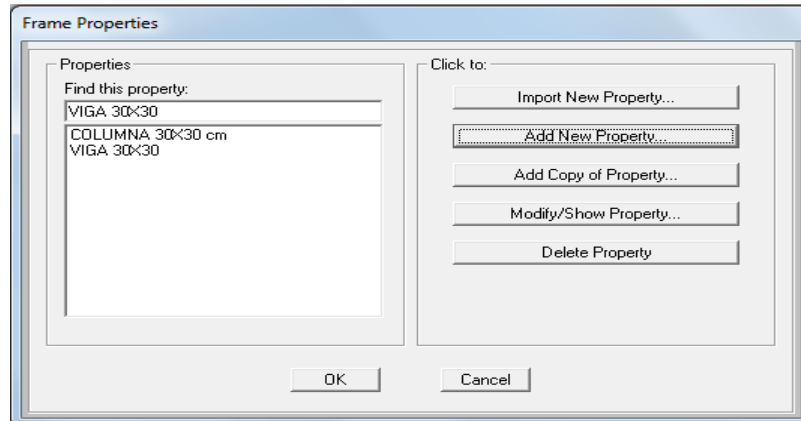


Figura 25. Definición de columnas de concreto reforzado de 30x30 cm.

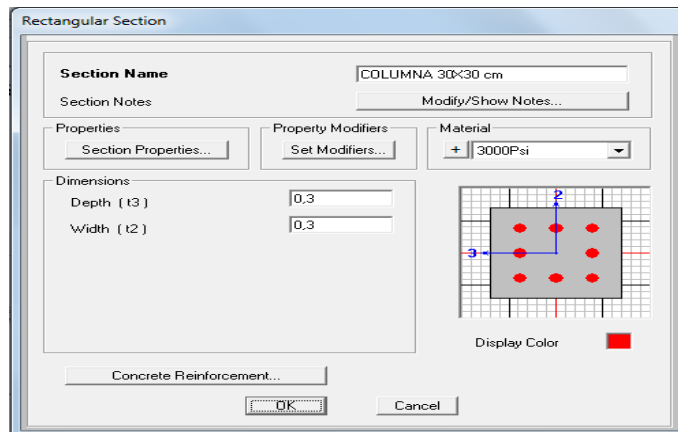


Figura 26. Definición de vigas de concreto reforzado de 30x30 cm.

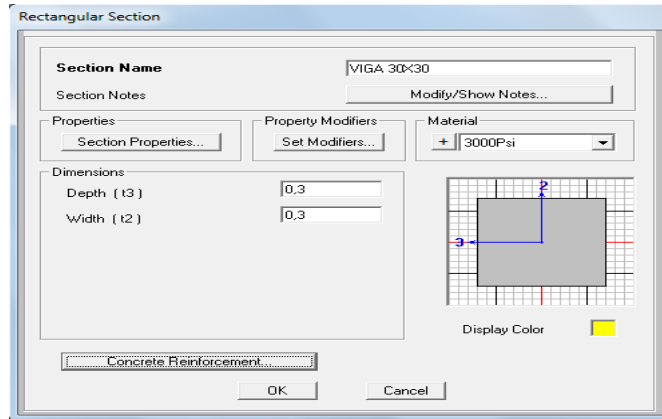
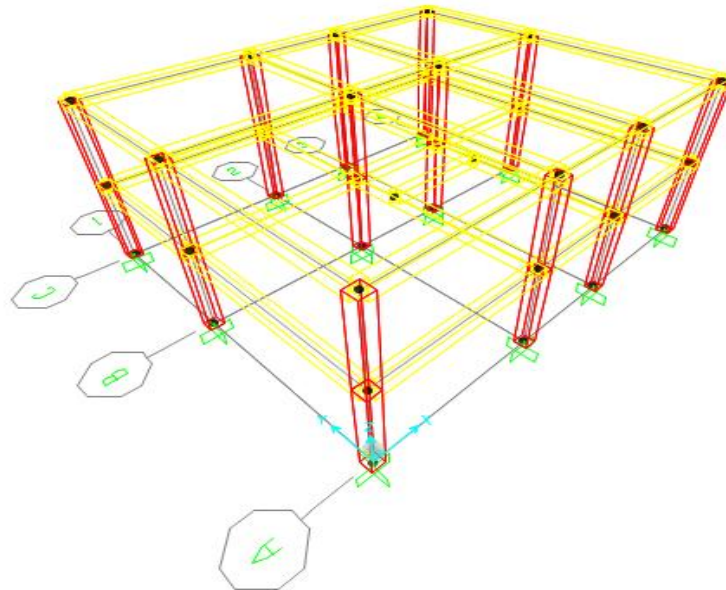


Figura 27. Elementos estructurales de la vivienda tipo 1.



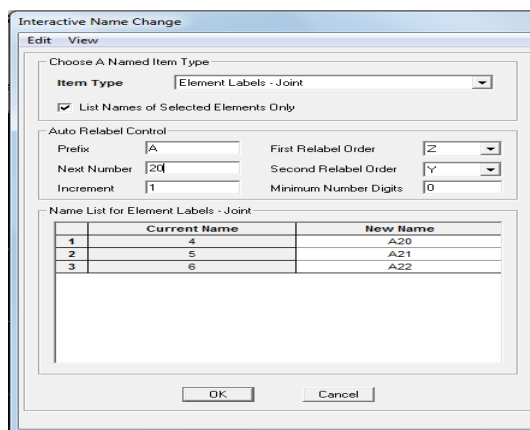
2.12.5 Nomenclatura de los nodos. Seleccionar en una vista lateral un alineamiento de columnas verticalmente.

Edit/ change labels / Item type (Element labels-join). Se ponen los prefijos de los ejes a los cuales pertenece el nodo, Ejemplo: (prefijo: A, next number: 10 e increment: 1); Donde la letra A y el número 1 definen la posición del nodo

intersectado y el último número indica el piso al cual pertenece, esto varía según cada caso.

Edit / auto relabel / all in list. Esto se hace para que el alineamiento de columnas tome la nomenclatura ordenada.

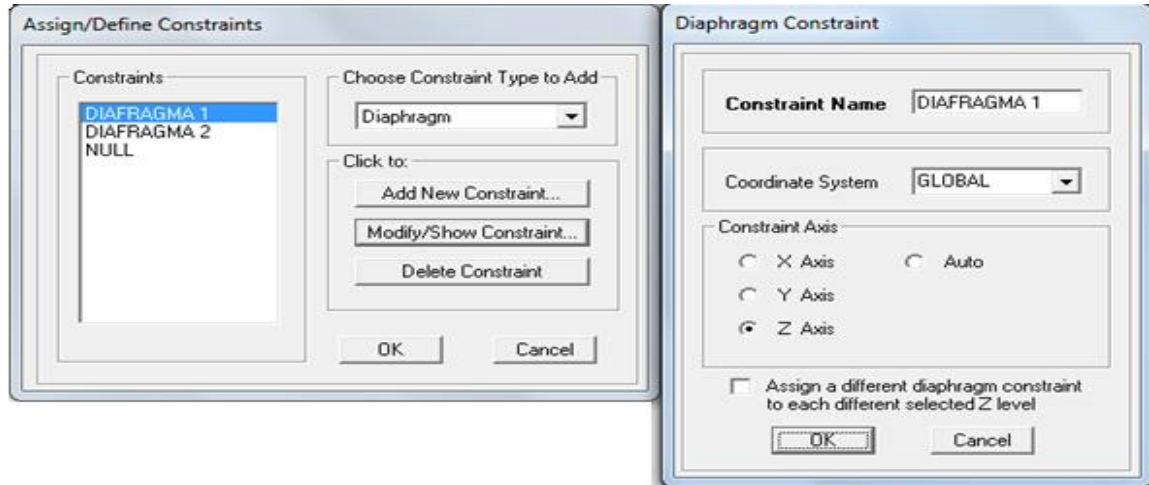
Figura 28. Asignación de nomenclatura de los nodos.



Se da un nombre a los nodos para facilitar más adelante el chequeo de derivas.

2.12.6 Crear diafragmas o constraints. Se asigna un diafragma para el entrepiso y para la cubierta.

Figura 29. Diafragmas rígidos por entrecapado y cubierta.



2.12.7 Definir patrones de carga

DEAD: peso propio de los elementos estructurales (muerta, factor de 1)

CPLosa: Carga permanente de la losa (muerta)

CPCubierta: Carga permanente de la cubierta (muerta)

CVLosa: Carga viva de la losa (viva)

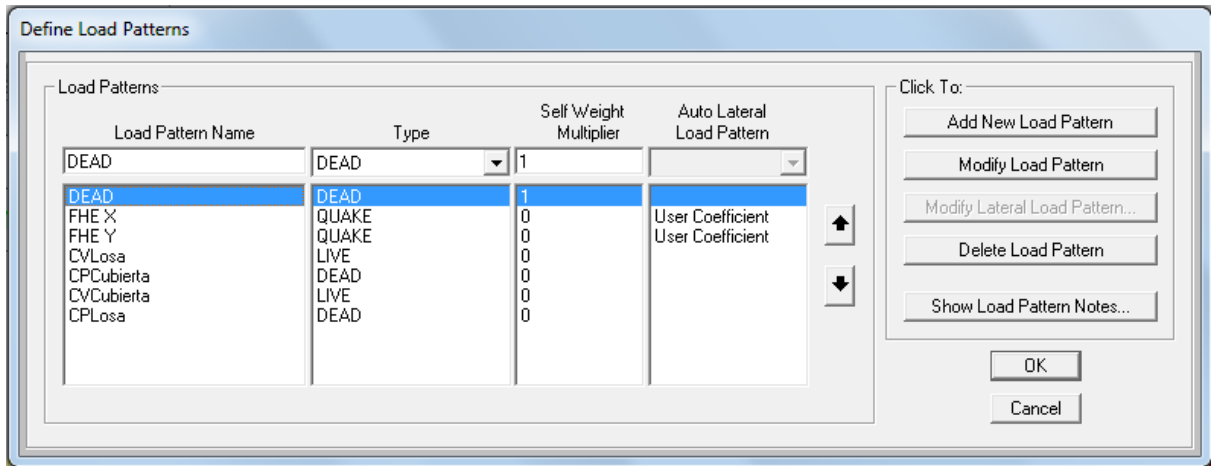
CVCubierta: Carga viva de la cubierta (viva)

Cargas tipo sismo: Se usa el coeficiente de patrón de carga lateral para modificar el valor de S_a y K y realizar el procedimiento de implícito de fuerza horizontal equivalente con el fin de hacer chequeo de derivas.

FHEX : fuerza horizontal equivalente en X (tipo sismo)

FHEY : fuerza horizontal equivalente en Y (tipo sismo)

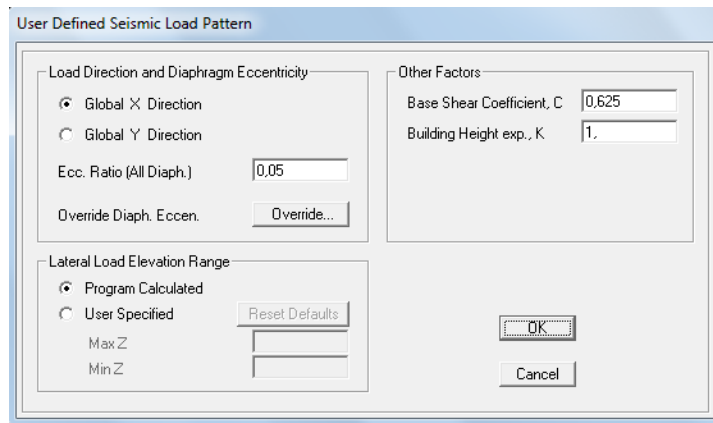
Figura 30. Crear los patrones de carga.



Modificación De Los Patrones De Carga Tipo Sismo En X “FHEX”

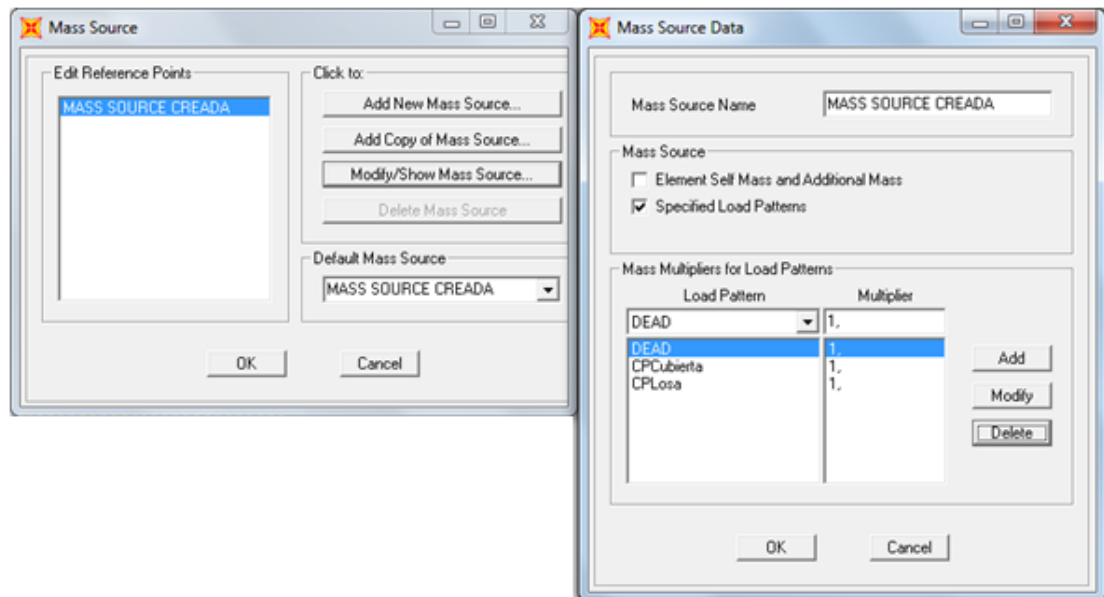
Asignar en Auto Lateral load pattern “user coeficient” y se modifican los valores de Sa y K hallados anteriormente con la NSR-98. *De la misma forma para FHEY, solo que en la dirección global de “Y”.*

Figura 31. Modificación de coeficientes para el patrón de carga tipo sismo X.



2.12.8 Configuración de la masa. Se crea una mass source, en la cual se adicionan las cargas muertas presentes en la estructura, seleccionando la opción especificar patrones de carga. Con el fin de que el programa realice la transmisión de las cargas por los elementos estructurales.

Figura 32. Especificación de los tipos de carga transmitidas sobre el pórtico.



2.12.9 Cargar el sistema de entrepiso

Ejemplo: viga de entrepiso del eje "A" entre 1-2.

Carga Muerta O Permanente Aportada Por La Losa (CPlosa)

Figura 33. Adición de cargas permanentes impuestas por la losa (DEAD).

The dialog box 'Frame Distributed Loads' is shown with the following settings:

- Load Pattern Name: CPLosa
- Units: KN, m, C
- Load Type and Direction: Forces (selected), Moments
- Coord Sys: GLOBAL
- Direction: Gravity
- Options: Add to Existing Loads, Replace Existing Loads (selected), Delete Existing Loads
- Trapezoidal Loads: 4 columns with Distance and Load fields, all set to 0.
- Uniform Load: Load field set to 15,60
- Buttons: OK, Cancel

Carga viva aportada por la losa (CVlosa)

Figura 34. Adición de carga viva impuestas sobre la losa.

The dialog box 'Frame Distributed Loads' is shown with the following settings:

- Load Pattern Name: CVLosa
- Units: KN, m, C
- Load Type and Direction: Forces (selected), Moments
- Coord Sys: GLOBAL
- Direction: Gravity
- Options: Add to Existing Loads (selected), Replace Existing Loads, Delete Existing Loads
- Trapezoidal Loads: 4 columns with Distance and Load fields, all set to 0.
- Uniform Load: Load field set to 3,84
- Buttons: OK, Cancel

2.12.10 Cargar el sistema de cubierta

Ejemplo: viga de cubierta del eje "A" entre 1-2.

Carga Permanente Sobre Las Vigas De La Cubierta (CPCubierta)

Figura 35. Adición de cargas permanentes impuestas por la cubierta.

The screenshot shows the 'Frame Distributed Loads' dialog box. The 'Load Pattern Name' is 'CPCubierta' and the 'Units' are 'KN, m, C'. Under 'Load Type and Direction', 'Forces' is selected, 'Coord Sys' is 'GLOBAL', and 'Direction' is 'Gravity'. In the 'Options' section, 'Replace Existing Loads' is selected. The 'Trapezoidal Loads' section has four columns for distance and load, all set to 0. The 'Uniform Load' section has a 'Load' value of 0.5. The 'OK' button is highlighted.

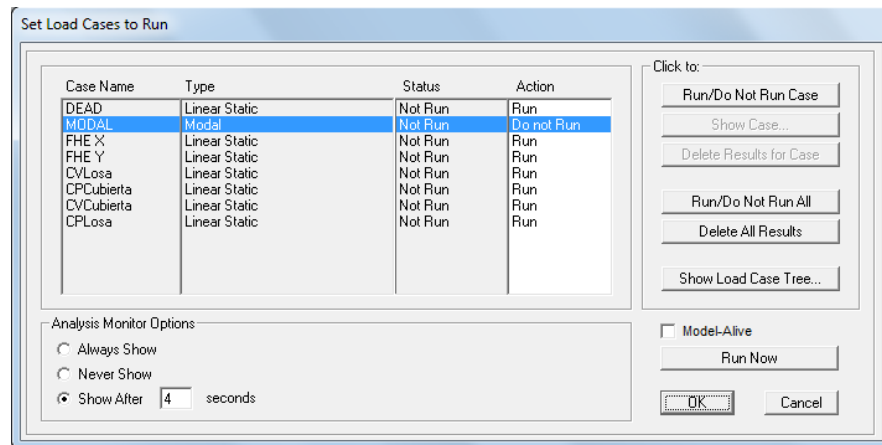
Carga viva sobre las vigas de la cubierta (CVCubierta)

Figura 36. Adición de carga viva impuesta sobre la cubierta.

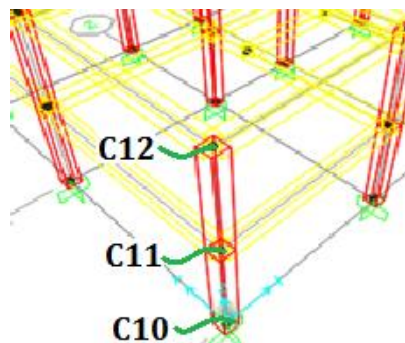
The screenshot shows the 'Frame Distributed Loads' dialog box. The 'Load Pattern Name' is 'CVCubierta' and the 'Units' are 'KN, m, C'. Under 'Load Type and Direction', 'Forces' is selected, 'Coord Sys' is 'GLOBAL', and 'Direction' is 'Gravity'. In the 'Options' section, 'Add to Existing Loads' is selected. The 'Trapezoidal Loads' section has four columns for distance and load, all set to 0. The 'Uniform Load' section has a 'Load' value of 0.712. The 'OK' button is highlighted.

2.12.11 Correr el modelo del pórtico de la vivienda tipo 1. Obtención de tablas de desplazamientos, reacciones, diagramas de momentos y masa de la estructura entre otros.

Figura 37. Casos de carga definidos para correr



A continuación se presenta el ejemplo del chequeo de deriva realizada para la vivienda tipo I con su alineamiento de nodos más crítico, es decir, en el cual se presentaron los mayores desplazamientos relativos.



Primero se obtiene el desplazamiento relativo entre nodos adyacentes tanto en dirección "X" como "Y", para que finalmente se obtenga el desplazamiento total o resultante usando el teorema de Pitágoras. Aplicándose repetitivamente este método para todos los alineamiento de columnas.

$$\Delta_x = \Delta_{piso(1)x} - \Delta_{piso 0 x}$$

$$\Delta_y = \Delta_{piso(1)y} - \Delta_{piso 0 y}$$

$$DERIVA = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2}$$

2.12.12 Resultados de los desplazamientos- chequeo de derivas vivienda tipo 1

Tabla 17. Chequeo de derivas por el sismo en dirección “X” (FHEX).

TABLE: Joint Displacements									Altura entrepiso	2,55	[m]	
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	1%	0,0255	[m]	
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
C10	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C11	FHE X	LinStatic	0,007626	0,000564	0,000036	-0,00017	0,002514	-0,000108	0,007626	0,000564	0,007647	SI
C12	FHE X	LinStatic	0,01316	0,000955	0,000047	-0,000071	0,00109	-0,000183	0,005534	0,000391	0,005548	SI
C20	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C21	FHE X	LinStatic	0,007626	0,000122	0,000031	-0,00003	0,00161	-0,000108	0,007626	0,000122	0,007627	SI
C22	FHE X	LinStatic	0,01316	0,000206	0,00004	-0,00002	0,000696	-0,000183	0,005534	0,000084	0,005535	SI
C30	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C31	FHE X	LinStatic	0,007626	-0,000159	-0,000017	0,000042	0,001524	-0,000108	0,007626	-0,000159	0,007628	SI
C32	FHE X	LinStatic	0,01316	-0,00027	-0,000022	0,000025	0,000661	-0,000183	0,005534	-0,000111	0,005535	SI
C40	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C41	FHE X	LinStatic	0,007626	-0,000527	-0,000051	0,000158	0,002388	-0,000108	0,007626	-0,000527	0,007644	SI
C42	FHE X	LinStatic	0,01316	-0,000891	-0,000066	0,000067	0,001038	-0,000183	0,005534	-0,000364	0,005546	SI
									Max		0,007647	

Tabla 18. Chequeo de derivas por el sismo en dirección “Y” (FHEY).

A41	FHE Y	LinStatic	0,000475	0,008435	0,000032	-0,00301	0,00015	0,000106	0,000475	0,008435	0,008448	SI
A42	FHE Y	LinStatic	0,000856	0,01527	0,000042	-0,001477	0,000072	0,000192	0,000381	0,006835	0,006846	SI
B10	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B11	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,00736	0,000022	-0,001797	-0,000016	0,000106	-0,000047	0,00736	0,007360	SI
B12	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,01333	0,000029	-0,000836	-8,052E-06	0,000192	-0,000038	0,00597	0,005970	SI
B20	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B21	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,007797	0,000024	-0,001902	-0,000012	0,000106	-0,000047	0,007797	0,007797	SI
B22	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,014117	0,000031	-0,000883	-4,808E-06	0,000192	-0,000038	0,00632	0,006320	SI
B30	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B31	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,008073	0,000024	-0,001967	-0,000011	0,000106	-0,000047	0,008073	0,008073	SI
B32	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,014617	0,000032	-0,000914	-4,601E-06	0,000192	-0,000038	0,006544	0,006544	SI
B40	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B41	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,008435	0,000026	-0,002053	-0,000015	0,000106	-0,000047	0,008435	0,008435	SI
B42	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,01527	0,000034	-0,000953	-7,672E-06	0,000192	-0,000038	0,006835	0,006835	SI
C10	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C11	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,00736	-0,000056	-0,002424	-0,000142	0,000106	-0,00043	0,00736	0,007373	SI
C12	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,01333	-0,000074	-0,001189	-0,000068	0,000192	-0,000346	0,00597	0,005980	SI
C20	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C21	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,007797	-0,000058	-0,002562	-0,000093	0,000106	-0,00043	0,007797	0,007809	SI
C22	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,014117	-0,000077	-0,001256	-0,000043	0,000192	-0,000346	0,00632	0,006329	SI
C30	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C31	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,008073	-0,000057	-0,002652	-0,000088	0,000106	-0,00043	0,008073	0,008084	SI
C32	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,014617	-0,000076	-0,001299	-0,00004	0,000192	-0,000346	0,006544	0,006553	SI
C40	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C41	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,008435	-0,000058	-0,002766	-0,000135	0,000106	-0,00043	0,008435	0,008446	SI
C42	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,01527	-0,000076	-0,001354	-0,000065	0,000192	-0,000346	0,006835	0,006844	SI
									Max		0,008448	

3. DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1 DISEÑO SISMO RESISTENTE

CALCULO PARA LA VIVIENDA TIPO 1

Se realiza el mismo procedimiento usado en fuerza horizontal equivalente según la NSR-98, aparte de ello se adiciona otras combinaciones de carga que involucran el sismo, pero se reducen de acuerdo a las irregularidades de la estructura.

El siguiente fragmento es tomado de NSR-98

A.3 1.1 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Fuerza sísmica reducida de diseño

$$E = \frac{F}{R} \quad (6).$$

Ecuación 6. Fuerza sísmica Reducida.

Donde

F: Fuerza sísmica obtenida de los combos de carga.

R: Coeficiente de Capacidad de Disipación de Energía.

A.3.3.3 – REDUCCIÓN DEL VALOR DE R PARA ESTRUCTURAS IRREGULARES

Cuando una estructura se clasifique como irregular, el valor del coeficiente de capacidad de disipación de energía R que se utilice en el diseño sísmico de la edificación, debe reducirse multiplicando por ϕ_p , debido a irregularidades en planta, y por ϕ_a debido a irregularidades en altura, como indica la ecuación A.3-1

$$R = R_0 * \phi_a * \phi_p \quad (\text{A.3-1}) (7).$$

Ecuación 7. Coeficiente de Capacidad de Disipación de Energía.

Cuando una edificación tiene varios tipos de irregularidad en planta simultáneamente, se aplicará el menor valor de ϕ_p , Análogamente, cuando una edificación tiene varios tipos de irregularidad en altura simultáneamente, se aplicará el menor valor de ϕ_a .

A.3.3.4 COFIGURACIÓN EN PLANTA- La edificación se considera irregular cuando ocurra, vease figura A.3-1, uno o varios de los casos descritos en la tabla A.3-7, donde se definen los valores de ϕ_p .

A.3.3.5 CONFIGURACIÓN EN ALTURA-Una edificación se clasifica como irregular en altura, véase la figura A.3-2, cuando ocurre uno o varios, de los casos descritos en la tabla A.3-7, donde se definen los valores de ϕ_a .

A.3.3.5.1 Excepciones a las irregularidades en altura- Cuando para todos los pisos, la deriva de cualquier piso es menor de 1,3 veces la deriva del piso siguiente hacia arriba, puede considerarse que no existen irregularidades en altura de los tipos 1A, 2ª, ó 3ª, tal como se definen en la tabla A.3-7, y en este caso se aplica $\phi_a = 1$. No hay necesidad de considerar en esta evaluación las derivas los dos pisos superiores de la edificación ni los sótanos que tengan muros de contención integrados a la estructura en toda su periferia. Las derivas utilizadas en la evaluación pueden calcularse sin incluir los efectos torsionales. Así mismo, no se considera irregular la estructura flexible apoyada sobre una estructura con mayor rigidez que cumpla los requisitos de A.3.2.4.3 y los correspondientes de la tabla A.3-5.

$R_0 = 7$; porque la vivienda es un portico resistente a momentos tipo DES

Tabla 19. Valor del coeficiente R_0 Para un pórtico en concreto tipo DES..

C. SISTEMA DE PORTICO		Valor de R_0 (Nota 2)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema de resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema de resistencia para cargas verticales		alta		intermedia		baja	
			uso permit	altura max	uso permit	altura max	uso permit	altura max
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES)								
a. de concreto (DES)	el mismo	7.0	si	sin limite	si	sin limite	si	sin limite
b. de acero (DES)	el mismo	7.0 (Nota-3)	si	sin limite	si	sin limite	si	sin limite

Fuente: Norma Sismo Resistente, NSR-98

Como la estructura no presenta ninguna irregularidad en planta y en altura entonces tenemos:

$$\phi_a = 1$$

$$\phi_p = 1$$

$$R = 7 * 1 * 1 \rightarrow R = 7$$

3.2 COMBINACIONES DE CARGA USADAS (Tomadas de la NSR-10)

$$1,4D$$

$$1,2D + 1,6L$$

$$1,2D + 1L + \frac{0,3 Ex}{7} + \frac{Ey}{7}$$

$$1,2D + 1L - \frac{0,3 Ex}{7} + \frac{Ey}{7}$$

$$1,2D + 1L + \frac{0,3 Ex}{7} - \frac{Ey}{7}$$

$$1,2D + 1L - \frac{0,3 Ex}{7} - \frac{Ey}{7}$$

$$1,2D + 1L + \frac{Ex}{7} + \frac{0,3 Ey}{7}$$

$$1,2D + 1L - \frac{Ex}{7} + \frac{0,3 Ey}{7}$$

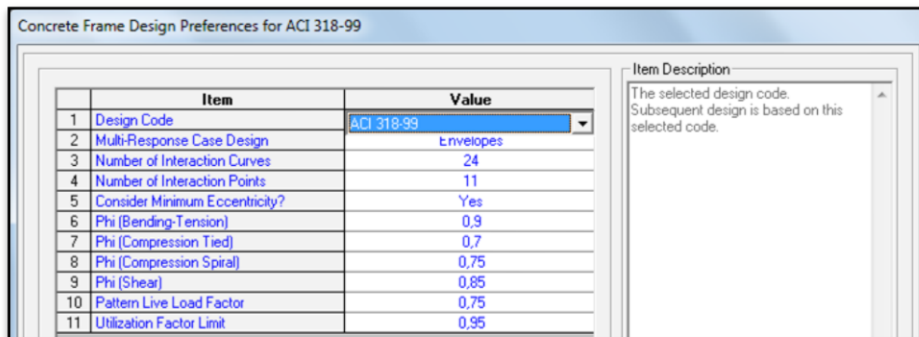
$$1,2D + 1L + \frac{Ex}{7} - \frac{0,3 Ey}{7}$$

$$1,2D + 1L - \frac{Ex}{7} - \frac{0,3 Ey}{7}$$

Nota: Se procede a ingresar los combos anteriores en modelo usado para el chequeo de derivas, y adicional se realizan los pasos presentados a continuación.

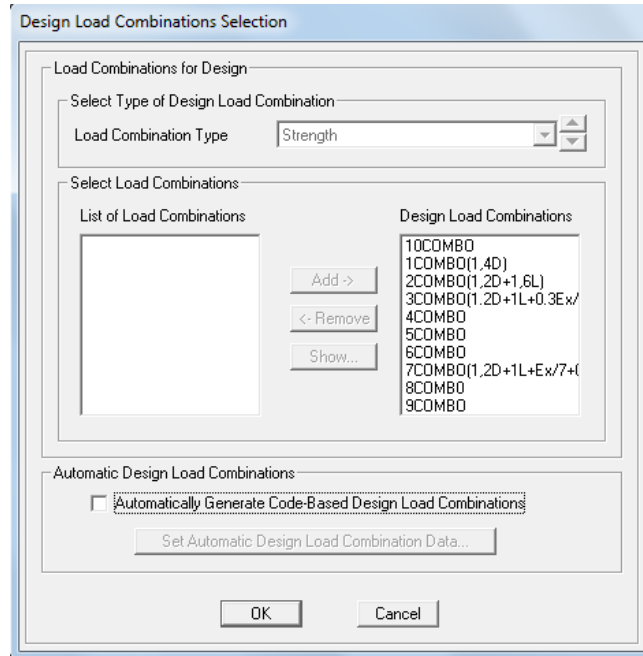
3.1.2 Código usado para el diseño estructural. Se toma el código ACI 318-99 debido a que la vivienda estudiada fue construida en una época donde dicho código era el usado para los diseños estructurales.

Figura 38. Configuración código ACI 318-99 para el cálculo del acero de refuerzo



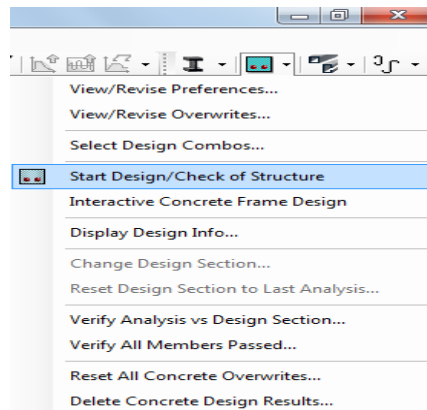
3.1.3 Adición de combos para el diseño estructural

Figura 39. Adición de combinaciones para el diseño estructural.



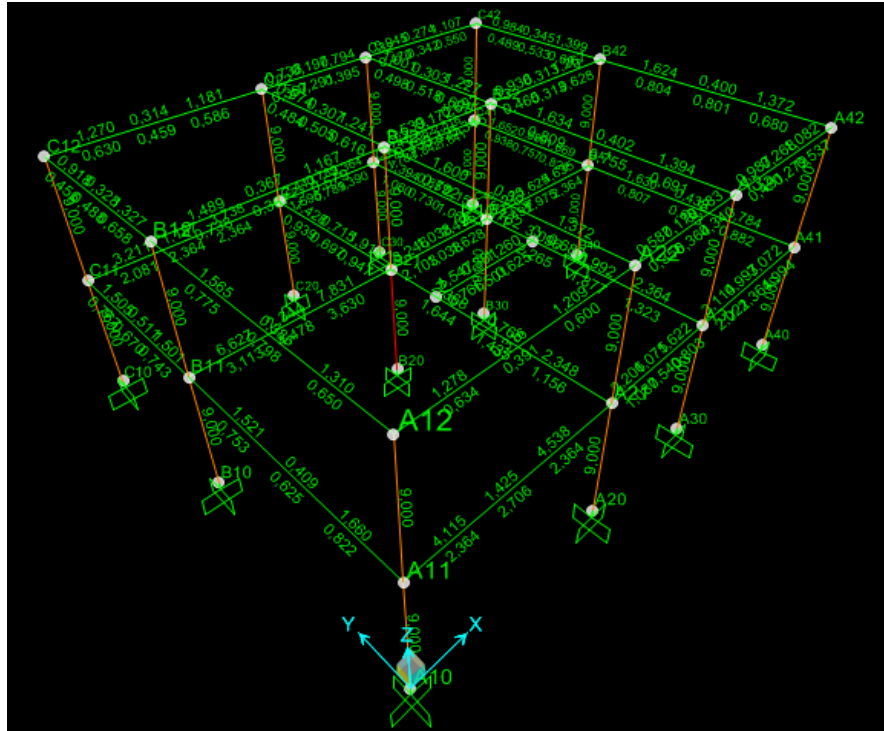
3.1.4 Iniciar diseño estructural

Figura 40. Configuración final para inicio de cálculo de cuantía.



3.1.5 Cuantía final del acero requerido en los elementos estructurales

Figura 41. Elementos estructurales con acero de refuerzo - Vivienda tipo 1.



El grafico anterior define el acero que debe llevar cada elemento estructural para aplicar el método de análisis estático no lineal Pushover en la vivienda tipo 1.

4. MÉTODO DE PUSHOVER

A continuación se presenta la una tabla usada para definir el acero de refuerzo a suministrar en vigas y columnas de los pórticos.

Tabla 20. Dimensiones nominales del acero de refuerzo corrugado.

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
Nº 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
Nº 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
Nº 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
Nº 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
Nº 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
Nº 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
Nº 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
Nº 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
Nº 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
Nº 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
Nº 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
Nº 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El Nº de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia

Fuente: Titulo C.3-2, Norma Sismo Resistente NSR-98.

4.1. CALCULO DEL ACERO TRANSVERSAL

Tabla 21. Especificaciones para el cálculo de acero transversal.

REFUERZO TRANSVERSAL EN VIGAS		
Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico		
Minima - <i>DMI</i>	Moderada - <i>DMO</i>	Especial - <i>DES</i>
(a) Deben colocarse estribos de confinamiento al menos de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) por una distancia igual a $2d$, medida hacia el centro del elemento a partir de la cara del apoyo, en ambos extremos de la viga.	(a) Deben colocarse estribos de confinamiento al menos de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) en los siguientes lugares: <ul style="list-style-type: none"> por una distancia igual a $2d$, medida hacia el centro del elemento a partir de la cara del apoyo, en ambos extremos de la viga, y por una distancia igual a $2d$, a ambos lados de aquellos lugares donde el análisis 	(a) Deben colocarse estribos de confinamiento al menos de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) en los siguientes lugares: <ul style="list-style-type: none"> por una distancia igual a $2d$, medida hacia el centro del elemento a partir de la cara del apoyo, en ambos extremos de la viga, y por una distancia igual a $2d$, a ambos lados de aquellos lugares donde el análisis
	indique que puede haber plastificación por flexión causada por los desplazamientos inelásticos de la estructura.	indique que puede haber plastificación por flexión causada por los desplazamientos inelásticos de la estructura.
(b) El primer estribo de confinamiento debe colocarse al menos a 50 mm de la cara del apoyo. El máximo espaciamento de los estribos de confinamiento no puede exceder $d/2$.	(b) El primer estribo de confinamiento debe colocarse al menos a 50 mm de la cara del apoyo. El máximo espaciamento de los estribos de confinamiento no puede exceder: <ul style="list-style-type: none"> $d/4$, $8d_s$ de la barra longitudinal de menor diámetro, $24d_s$ de la barra del estribo de confinamiento, ó 300 mm. 	(b) El primer estribo de confinamiento debe colocarse al menos a 50 mm de la cara del apoyo. El máximo espaciamento de los estribos de confinamiento no puede exceder: <ul style="list-style-type: none"> $d/4$, $8d_s$ de la barra longitudinal de menor diámetro, $24d_s$ de la barra del estribo de confinamiento, ó 300 mm.
	(c) Donde se requieran estribos de confinamiento, los estribos deben disponerse de tal manera que las barras longitudinales de las esquinas de la sección y dos de por medio de la que no lo es, tenga soporte lateral proveniente de la esquina de un estribo. Ninguna barra debe estar localizada a más de 150 mm libres, medidos a lo largo del estribo, de una barra que esté soportada lateralmente .	(c) Donde se requieran estribos de confinamiento, los estribos deben disponerse de tal manera que las barras longitudinales de las esquinas de la sección y dos de por medio de la que no lo es, tenga soporte lateral proveniente de la esquina de un estribo. Ninguna barra debe estar localizada a más de 150 mm libres, medidos a lo largo del estribo, de una barra que esté soportada lateralmente .
	(d) Donde no se requieran estribos de confinamiento, el espaciamento máximo de los estribos debe ser $d/2$ a todo lo largo del elemento. Estos estribos deben ser al menos de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) y tener en sus extremos ganchos sísmicos de 135° abrazando el refuerzo longitudinal.	(d) Donde no se requieran estribos de confinamiento, el espaciamento máximo de los estribos debe ser $d/2$ a todo lo largo del elemento. Estos estribos deben ser al menos de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) y tener en sus extremos ganchos sísmicos de 135° abrazando el refuerzo longitudinal.
(c) El refuerzo requerido para resistir esfuerzos cortantes que esté localizado en las regiones definidas en (a) debe consistir en estribos que cumplan los requisitos de estribo de confinamiento. Los estribos de confinamiento pueden tenerse en cuenta dentro del área de refuerzo requerida para esfuerzos cortantes.	(e) El refuerzo requerido para resistir esfuerzos cortantes que esté localizado en las regiones definidas en (a) debe consistir en estribos que cumplan los requisitos de estribo de confinamiento. Los estribos de confinamiento pueden tenerse en cuenta dentro del área de refuerzo requerida para esfuerzos cortantes.	(e) El refuerzo requerido para resistir esfuerzos cortantes que esté localizado en las regiones definidas en (a) debe consistir en estribos que cumplan los requisitos de estribo de confinamiento. Los estribos de confinamiento pueden tenerse en cuenta dentro del área de refuerzo requerida para esfuerzos cortantes.

Fuente: Norma Sismo Resistente, NSR-98.

Nota: SAP arroja en el diseño los valores de la relación de área de ramas verticales del estribo usado con respecto a una separación, lo que significa que se puede despejar la separación en cada caso.

$$\frac{A_v}{S} = SHEAR STEEL$$

$$Estribos N^{\circ}3 \text{ de } 2 \text{ ramas} = 142 \text{ mm}^2$$

$$d_b \text{Estribos } N^{\circ}3 = 9,5 \text{ mm}$$

Ejemplo: Para la viga “Viga de EJE A entre 1-2 Entrepiso1” el valor máximo de la relación descrita es 0,03

$$\frac{142 \text{ mm}^2}{S} = 0,03$$

$$S \approx 400 \text{ mm}$$

Según la norma en la NSR-98 en la zona de confinamiento ($2d$) no deben estar los estribos a una separación mayor a la siguiente:

$$S_1 = 24 * d_b \text{ estribo} \rightarrow 24 * 9,5 \text{ mm} \approx 220 \text{ mm}$$

$$S_2 = 8 * 15,9 \text{ mm} \rightarrow S \approx 120 \text{ mm}$$

$$S_3 = \frac{d}{4} \rightarrow 240 \frac{\text{mm}}{4} = 120 \text{ mm}$$

$$S_4 \approx 300 \text{ mm}$$

La única forma en la cual la separación será inferior a 120 mm es cuando el valor de cuantía de SAP para refuerzo transversal sea mayor a 0,11.

$$S_{Final} = 120 \text{ mm}$$

Estribos N^o3 de 2 Ramas a 120 mm

Nota: Dentro de las propiedades de la viga en SAP, no es necesario ingresar el refuerzo transversal.

4.2. CALCULO DEL REFUERZO PRINCIPAL PARA RESISTIR FLEXIÓN EN VIGAS

Ver cuadro DES, barras longitudinales mayores o iguales a la #5.

Tabla 22. Especificaciones para definir el acero de refuerzo Longitudinal.

REFUERZO LONGITUDINAL EN VIGAS		
Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico		
Mínima - <i>DMI</i>	Moderada - <i>DMO</i>	Especial - <i>DES</i>
No hay requisitos especiales diferentes a los dados en los Capítulos C.1 a C.19.	(a) En cualquier sección de la viga el refuerzo superior e inferior no debe tener una cuantía, ρ , inferior a la que se obtiene con la ecuación C.10-3, ni debe exceder 0.025. Debe haber al menos dos barras continuas con diámetro igual o superior a N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm), tanto arriba como abajo.	(a) En cualquier sección de la viga el refuerzo superior e inferior no debe tener una cuantía, ρ , inferior a la que se obtiene con la ecuación C.10-3, ni debe exceder 0.025. Debe haber al menos dos barras continuas con diámetro igual o superior a N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm), tanto arriba como abajo.
	(b) La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que 1/3 de la resistencia	(b) La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que 1/2 de la resistencia

	a momento negativo en la misma cara del nudo. La resistencia a momento, tanto positivo como negativo, en cualquier sección a lo largo de la viga, no puede ser menor que 1/5 de la resistencia máxima a momento del elemento en cualquiera de los nudos.	a momento negativo en la misma cara del nudo. La resistencia a momento, tanto positivo como negativo, en cualquier sección a lo largo de la viga, no puede ser menor que 1/4 de la resistencia máxima a momento del elemento en cualquiera de los nudos.
	(c) Al menos el 60% del refuerzo longitudinal superior e inferior de las vigas que sean parte del sistema de resistencia sísmica, debe atravesar el núcleo de cada columna que intersecte la viga.	(c) Al menos el 60% del refuerzo longitudinal superior e inferior de las vigas que sean parte del sistema de resistencia sísmica, debe atravesar el núcleo de cada columna que intersecte la viga.
	(d) No se permiten empalmes por traslapo dentro de los nudos.	(d) No se permiten empalmes por traslapo en los siguientes lugares: <ul style="list-style-type: none"> • dentro de los nudos, • dentro de una distancia igual a $2d$ de la cara del nudo, y • en aquellos lugares donde el análisis indique que puede haber plastificación por flexión causada por los desplazamientos inelásticos de la estructura.
		(e) Se permiten empalmes por traslapo del refuerzo en lugares diferentes a los indicados en (d), solo si se proveen estribos de confinamiento a todo lo largo del empalme por traslapo. La separación máxima del refuerzo transversal que confina el empalme por traslapo no puede exceder $d/4$ ó 100 mm.
		(f) Los empalmes mecánicos o soldados deben cumplir los requisitos de C.21.2.6.

Fuente: Título C Norma Sismo Resistente NSR-98.

C.10.5 Refuerzo mínimo en elementos sometidos a flexión

C.10.5.1 En toda sección de un elemento sometido a flexión cuando por análisis se requiera refuerzo de tracción, excepto lo establecido en C.10.5.2, C.10.5.3 y C.10.5.4, el A_s proporcionado no debe ser menor que el dado por:

$$A_{smin} = \rho_{min} db_w = \frac{\overline{f'c}}{4f_y} db_w \geq \frac{1.4}{f_y} db_w \quad (C.10-3) \quad (8)$$

Ecuación 8. Acero mínimo de refuerzo

ρ_{min} : Cuantía mínima de refuerzo.

d : Distancia efectiva. Desde la última fibra de la zona a compresión hasta el centro del refuerzo a tracción.

b_w : Ancho efectivo de la viga.

f_y : Esfuerzo de Fluencia del acero de 60 Ksi.

C.10.5.3 Los requisitos de C.10.5.1, puede dispensarse si en todas las secciones del elemento, la cuantía de refuerzo superior es un tercio mayor que la solicitada por análisis.

En las estructuras de DES también deben cumplirse los requisitos de C.21

$$A_{s\ min} = \frac{\overline{f'_c}}{4 * F_y} * b_w * d$$

$$d = h - R - \frac{d_b}{2} - d_{b\ transversal} \approx 240\ mm$$

$$b_w = 300\ mm$$

$$A_{s\ min} = \frac{21}{4 * 420} * 300 * 240 = 196,4\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1,4}{F_y} * b_w * d$$

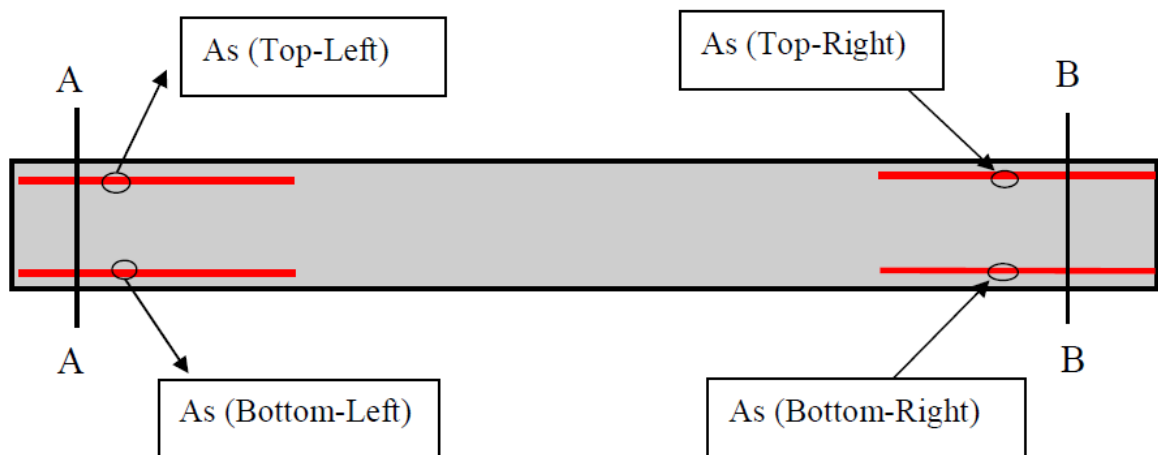
$$A_{s\ min} = \frac{1,4}{420} * 300 * 240 = \mathbf{240\ mm^2}$$

Según los resultados anteriores, en las secciones de las vigas no puede haber menos de 240 mm² de acero longitudinal a tracción.

NOTA: Según la norma, deben ir arriba y abajo como mínimo 2 barras de numeración mayor o igual a la n°5. Es por ello que para el entrepiso 1 se tienen 3 tipos de vigas debido a la configuración de los aceros arriba y abajo-derecha izquierda. Para la cubierta prima la misma sección transversal con el mismo refuerzo longitudinal en todas las vigas.

Figura 42. Imagen de requerimientos de acero longitudinal tenidos en cuenta en el método de pushover.

Esquema de Disposición de Aceros Reales a Flexión



Fuente: Yony Portillo, Introducción al Diseño de Marcos de Concreto reforzados, por el Método de Análisis Estático no lineal (push-over)", utilizando un software especializado.

4.3 CÁLCULO DE REFUERZO LONGITUDINAL EN LAS COLUMNAS.

Tabla 23. Especificaciones para definir acero Longitudinal en columnas.

REFUERZO LONGITUDINAL EN LAS COLUMNAS		
Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico		
Minima - <i>DMI</i>	Moderada - <i>DMO</i>	Especial - <i>DES</i>
(a) La cuantía de refuerzo longitudinal, ρ_g , no debe ser menor que 0.01 ni mayor que 0.06.	(a) La cuantía de refuerzo longitudinal, ρ_g , no debe ser menor que 0.01 ni mayor que 0.06.	(a) La cuantía de refuerzo longitudinal, ρ_g , no debe ser menor que 0.01 ni mayor que 0.06.
		(b) Los empalmes por traslape se permiten únicamente en la mitad central de la longitud del elemento y deben diseñarse como empalmes en tracción. Los empalmes mecánicos o soldados deben cumplir los requisitos de C.21.2.6.

Fuente: Norma Sismo Resistente, NSR-98.

Nota: El diseño de SAP arroja un área de acero para todas las columnas de 9 cm², se tomara este dato para hallar una cuantía y compararla con la estipulada en la norma.

$$\rho_g = \frac{A_s}{A_g}$$

$$\rho_g = \frac{9 \text{ cm}^2}{30 \text{ cx}30 \text{ cm}} = 0,01$$

La norma sugiere:

$$0,01 \leq \rho_g \leq 0,06$$

Nota: Se está en el límite inferior de la cuantía aceptable por NSR-98, por tanto se decide adicionar una combinación de acero superior a 9 cm². Es decir usar 4 barras N°6, para un total de 11,36 cm².

$$A_s = 11,36 \text{ cm}^2 ; 4 \text{ barras } \#6.$$

Nueva cuantía con el refuerzo suministrado en el modelo de SAP.

$$\rho_{g \text{ Final}} = \frac{11,36 \text{ cm}^2}{30 \text{ cx}30 \text{ cm}} \approx 0,013 ; \text{Cumple}$$

4.4 SEPARACIÓN DEL REFUERZO TRANSVERSAL EN LAS COLUMNAS

Se suministran estribos rectangulares N°3 de 2 ramas con gancho sísmico a 135°. La mayor relación “Av” sobre la separación “S” arrojada por el programa al diseñar es del orden de 0,03.

$$\frac{A_v}{S} = \text{MAJOR SHEAR}$$

$$\text{Estribos N}^\circ 3 \text{ de 2 ramas} = 142 \text{ mm}^2$$

Sirve para el cortante en la columna en las 2 direcciones, ya sea “X” o “Y” debido a que las columnas son cuadradas.

$$d_b \text{Estribos N}^\circ 3 = 9,5 \text{ mm}$$

$$\frac{142 \text{ mm}^2}{S} = 0,03$$

$$S \approx 400 \text{ mm}$$

4.4.1 Separación según la norma NSR-98. El Refuerzo transversal de confinamiento debe espaciarse a lo largo del eje del elemento a una separación S que no exceda: ¼ de la dimensión mínima de la sección del elemento o 100mm.

$$\text{DIMENSIÓN MÍNIMA (Columna)} = 300 \text{ mm}$$

$$S = \frac{300}{4} \approx 70 \text{ mm}$$

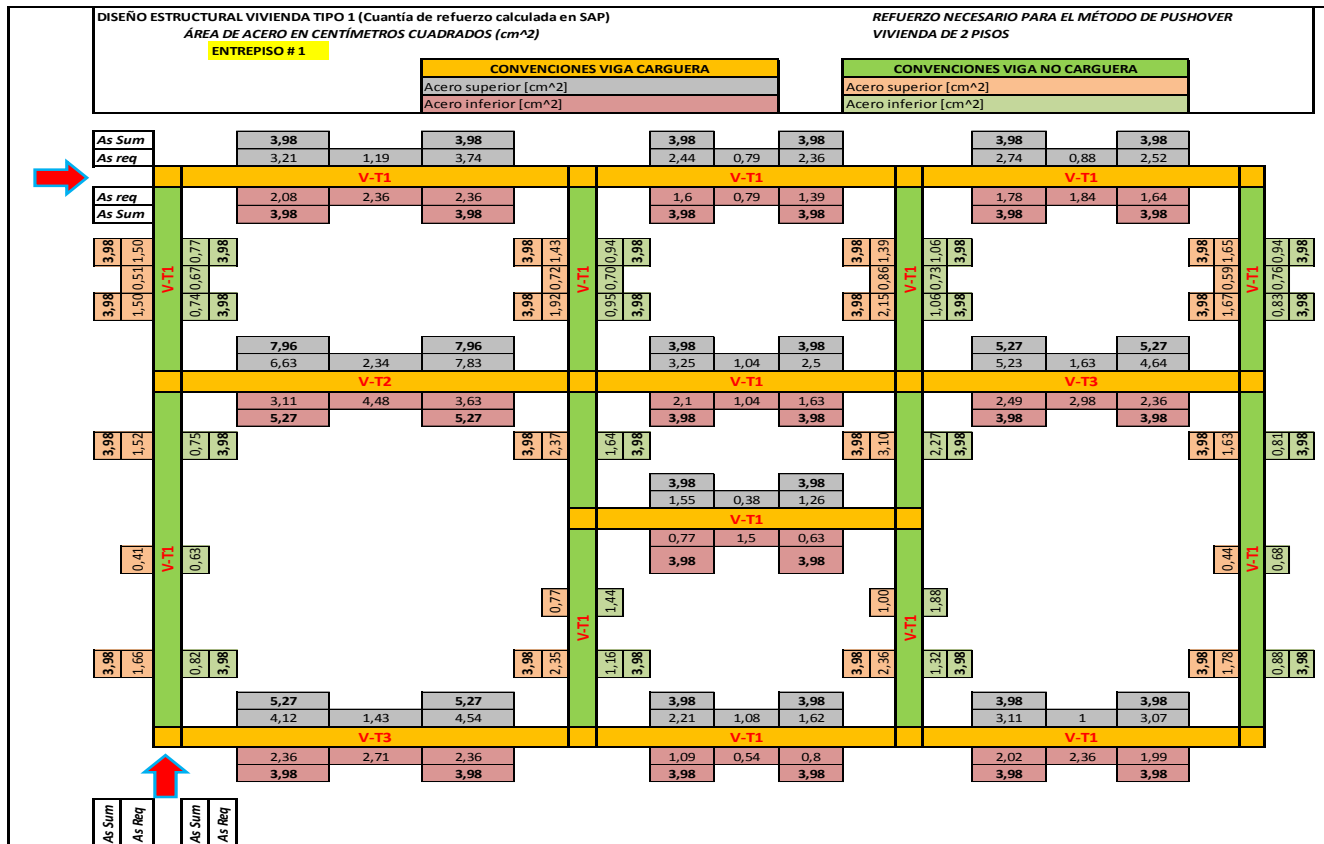
$$S = 100 \text{ mm}$$

$$S_{final} = \mathbf{70 \text{ mm}}$$

Nota: esta separación de 7 cm rige para todas las columnas. Se ingresa al modelo de SAP este dato como separación del refuerzo transversal para el elemento columna.

4.5 REFUERZO TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE LA VIVIENDA TIPO 1 USADO EN EL MÉTODO DE PUSHOVER

Figura 43. Configuración de acero requerido y suministrado para las vigas del entrepiso 1.



V-T1	VIGA TIPO 1
V-T2	VIGA TIPO 2
V-T3	VIGA TIPO 3

Figura 45. Detalle del refuerzo longitudinal en los extremos de cada viga tipo.

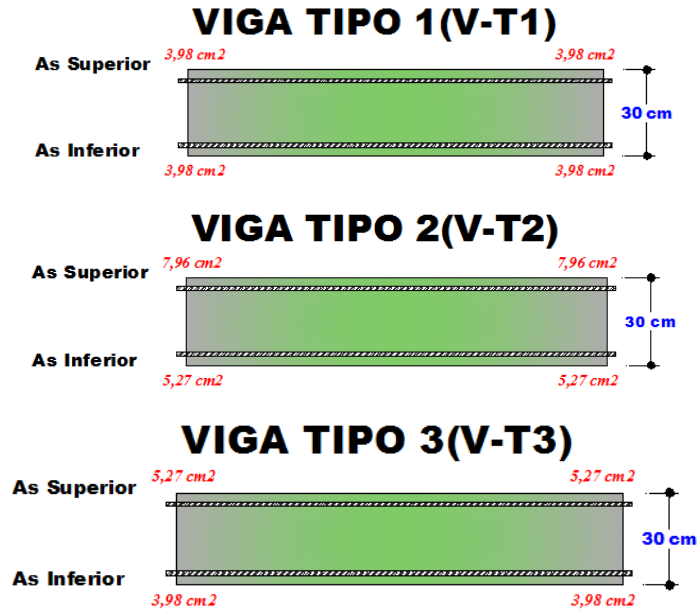
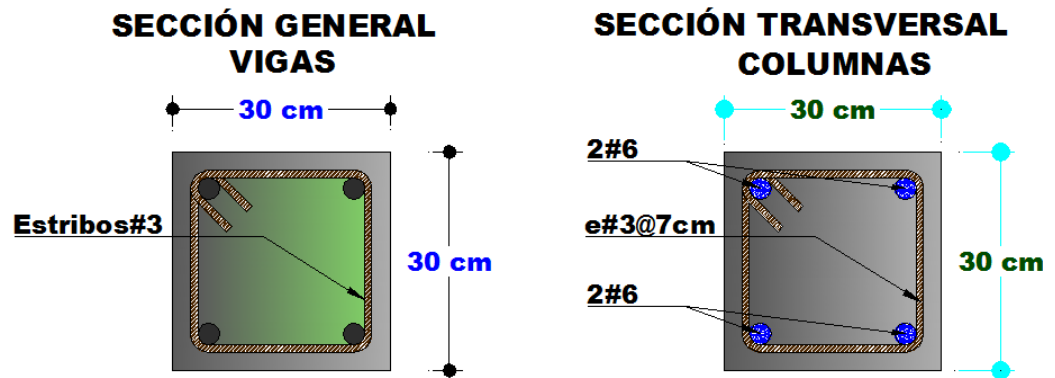


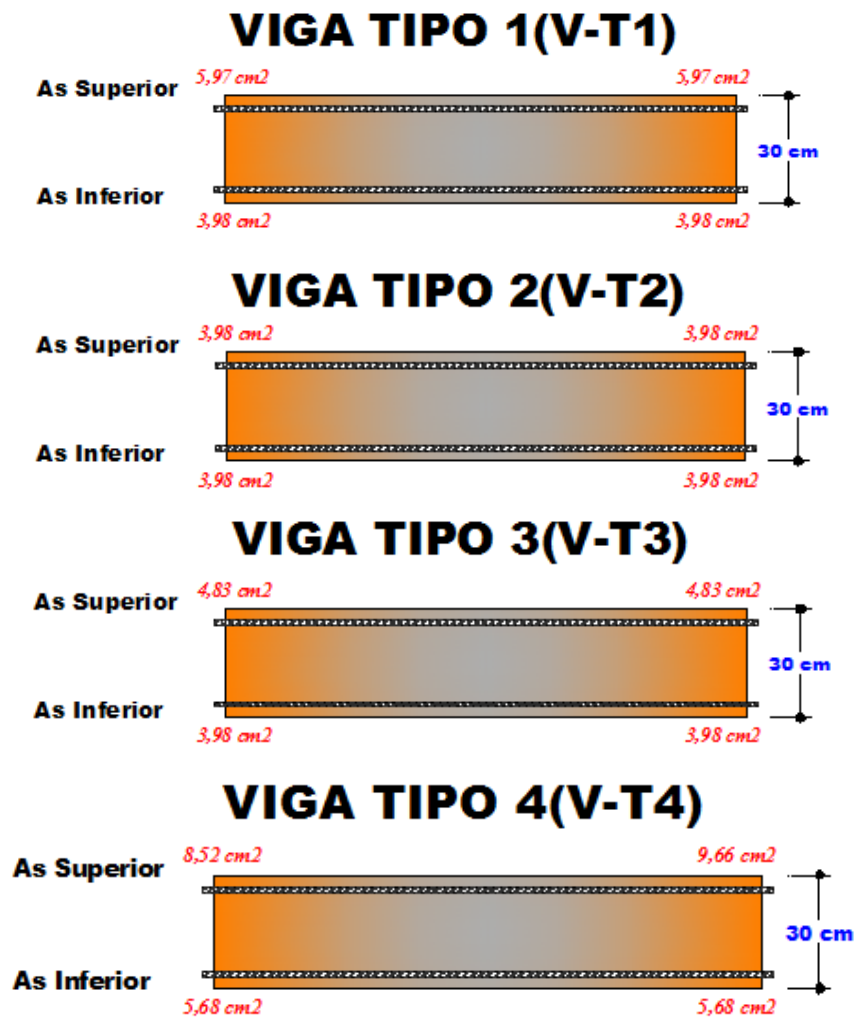
Figura 46. Secciones transversales de vigas y columnas usadas en la vivienda tipo1



Cantidad mínima de barras: 4#5
 As Superior e Inferior : Depende de cada viga tipo

V-T1	VIGA TIPO 1
V-T2	VIGA TIPO 2
V-T3	VIGA TIPO 3
V-T4	VIGA TIPO 4
V-T5	VIGA TIPO 5
V-T6	VIGA TIPO 6
V-T7	VIGA TIPO 7
V-T8	VIGA TIPO 8

Figura 50. Detalle del refuerzo longitudinal en los extremos de cada viga tipo.



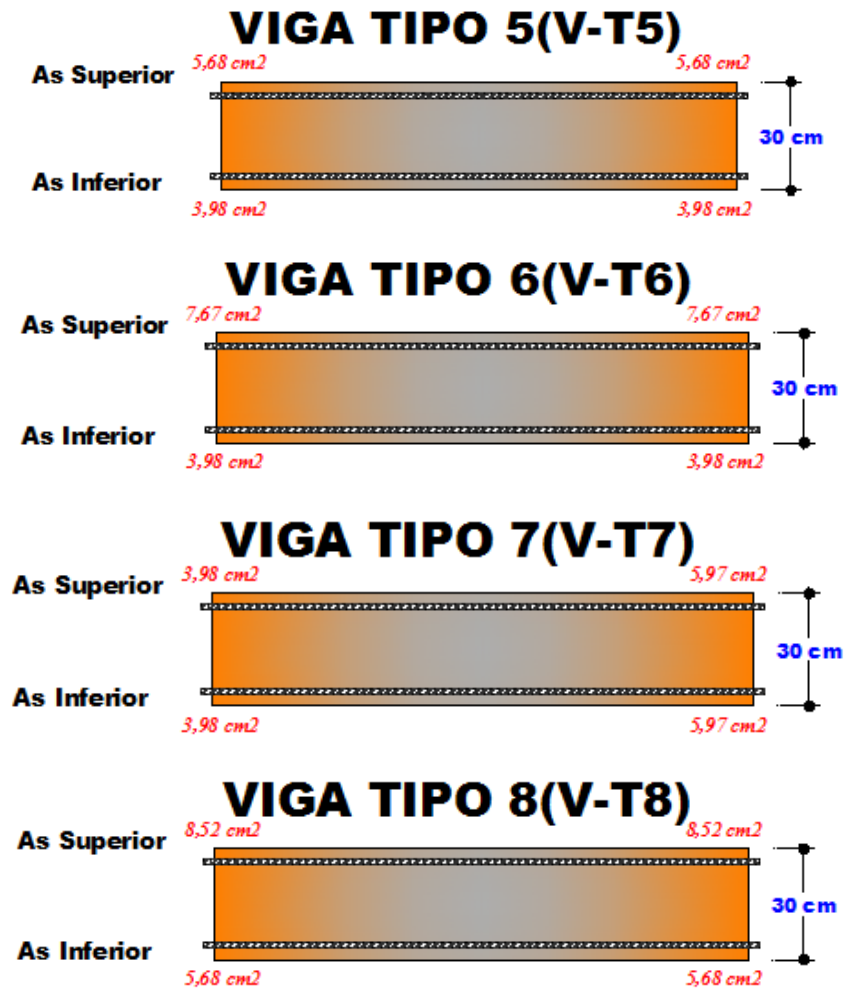
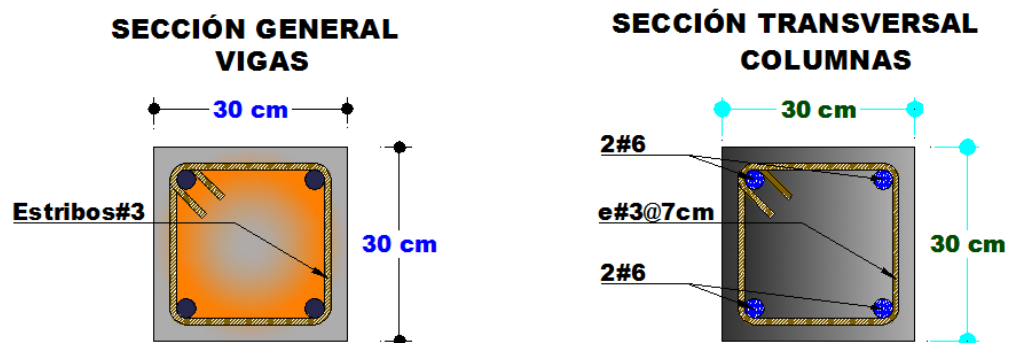


Figura 51. Secciones transversales de vigas y columnas usadas en la vivienda tipo 2.



Cantidad mínima de barras: 4#5
 As Superior e Inferior: Depende de cada viga tipo

4.7 MODELAMIENTO EN SAP 2000 V16

El modelo en SAP 2000 V16 sobre el cual se aplica el método no lineal es el mismo modelo usado para el chequeo de derivas mediante el análisis de fuerza horizontal equivalente con la diferencia que se tiene una variación en la de forma resumida los pasos y configuración adicional para aplicar el método de análisis estático no lineal "PUSHOVER".

4.7.1 Detalles de la columna en SAP. Las columnas de la vivienda tipo 1 tienen igual cantidad de acero que la vivienda tipo 2. Anteriormente se realizaron los cálculos del acero requerido mediante SAP 2000 V16 y el suministrado según la NSR-98. En la parte inferior de la imagen se demarco la opción que obliga a que el método no lineal use el acero de refuerzo configurado para su análisis.

Figura 52. Configuración del refuerzo longitudinal y transversal para columnas.

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + ACERO GRADO 60

Confinement Bars (Ties) + ACERO GRADO 60

Design Type

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spiral

Longitudinal Bars - Rectangular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars 0,04

Number of Longit Bars Along 3-dir Face 2

Number of Longit Bars Along 2-dir Face 2

Longitudinal Bar Size + #6

Confinement Bars

Confinement Bar Size + #3

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0,07

Number of Confinement Bars in 3-dir 2

Number of Confinement Bars in 2-dir 2

Check/Design

Reinforcement to be Checked ✓

Reinforcement to be Designed

OK

Cancel

4.7.2 Detalles del refuerzo en vigas

Vigas para la Vivienda tipo 1

A continuación se muestra la imagen de los 3 tipos de vigas requeridas para la vivienda tipo 1. Además, son usadas en los posteriores modelos donde se varía la pendiente del terreno.

Figura 53. Tipos de vigas generadas para la vivienda tipo 1

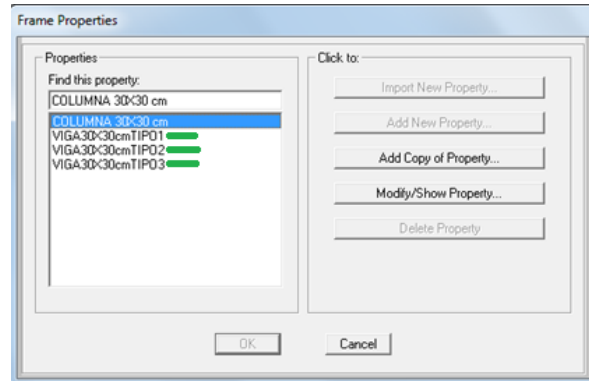
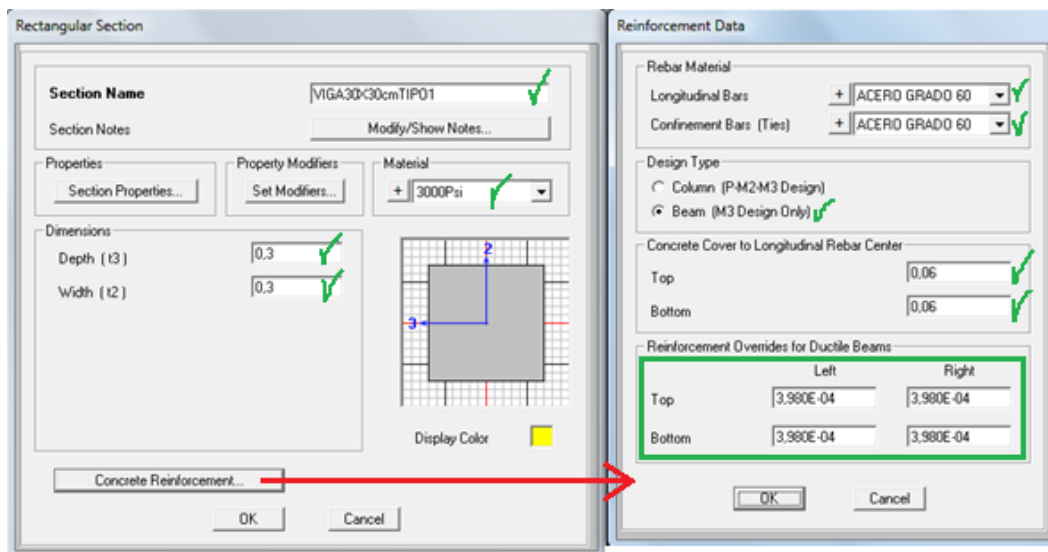


Imagen que muestra el ejemplo de la configuración de las propiedades de la viga tipo 1 (vivienda tipo 1). Incluyendo la sección transversal, el tipo de concreto, recubrimientos y acero suministrado.

Figura 54. Propiedades de la viga tipo 1 - vivienda tipo 1. Cantidad y recubrimiento del acero suministrado.



Vigas para la Vivienda tipo 2

A continuación se presenta la imagen de los 8 tipos de vigas requeridas para la vivienda tipo 2. Además, son usadas en los posteriores modelos donde se varía la pendiente del terreno.

Figura 55. Tipos de vigas generadas para la vivienda tipo 2.

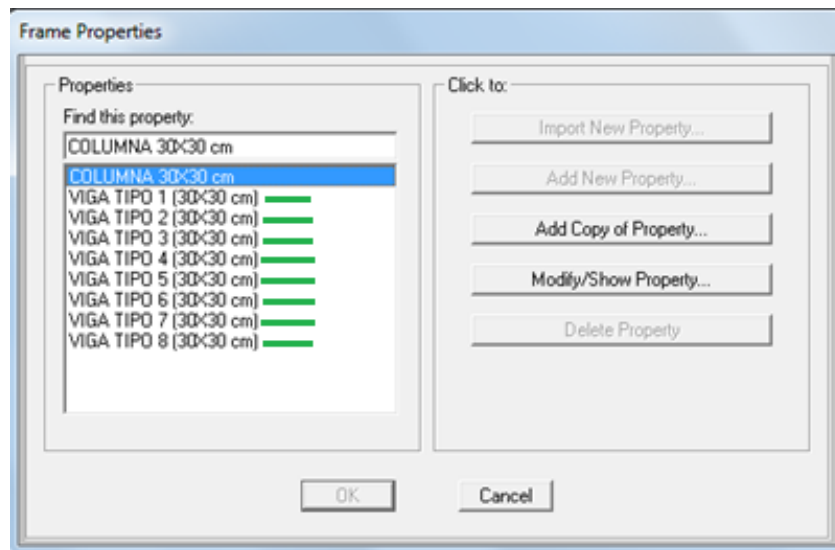
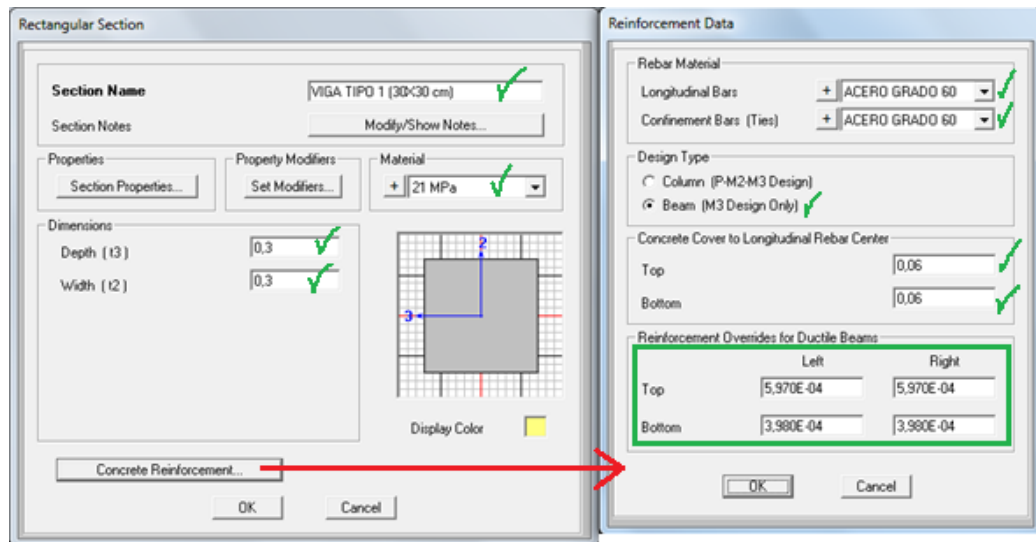


Imagen que muestra el ejemplo de la configuración de las propiedades de la viga tipo 1 (vivienda tipo 2). Incluyendo la sección transversal, el tipo de concreto, recubrimientos y acero suministrado.

Figura 56. Propiedades de la viga tipo 1 - vivienda tipo 2. Cantidad y recubrimiento del acero suministrado.

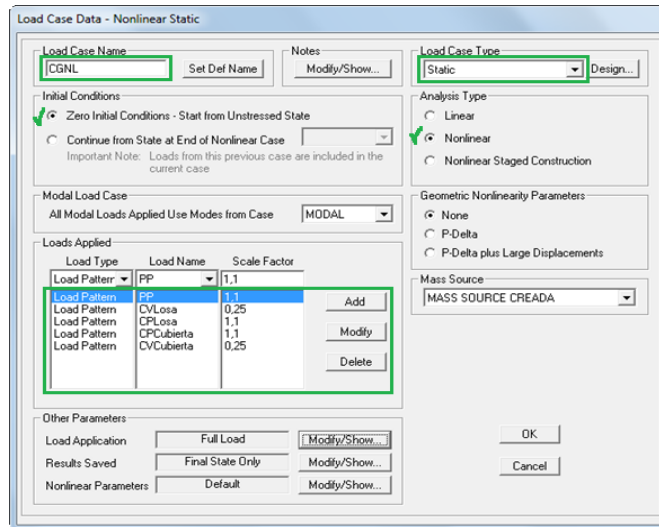


4.7.3 Configurar carga gravitacional no lineal. Se crea un tipo de carga gravitacional no lineal, la cual está conformada por las cargas muertas permanentes y sobreimpuestas de la las losas y cubierta, además incluyendo las cargas vivas; todas estas generan deformaciones iniciales en las estructuras sin importar la presencia o no un evento sísmico.

Definir load case (Adicionar un nuevo caso de carga que se puede titular CGNL)

Se condiciona que las cargas muertas tengan un 10% (factor 1,1) más que la suministrada a la estructura y las cargas vivas sólo un 25% (factor 0,25) del total adicionado, la razón es la siguiente: al presentarse la sollicitación sísmica en la edificación, ésta no necesariamente tendrá un 100% de carga viva según su ocupación y el incremento del 10% de carga muerta permite mantener un factor de seguridad e incertidumbre en caso de que la carga no esté bien calculada y sea inferior a la que en realidad está actuando.

Figura 57. Adición de cargas gravitacionales (factores de escala) para conformar la carga gravitacional no lineal, para todos los modelos.



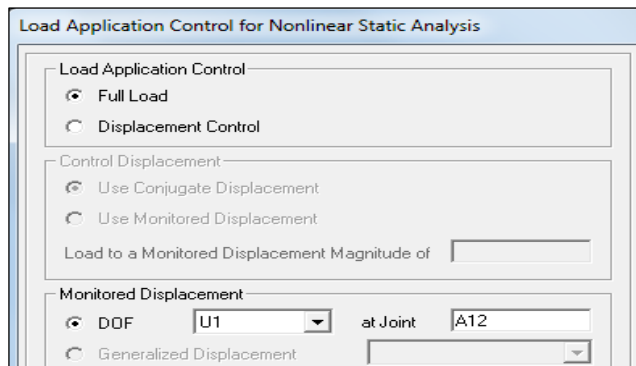
Configurar en “*Other parameters*”

Load application

Seleccionar tipo de aplicacion de control de carga “*full load*”

Monitored displacement (anotar el nodo que se desea monitorear o controlar)

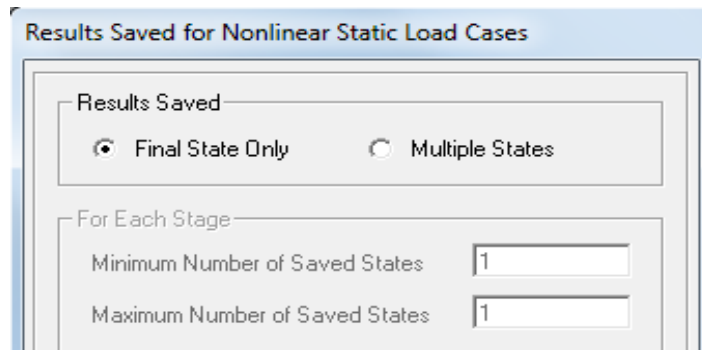
Figura 58. Configuración para el monitoreo de carga y desplazamiento por carga gravitacional no lineal.



Results Saved

Seleccionar sólo un estado en la opción “*final state only*”

Figura 59. Configuración para la cantidad de pasos por carga gravitacional no lineal a tener en cuenta en los modelos.



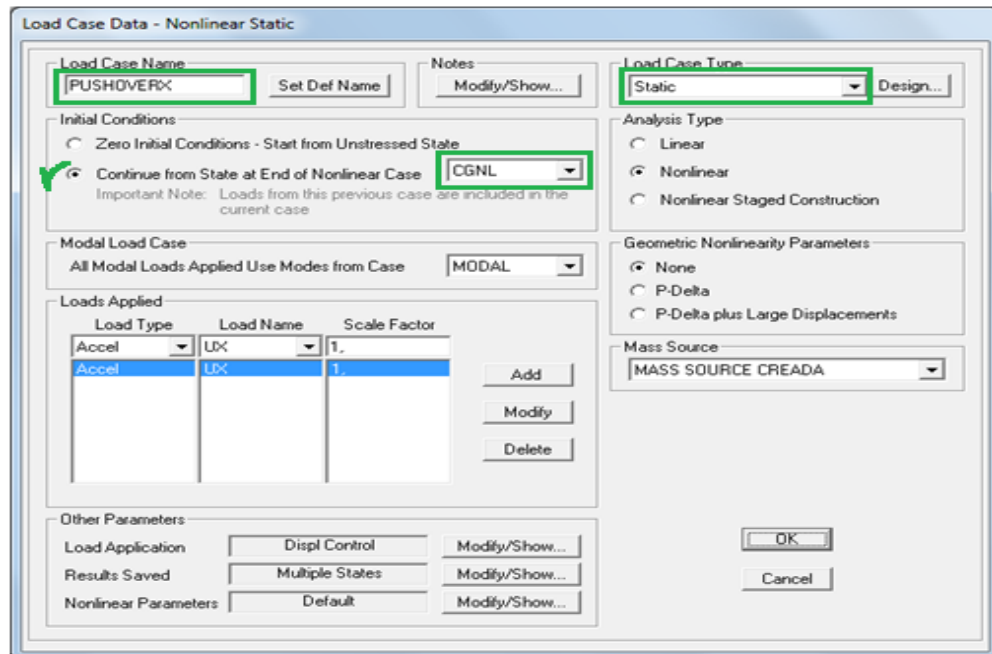
4.7.4 Configurar carga estática no lineal (PUSHOVER). Se crea un caso de carga estática no lineal para cada dirección, siendo esta la fuerza sísmica aplicada lateralmente de forma monótonica para llevar a la estructura fuera del rango elástico a un punto de comportamiento determinado. Se condiciona que actúe después de producirse una deformación debido a la carga gravitacional no lineal.

4.7.5. PUSHOVERX (Sismo o carga lateral en la dirección “X”). Solicitación en la dirección del eje “X” según la nomenclatura del modelamiento realizado en SAP 2000 v16, que llevara a que ciertos elementos se rotulen en sus zonas de cortante máximo y se presente así una redistribución de momentos por la reducción de rigidez.

Definir load case (Adicionar un nuevo caso de carga que se puede titular PUSHOVERX)

Configurar como se muestra en la figura.

Figura 60. Carga tipo “PUSHOVERX” en la dirección “X”. Método de análisis estático no lineal para los modelos estudiados.



A continuación se selecciona la distancia a la cual se desea que el sismo lleve la estructura, se toman 0,2 metros para todos los modelos, tanto los de la vivienda tipo 1 y como los de la vivienda tipo 2. Se controlara uno de los nudos de la cubierta y su desplazamiento en la misma dirección del sismo (eje X).

Configurar en “Other parameters”

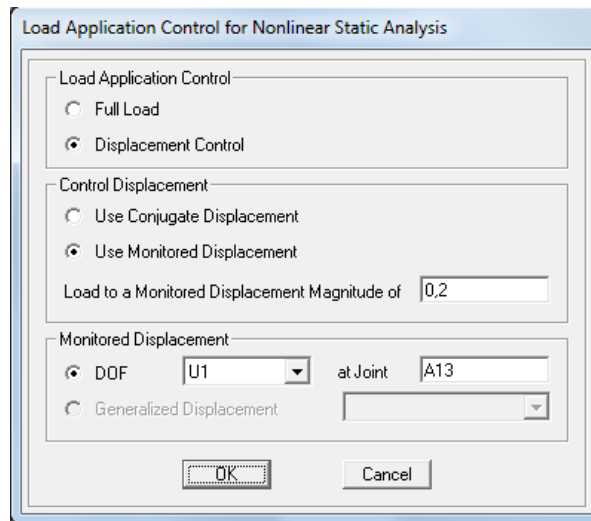
Load application

Seleccionar tipo de aplicacion de control de carga “*displacement control*”

Control displacement - use monitored displacement (magnitud de 0.2 metros)

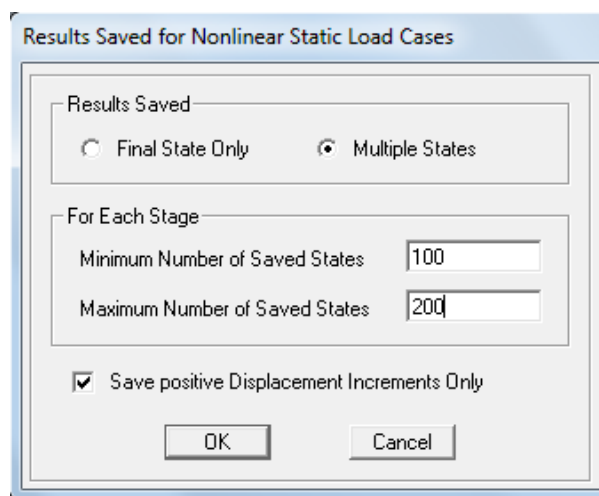
Monitored displacement (nodo que se desea controlar en el sentido U1)

Figura 61. Configuración para el monitoreo de carga y desplazamiento a tener en cuenta por “PUHOVERX”.



Selección de múltiples pasos para revisar con mayor detalle las solicitaciones de fuerza y desplazamiento en la estructura por parte del sismo “PUSHOVERX”.

Figura 62. Configuración de múltiples pasos para monitoreo de fuerza-desplazamiento ocasionado por “PUHOVERX” en los modelos.



NOTA: Para “PUHOVERY” se genera el respectivo caso de carga con el mismo procedimiento realizado anteriormente, se debe tener cuidado en la selección adecuada de la dirección de aplicación del sismo y el control de desplazamientos en dicho sentido, es decir, que para este caso se debe usar “UY” en la figura 58 y “U2” en la figura 59.

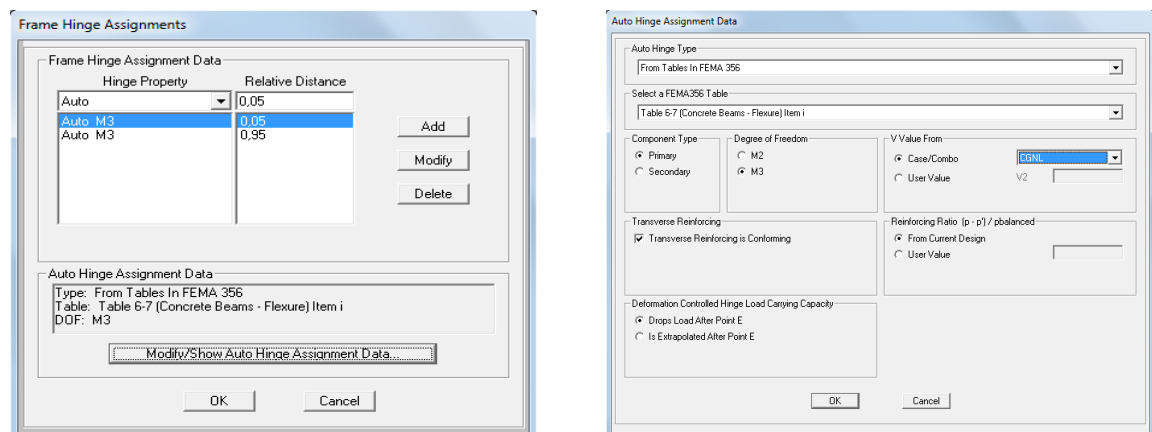
4.7.6 Asignar rótulas en vigas

SELECCIONAR EL ENTREPISO RESPECTIVO

Assign /frame/hinges.

Poner un auto de 5% y luego configurar seleccionando la tabla 6.7 de la fema 356 correspondiente a vigas de concreto, para luego escoger (primario, M3, case de combo CGNL). Lo mismo para el auto del 95%. Estos porcentajes son las distancias relativas de la ubicación de las rótulas en cada elemento tipo viga.

Figura 63. Creación y ubicación de las rótulas plásticas de vigas de entrepiso.



Nota: Se hace el mismo procedimiento para las vigas de la cubierta.

4.7.7 Asignar rótulas en columnas

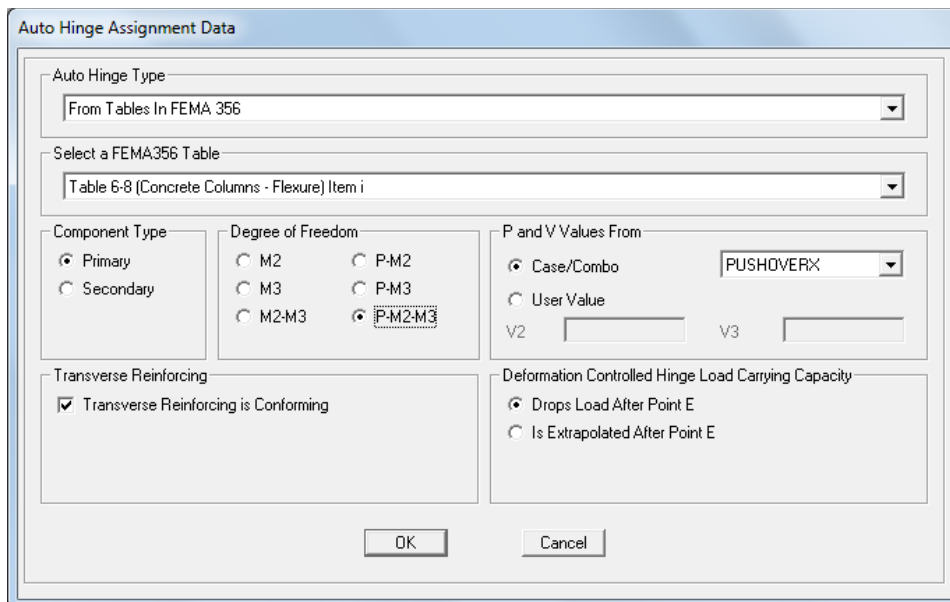
SELECCIONAR TODAS LAS COLUMNAS DE LA ESTRUCTURA

Assign /frame/hinges.

Poner un auto de 5% y luego configurar seleccionando la tabla 6.8 de la fema 356 correspondiente a columnas de concreto que trabaja con bi-axialidad PM2-PM3, para luego escoger (primario, P-M2-M3, case de combo PUSHOVER). Lo mismo para el auto del 95%. El 5 y 95 significan las distancias relativas de la ubicación de las rótulas en cada elemento tipo Columna.

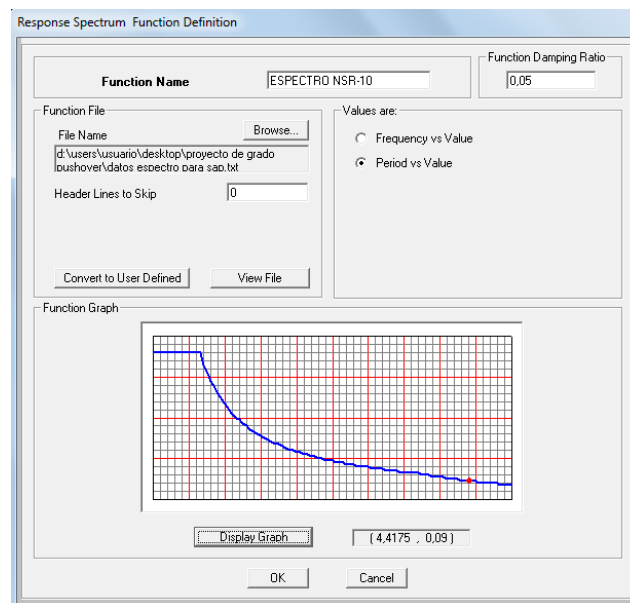
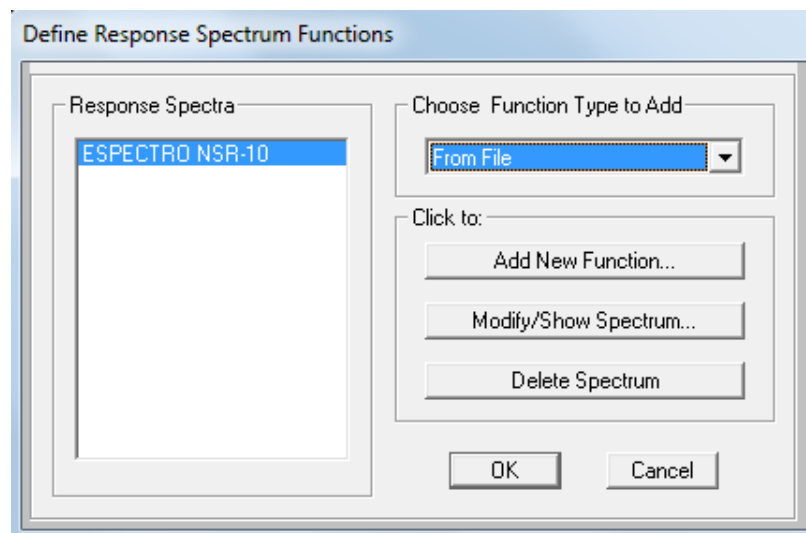
Los resultados del método de pushover son los mismos configurando las columnas con el combo tipo “pushover X” o “pushover Y”.

Figura 64. Creación y ubicación de las rótulas plástica en columnas.



4.7.8 Adición del espectro de demanda NSR-10. Se programa el espectro de demanda en una hoja de cálculo de EXCEL, para para la ciudad de Bucaramanga con un tipo de suelo "C", elaborando una tabla con los datos de aceleración Vs periodo, la cual se guarda como archivo TXT para ser cargada en SAP 2000 V16.

Figura 65. Incorporación del espectro de demanda de la ciudad de Bucaramanga.



4.7.9 Configuración de parámetros – Modificación fema 440. De acuerdo a la **figura 64 y 65**, el factor de escala es de 9,81 porque la función del espectro está en términos de aceleración “Sa”, mientras que el amortiguamiento es del 5%. Los recuadros en rojo tienen algo importante, para el caso del periodo Ts (periodo fundamental del espectro de respuesta generado por el sismo en “X” del análisis modal espectral. **(Ver Anexo D-tabla 29)**, este cambia para todos los modelos realizados tanto de las reproducciones de la vivienda tipo 1 como para las de la vivienda tipo 2. El recuadro del valor de Cm cambia únicamente para cada vivienda tipo, es decir que para los de la vivienda tipo 1 siempre es 1, y para los modelos de la vivienda tipo 2 tiene un valor de 0,9 según la **Tabla 2**, Para el caso de C2, este es calculado con la **ecuación 2** y se aproxima a 1 sin importar la vivienda tipo.

MODELOS DE LA VIVIENDA TIPO 1

Define – pushover parameter sets – FEMA 440 displacement modification – adicionar nuevos parámetros (Llamado “parámetrosX” para usar con PUSHOVERX)

La **figura 66**. Contiene la modificación según la FEMA 440, definición de espectro, periodo Ts y valores de C2 y Cm para la vivienda tipo 1 con 20° de inclinación del terreno.

Figura 66. Parámetros de la fema 440. Vivienda Tipo 1

Parameters For FEMA 440 Displacement Modification

Pushover Parameters Name
Name: Units:

Demand Spectrum Definition
Effective Viscous Damping (0 < Damp < 1):
 Defined Function:
Scale Factor:
Characteristic Period of Resp Spec, Ts:
 FEMA 356 General Response Spectrum
Mapped Spectral Accel at Short Period, Ss:
Mapped Spectral Accel at 1 Sec Period, S1:
Site Class:
 Include Soil-Structure Interaction Effects

Selected Coefficients
 User Value for C2
 User Value for Cm

Items Visible On Plot
 Show Capacity Curve Color:
 Show Idealized Bilinear Force-Displ Curve Color:

Nota: De igual forma se crean los “parámetrosY” para usar con el “PUSHOVERY”, cambiando simplemente el periodo fundamental del espectro de respuesta “Ts” ocasionado por el sismo en “Y” del análisis modal espectral (**Ver anexo D tabla 30**) y el valor de Cm de acuerdo al tipo de vivienda.

MODELOS DE LA VIVIENDA TIPO 2

Define – pushover parameter sets – FEMA 440 displacement modification – adicionar nuevos parámetros (Llamado “PARAMETROX” para usar con PUSHOVERX)

La **figura 67** contiene la modificación según la FEMA 449. Definición de espectro, periodo T_s y valores de C_2 y C_m para la vivienda tipo 2 con 20° de inclinación del terreno.

Figura 67. Parámetros de la fema 440. Vivienda tipo 2

Parameters For FEMA 440 Displacement Modification

Pushover Parameters Name
Name: PARAMETROSY
Units: KN, m, C

Demand Spectrum Definition
Effective Viscous Damping (0 < Damp < 1): 0.05
Defined Function: ESPECTRO NSR-10
Scale Factor: 9.81
Characteristic Period of Resp Spec, T_s : 0.4002
FEMA 356 General Response Spectrum
Mapped Spectral Accel at Short Period, S_s :
Mapped Spectral Accel at 1 Sec Period, S_1 :
Site Class:
Include Soil-Structure Interaction Effects: Modify/Show SSL...

Selected Coefficients
 User Value for C_2 : 1
 User Value for C_m : 0.9

Items Visible On Plot
 Show Capacity Curve Color: ■
 Show Idealized Bilinear Force-Displ Curve Color: ■
Reset Default Colors

Update Plot Set Axis Labels and Range...
OK Cancel

Nota: De igual forma se crean los “PARÁMETROSY” para usar con el “PUSHOVERY”, cambiando simplemente el periodo fundamental del espectro de respuesta “ T_s ” ocasionado por el sismo en “Y” del análisis modal espectral y el valor de C_m de acuerdo al tipo de vivienda.

PARÁMETRO “cm”.

Considerado como el factor de masa efectiva que tiene en cuenta los efectos de participación de masa de los modos elevados. A continuación se presenta una tabla de la FEMA 356, con los valores de C_m de acuerdo al número de pisos.

Tabla 24. Valores del parámetro C_m según la cantidad de pisos. FEMA 356

No. of Stories	Concrete Moment Frame	Concrete Shear Wall	Concrete Pier-Spandrel	Steel Moment Frame	Steel Concentric Braced Frame	Steel Eccentric Braced Frame	Other
1-2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 or more	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0

1. C_m shall be taken as 1.0 if the fundamental period, T , is greater than 1.0 second.

Fuente: Federal Emergency Management Agency. USA 2000.FEMA 356

PARÁMETRO “C2”.

$$C_2 = 1 + \frac{1}{800} \frac{R - 1}{T} \quad (3)$$

Ecuación 3. Coeficiente de degradación de rigidez

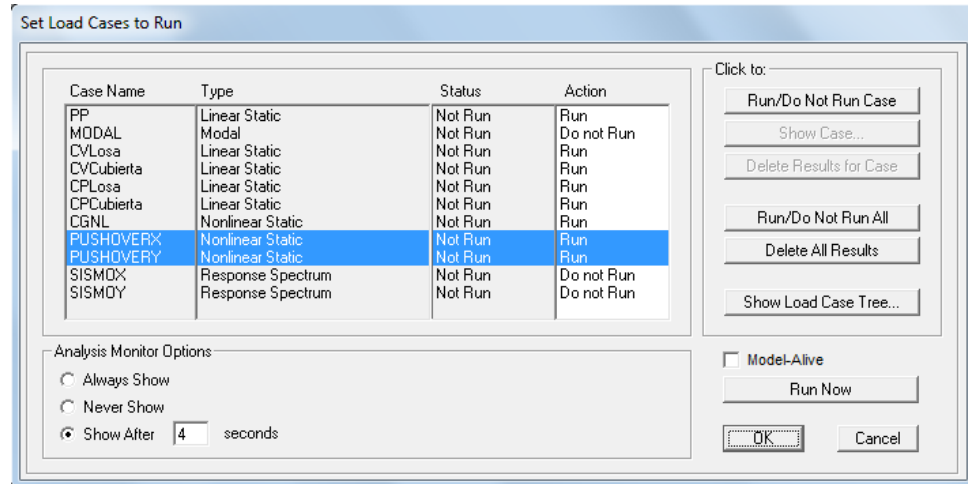
$$R = \frac{m * S_a}{F_y} \quad (4)$$

Ecuación 5. Coeficiente máximo de rendimiento de la demanda de Fuerza sísmica.

El coeficiente de rendimiento de fuerza sísmica toma el valor de 1, ocasionando que el coeficiente de degradación de rigidez tienda también a 1.

4.7.10 Ejecutar el método de PUSHOVER en SAP 2000 V16

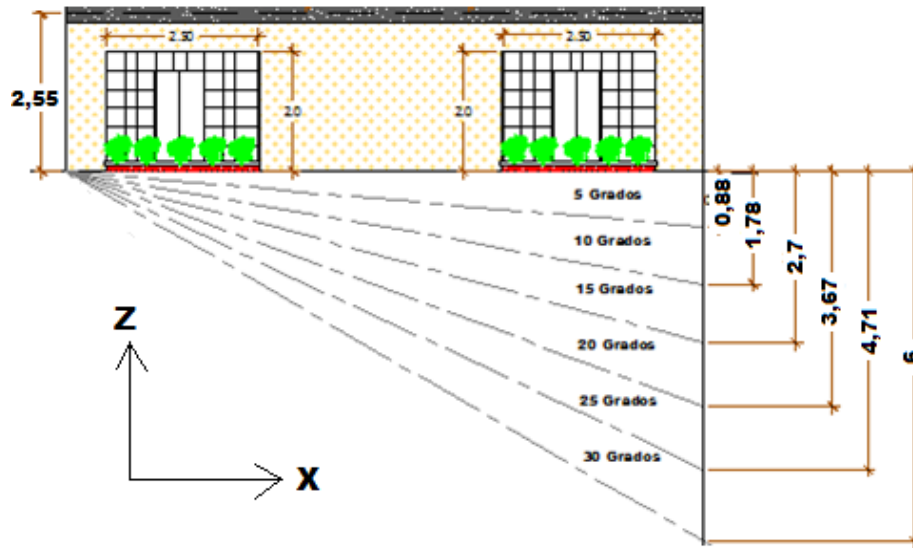
Figura 68. Correr los modelos (vivienda tipo I y vivienda tipo II).



4.7.11 Resultado tipo del método de PUSHOVER.

Se realizarán modelos entre 0° y 45° para realizar el AELN como muestra la **figura 67**, es decir, las pendientes corresponden a modelos de 0° , 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , 30° y 45° en dos direcciones X y Y.

Figura 69. Variación de la Pendiente en Modelos tipo



VIVIENDA TIPO 1 (Ejemplo: pendiente del terreno 20°)

Se presenta un único ejemplo de los pasos a seguir para la obtención de un punto de desempeño para calcular un porcentaje de nivel de daño del modelo en 20° grados de pendiente, ocasionado por el sismo tipo pushover X.

Display – show static pushover curve

Seleccionar:

Static Nonlinear Case “PUSHOVERX”

Plot type “FEMA 440 Displacement Modification”

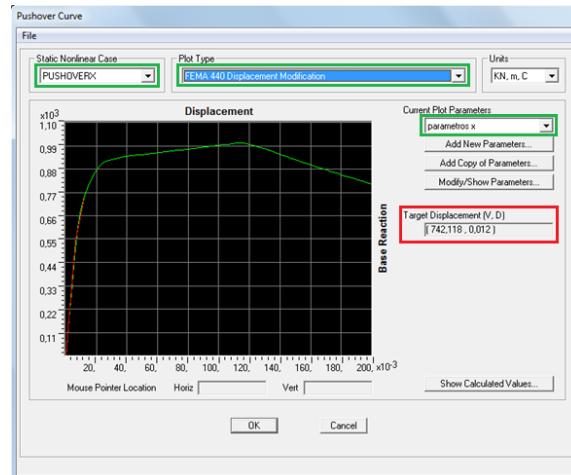
Current plot parameters “PARAMETROSEX”

Es importante obtener el valor de cortante basal y desplazamiento (V, D) que aparece en el recuadro rojo de la **figura 68** porque es el punto de comportamiento de la estructura de pórticos, en el cual se intersecta la curva de capacidad con el espectro de demanda (transformado a una escala de S_a contra s_d).

$$V = 742,118 \text{ [KN]}$$

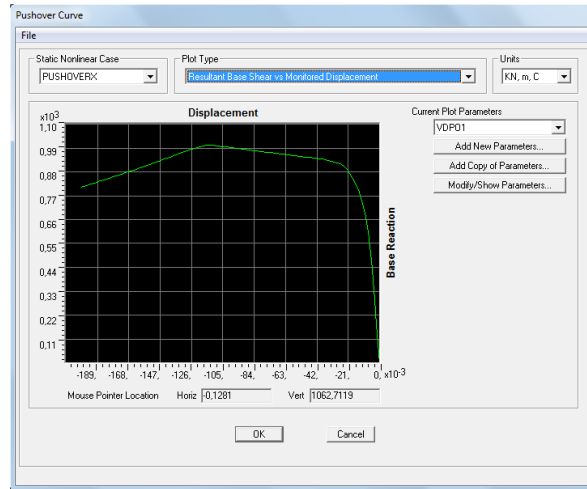
$$D = 0,012 \text{ [m]}$$

Figura 70. Valor de cortante y desplazamiento (Vivienda tipo I - pendiente 20°).



En la siguiente imagen se tiene la curva de capacidad generada por la carga *pushoverX*, es decir, la relación entre cortante basal y el desplazamiento para llevar a la vivienda tipo I hasta la falla.

Figura 71. Curva de capacidad (Vivienda tipo I - pendiente 20°).



En la siguiente imagen se muestra la ubicación aproximada del punto de desempeño de la estructura en pendiente 20°, resaltado en la tabla de resultados de la curva de capacidad y así definir la cantidad de rotulas plásticas y el rango en el cual se presentan.

Tabla 25. Ubicación aproximada del punto de desempeño de la estructura en los resultados de la curva de capacidad.

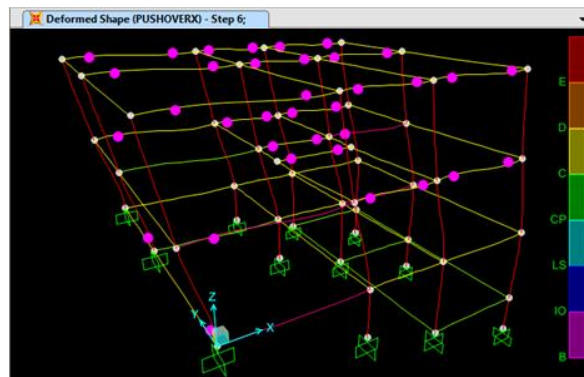
Step	Displacement	BaseForce	Altoβ	BtoID	IDtoLS	LStoCP	CPtoC	CoD	DtoE	BeyondE	Total
0	3.795E-06	0.000	190	0	0	0	0	0	0	0	190
1	-0.001996	174.515	190	0	0	0	0	0	0	0	190
2	-0.003273	294.693	189	1	0	0	0	0	0	0	190
3	-0.009547	470.655	180	10	0	0	0	0	0	0	190
4	-0.007753	604.869	167	23	0	0	0	0	0	0	190
5	-0.008633	689.161	161	29	0	0	0	0	0	0	190
6	-0.011909	744.110	155	35	0	0	0	0	0	0	190
7	-0.014341	796.290	151	39	0	0	0	0	0	0	190
8	-0.018337	855.328	147	43	0	0	0	0	0	0	190
9	-0.021950	890.534	144	46	0	0	0	0	0	0	190
10	-0.023950	904.507	143	47	0	0	0	0	0	0	190
11	-0.025299	911.993	141	49	0	0	0	0	0	0	190
12	-0.026497	916.207	140	50	0	0	0	0	0	0	190
13	-0.028497	920.296	140	50	0	0	0	0	0	0	190
14	-0.030497	924.385	140	50	0	0	0	0	0	0	190
15	-0.032497	928.474	140	50	0	0	0	0	0	0	190
16	-0.034497	932.563	140	50	0	0	0	0	0	0	190
17	-0.036497	936.651	139	51	0	0	0	0	0	0	190
18	-0.038497	938.383	139	49	2	0	0	0	0	0	190
19	-0.040497	940.115	139	46	5	0	0	0	0	0	190
20	-0.042497	941.847	139	44	7	0	0	0	0	0	190
21	-0.044497	943.579	139	41	10	0	0	0	0	0	190
22	-0.046497	945.311	139	37	14	0	0	0	0	0	190
23	-0.048497	947.042	139	25	26	0	0	0	0	0	190
24	-0.050497	948.774	139	13	38	0	0	0	0	0	190
25	-0.052497	950.506	139	10	41	0	0	0	0	0	190
26	-0.054497	952.238	139	8	43	0	0	0	0	0	190

Tabla 26. Definición del punto de desempeño y número de rotulas originadas en la vivienda tipo I, para el modelo en 20° de inclinación del terreno.

TABLE: Pushover Curve - PUSHOVERX											
Step	Displacement	BaseForce	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP	CPtoC	CtoD	DtoE	BeyondE	Total
	m	KN									
6	-0,011909	744.110	155	35	0	0	0	0	0	0	190

Se puede observar que se generan simplemente 35 rótulas que se ubican dentro de la zona de B-IO, indicando que no se presentan fallas considerables y la estructura no tiene problemas de ser ocupada luego de un evento sísmico bajo las condiciones del espectro de demanda de la NSR-10 para la ciudad de Bucaramanga.

Figura 72. Rotulación plástica en función del punto de desempeño por PUSHOVERX- paso 6 (Vivienda tipo I - pendiente 20°). Modelo 3D SAP 2000 V16.



CALCULO DEL PORCENTAJE DE DAÑO

Rótulas asignadas al modelo en pendiente 20° : 190

Rótulas usadas para calcular el porcentaje de daño : 152

Rótulas generadas en la zona (B – IO): 35

Nota: Se toman solamente 152 rótulas para el cálculo de porcentaje de daño en todos los modelos de la vivienda tipo I, se debe a que las rótulas o puntos de chequeo ubicadas en los elementos inferiores al nivel cero de la vivienda no sufren ningún cambio, es decir que se mantienen en el rango elástico. Para el estudio de daño se tienen en cuenta el número de rótulas que aparecen desde el nivel 0 en adelante porque el material supero el rango de comportamiento lineal en los puntos de cortante máximo en relación a las rotulas totales.

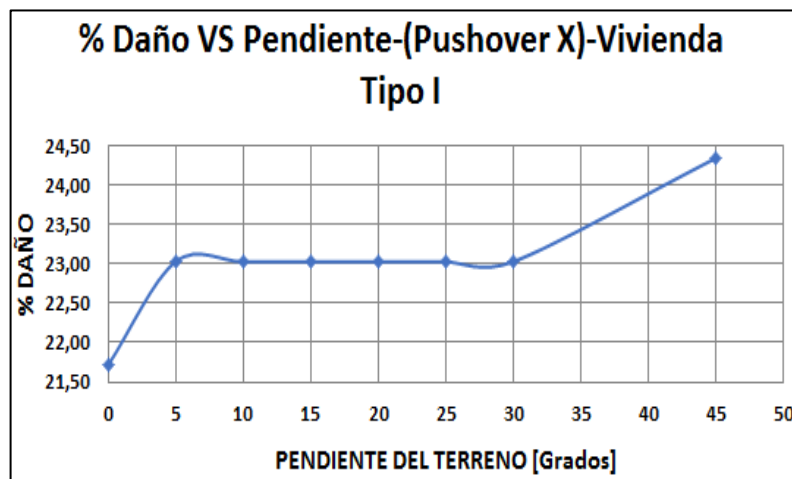
$$\% \text{ Daño} = \frac{\# \text{ Rótulas críticas}}{\# \text{ Rótulas totales}} \quad (9)$$

Ecuación 9. Porcentaje de Daño en la Estructura.

$$\% \text{ Daño} = \frac{35}{152} * 100 = 23,026\%$$

A continuación se observa el porcentaje de daño calculado de acuerdo a la sollicitación Pushover X, ubicando el valor de 23,026%.

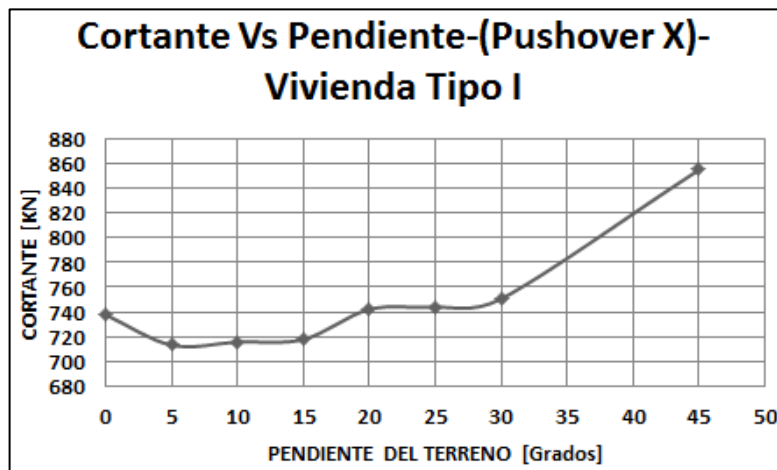
Grafica 1. Porcentaje de nivel de daño en función de la pendiente del terreno debido a pushoverX.



RESULTADOS DEL CORTANTE

Se presenta como ejemplo una gráfica construida con los valores de cortante para la vivienda tipo I en función de cada una de las variaciones de la pendiente del terreno. A causa del sismo tipo pushover en la dirección "X".

Grafica 2. Representación del Cortante Basal en función de la pendiente del terreno debido a pushoverX.



RESULTADOS VIVIENDA TIPO 2 (Ejemplo: pendiente del terreno 20°)

Se presenta un único ejemplo de los pasos a seguir para la obtención de un punto de desempeño para calcular un porcentaje de nivel de daño para el modelo en 20° grados de pendiente bajo la influencia de la carga sísmica PushoverX.

$$V = 906,997 [KN]$$

$$D = 0,028 [m]$$

Figura 73. Valor de cortante y desplazamiento (Vivienda tipo II - pendiente 20°).

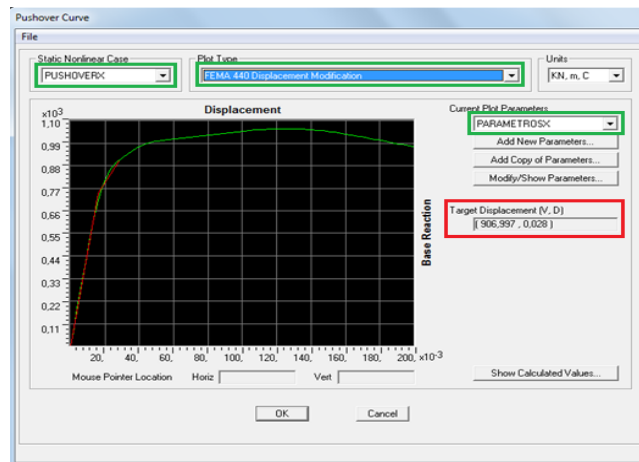


Figura 74. Curva de capacidad (Vivienda tipo II - pendiente 20°).

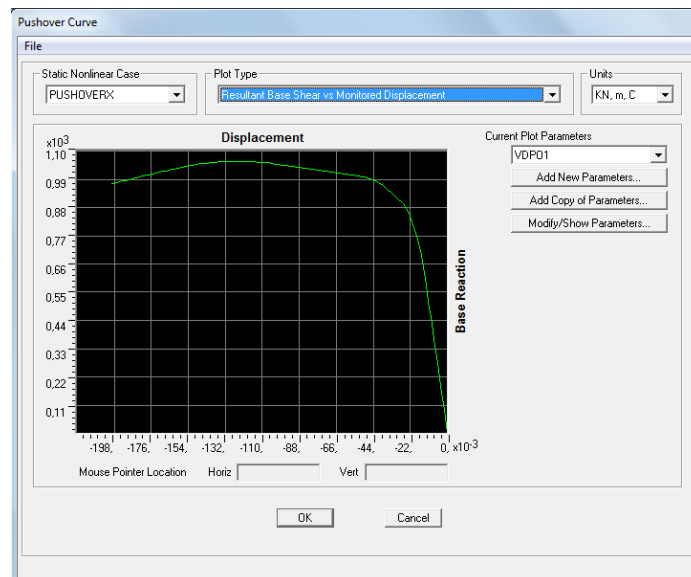


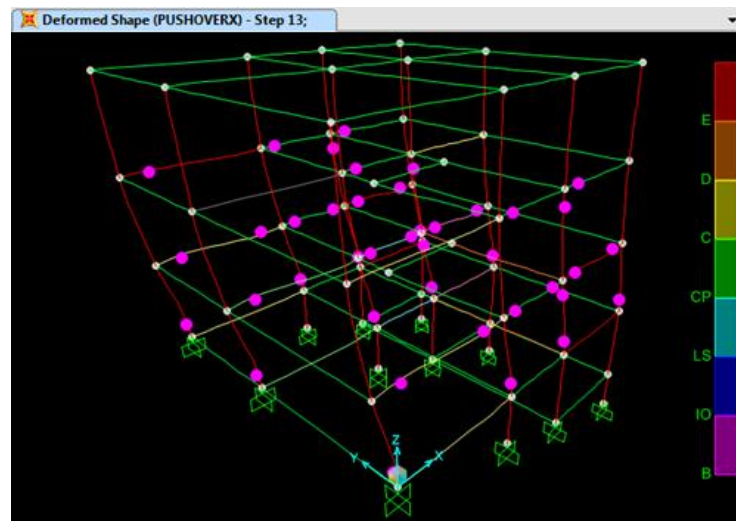
Tabla 27. Ubicación aproximada del punto de desempeño de la estructura en los resultados de la curva de capacidad. Vivienda tipo II – modelo en 20° de pendiente.

Step	Displacement m	BaseForce KN	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP	CPtoC	CtoD	DtoE	BeyondE	Total
0	0.000153	0.000	250	0	0	0	0	0	0	0	250
1	-0.001847	91.557	250	0	0	0	0	0	0	0	250
2	-0.003847	183.113	250	0	0	0	0	0	0	0	250
3	-0.005847	274.670	250	0	0	0	0	0	0	0	250
4	-0.007847	366.226	250	0	0	0	0	0	0	0	250
5	-0.009847	457.783	250	0	0	0	0	0	0	0	250
6	-0.010534	489.246	249	1	0	0	0	0	0	0	250
7	-0.013108	603.684	247	3	0	0	0	0	0	0	250
8	-0.015536	694.488	240	10	0	0	0	0	0	0	250
9	-0.017773	758.014	232	18	0	0	0	0	0	0	250
10	-0.019827	802.109	229	21	0	0	0	0	0	0	250
11	-0.022986	857.495	220	30	0	0	0	0	0	0	250
12	-0.026236	893.776	214	36	0	0	0	0	0	0	250
13	-0.029929	918.901	210	40	0	0	0	0	0	0	250
14	-0.032891	936.737	207	43	0	0	0	0	0	0	250
15	-0.035591	952.009	204	45	1	0	0	0	0	0	250
16	-0.038202	964.549	201	43	6	0	0	0	0	0	250
17	-0.041016	975.719	199	43	8	0	0	0	0	0	250
18	-0.044381	987.130	196	43	11	0	0	0	0	0	250
19	-0.047524	996.189	191	46	13	0	0	0	0	0	250
20	-0.049524	998.583	191	45	14	0	0	0	0	0	250
21	-0.050101	1000.065	190	46	14	0	0	0	0	0	250
22	-0.054066	1004.256	188	47	15	0	0	0	0	0	250
23	-0.056066	1006.113	188	46	16	0	0	0	0	0	250
24	-0.058066	1007.971	188	44	18	0	0	0	0	0	250
25	-0.060066	1009.828	188	42	20	0	0	0	0	0	250
26	-0.062066	1011.712	188	38	24	0	0	0	0	0	250

Tabla 28. Definición del punto de desempeño y número de rotulas originadas en la vivienda tipo II, para el modelo en 20° de inclinación del terreno.

TABLE: Pushover Curve - PUSHOVERX											
Step	Displacement	BaseForce	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP	CPtoC	CtoD	DtoE	BeyondE	Total
	m	KN									
13	-0,029929	918.901	210	40	0	0	0	0	0	0	250

Figura 75. Rotulación plástica en función del punto de desempeño por PUSHOVERX- paso 13 (Vivienda tipo II - pendiente 20°).



CALCULO DEL PORCENTAJE DE DAÑO

Rótulas asignadas al modelo en pendiente 20° : 250

Rótulas usadas para calcular el porcentaje de daño : 212

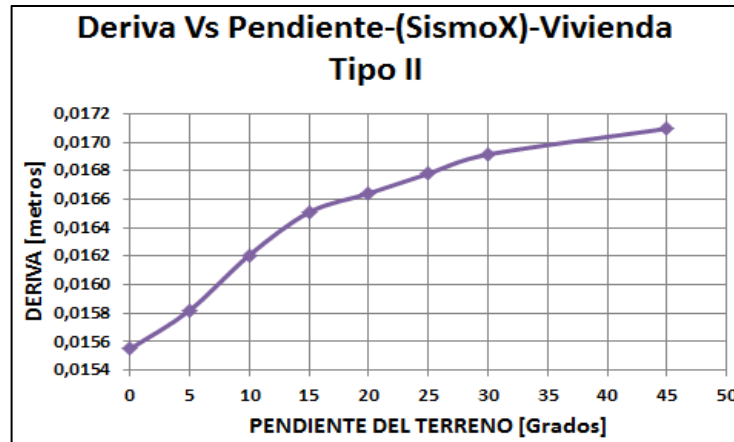
Rótulas generadas en la zona (B – IO): 40

Nota: Se toman solamente 212 rótulas para el cálculo de porcentaje de daño en todos los modelos de la vivienda tipo II, se debe a que las rótulas o puntos de chequeo ubicadas en los elementos inferiores al nivel cero de la vivienda no sufren ningún cambio, es decir que se mantienen en el rango elástico. Para el estudio de daño se tienen en cuenta el número de rótulas que aparecen desde el nivel 0 en adelante, porque el material supero el rango de comportamiento lineal en los puntos de cortante máximo en relación a las rotulas totales.

$$\% \text{ Daño} = \frac{40}{212} * 100 = 18,87 \%$$

A continuación se observa el porcentaje de daño calculado de acuerdo a la sollicitación pushoverX, ubicando el valor de 18,87 %.

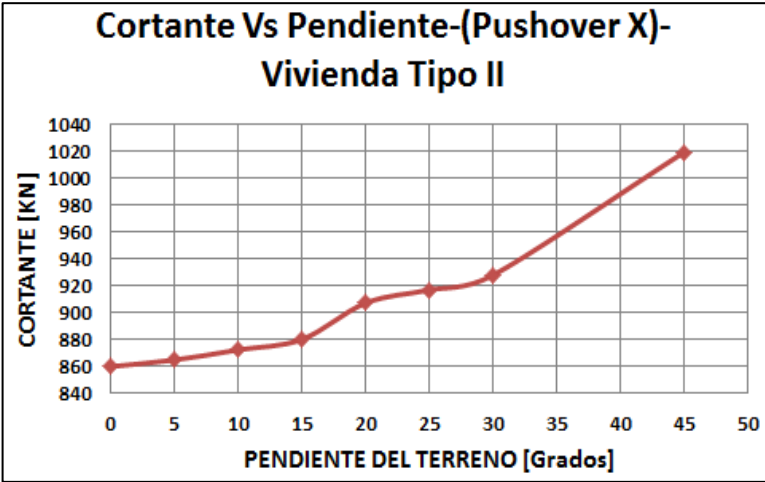
Grafica 3. Porcentaje de nivel de daño en función de la pendiente del terreno debido a pushover X. Tomada de Excel.



RESULTADOS DEL CORTANTE

Se presenta como ejemplo una gráfica construida con los valores de cortante para la vivienda tipo II en función de cada una de las variaciones de la pendiente del terreno. A causa del sismo tipo pushover en la dirección "X".

Grafica 4. Representación del Cortante Basal en función de la pendiente del terreno debido a pushoverX.



5. ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL

El análisis modal espectral se aplica a los modelos que fueron puestos a prueba con el análisis estático no lineal “Pushover” en SAP 2000 V14, es decir, un total de 16 modelos, 8 para cada vivienda tipo. El objetivo principal es obtener los desplazamientos para el chequeo de derivas en cada uno de los modelos junto con su respectivo periodo fundamental “ T_s ” dependiendo de la dirección del sismo (“X” o “Y”). En resumen, se genera y se aplica para cada modelo un sismo en el sentido “X” y otro sismo en la dirección “Y”, dando como resultado, los periodos fundamentales en cada dirección debido a la participación de masa y así utilizarlos para complementar la configuración de los parámetros de la modificación de la FEMA 440. (Ver figura 65).

5.1 MODELAMIENTO EN SAP 2000 V14

Se usan cada uno de los modelos elaborados para el método de pushover con la misma configuración general, a diferencia que el análisis modal espectral no tiene en cuenta el acero de refuerzo que usa pushover para calcular la curva de capacidad de la estructura. Es decir que se generan 2 casos de carga (SISMOX y SISMOY), a los cuales se les configura que sean de tipo espectral, en la dirección deseada y asumiendo el espectro de demanda de la NSR-10 cargado al programa.

Figura 76. Creación del caso de carga SISMOX para aplicar el análisis modal espectral en dirección “X” para cualquier modelo.

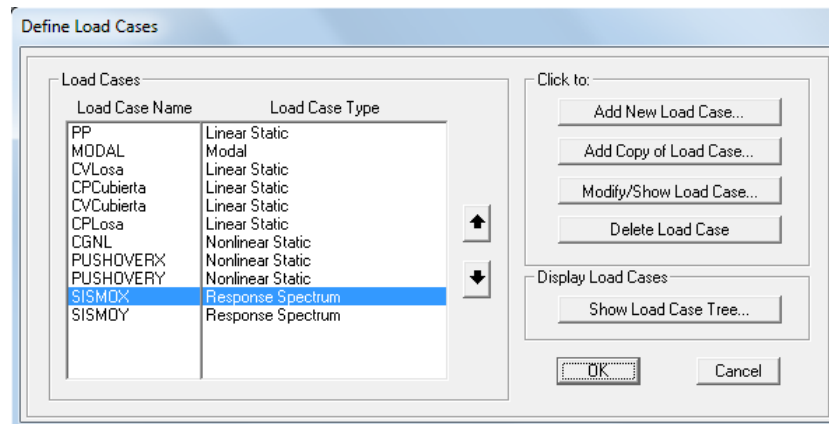


Figura 77. Creación del caso de carga SISMOY para aplicar el análisis modal espectral en la dirección “Y” para cualquier modelo.

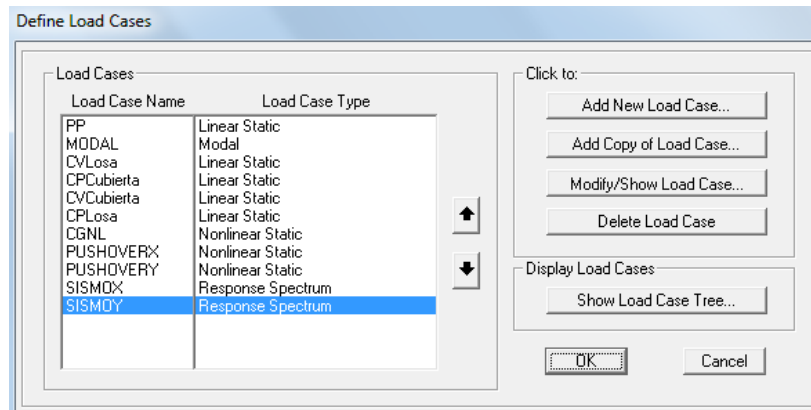


Figura 78. Configuración del SIMOX en la dirección U1. Análisis modal espectral.

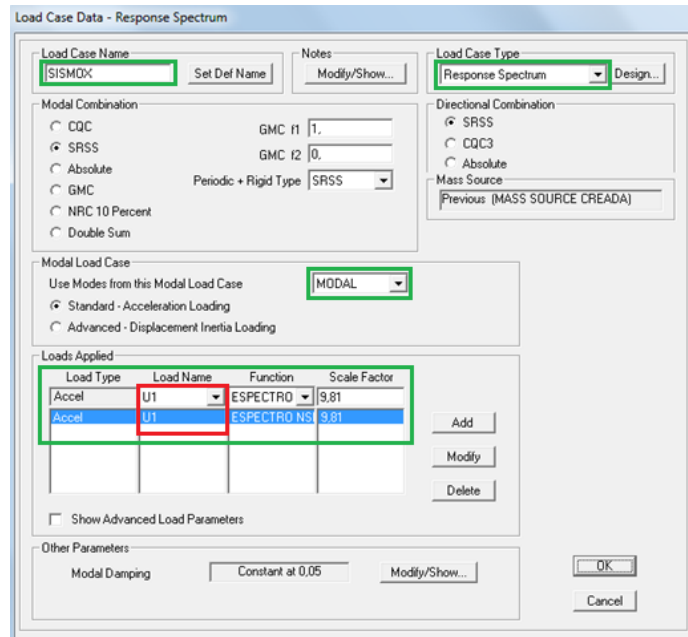
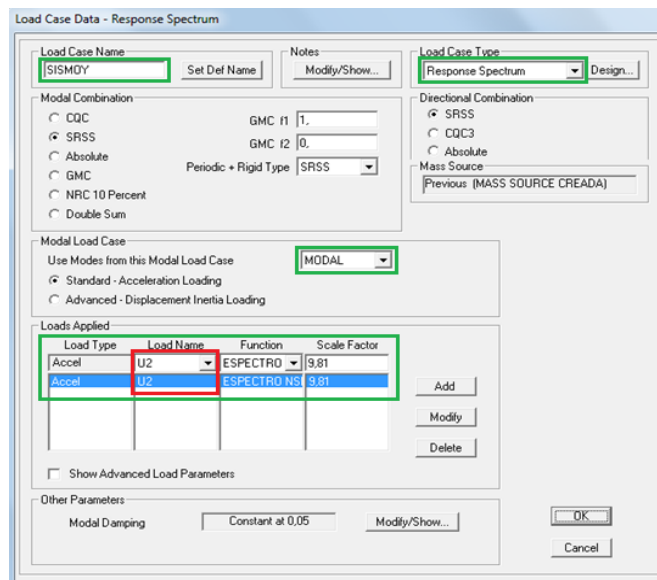
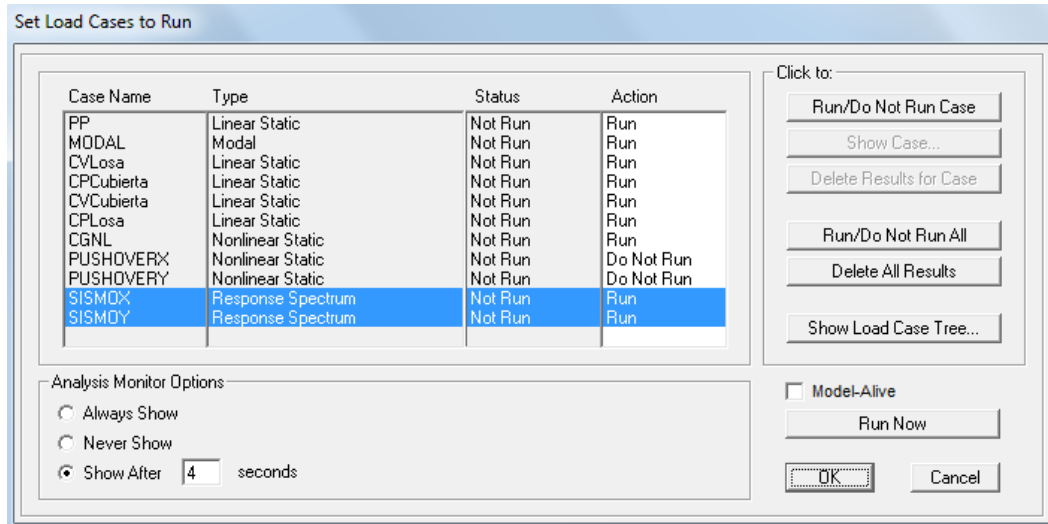


Figura 79. Configuración del SIMOY en la dirección U2. Análisis modal espectral.



5.1.1 Ejecutar el método de análisis modal espectral

Figura 80. Correr los modelos (vivienda tipo I y vivienda tipo II).



5.2 RESULTADOS VIVIENDA TIPO 1 (Ejemplo: pendiente del terreno 20°)

5.2.1 Control de desplazamientos. A continuación se presenta un fragmento de tabla organizada en Excel para realizar el chequeo de derivas, encontrando un desplazamiento máximo de 0,00902 metros debido al sismo en la dirección "X".

Tabla 29. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 20 grados.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00871	0,00021	0,00027	0,00013	0,00056	0,00011
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00871	0,00011	0,00027	0,00012	0,00053	0,00011
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009	0,00063	0,00004	0,00021	0,00282	0,00011
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0145	0,0011	5,1E-05	9,3E-05	0,001	0,00018
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	3,3E-05	0,00002	0,00095	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009	0,00021	6,5E-05	0,0001	0,00164	0,00011
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0145	0,00038	7,4E-05	2,9E-05	0,00071	0,00018

Altura de Entrepiso	2,25	[m]	
1%	0,0225	[m]	
DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,008999	0,00063	0,0090213	SI
0,005498	0,00046	0,0055173	SI
0	0	0	SI
0,008999	0,00021	0,0090015	SI
0,005498	0,00017	0,0055005	SI

Nota: Para el mismo modelo cuando lo afecta el sismo en dirección “Y”, se presenta una deriva de 0,01096 metros. **Ver anexo E, tablas de resultados.**

5.2.2 Periodos fundamentales “Ts”

Tabla 30. Tabla de resumen del análisis modal espectral vivienda tipo I ante el sismo “X”.

DERIVA MÁXIMA (DELTA)	PENDIENTE	PERIODO Ts	MASA TOTAL
[m]	[Grados]	[segundos]	[Toneladas]
0,0078	0	0,2261	156,16
0,0086	5	0,2354	157,383
0,0088	10	0,2379	158,6089
0,0090	15	0,2397	159,87
0,0090	20	0,2406	167,17
0,0091	25	0,2415	168,5793
0,0091	30	0,2426	170,29
0,0091	45	0,2443	189,65

Tabla 31. Tabla de resumen del análisis modal espectral de la vivienda tipo I ante el sismo “Y”.

DERIVA MÁXIMA (DELTA)	PENDIENTE	PERIODO Ts		MASA TOTAL
[m]	[Grados]	[segundos]		[Toneladas]
0,00887	0	0,23996	Modo 1	156,16
0,00944	5	0,24999	Modo 1	157,383
0,01016	10	0,25319	Modo 1	158,6089
0,01069	15	0,25585	Modo 1	159,87
0,01096	20	0,25769	Modo 1	167,17
0,01121	25	0,25938	Modo 1	168,5793
0,01146	30	0,26112	Modo 1	170,29
0,01153	45	0,26395	Modo 1	189,65

5.3 RESULTADOS VIVIENDA TIPO 2 (Ejemplo: pendiente del terreno 20°)

5.3.1 Control de desplazamientos. A continuación se presenta un fragmento de tabla organizada en Excel para realizar el chequeo de derivas, encontrando un desplazamiento máximo de 0,0166 metros debido al sismo en la dirección “X”.

Tabla 32. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 20 grados.

TABLE: Joint Displacements										Altura entrepiso			
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	2,55		[m]	
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	1%	0,0255	[m]	
										Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016299	0,000138	0,00064	0,00027	0,00128	0,000117				
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031887	0,000311	0,000529	0,00017	0,00091	0,000232	0,015588	0,000173	0,015589	SI
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016299	0,00017	0,000611	0,00027	0,00122	0,000117				
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031887	0,0003	0,000479	0,00017	0,00086	0,000232	0,015588	0,00013	0,0155885	SI
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01663	0,000617	0,000117	0,00024	0,00614	0,000117	0,01663	0,000617	0,016641	SI
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032541	0,001257	0,000169	0,00015	0,00337	0,000232	0,015911	0,00064	0,0159239	SI
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039145	0,001562	0,000182	6,4E-05	0,00124	0,000286	0,006604	0,000305	0,006611	SI
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000081	7,9E-06	0,00169	0	0	0	0	SI
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01663	0,000138	0,000177	0,00012	0,00365	0,000117	0,01663	0,000138	0,0166306	SI
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032541	0,000311	0,000222	7,5E-05	0,00246	0,000232	0,015911	0,000173	0,0159119	SI
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039145	0,000393	0,00023	1,2E-05	0,00083	0,000286	0,006604	0,000082	0,0066045	SI

Nota: Para el mismo modelo cuando lo afecta el sismo en dirección “Y”, se presenta una deriva de 0,0198 metros. **Ver anexo E, tablas de resultados.**

5.3.2 Periodos fundamentales “Ts”

Tabla 33. Tabla de resumen del análisis modal espectral, de la vivienda tipo II ante el sismo “X”.

DERIVA MÁXIMA (DELTA)	PENDIENTE	PERIODO Ts		MASA TOTAL
[m]	[Grados]	[segundos]		[Toneladas]
0,0155	0	0,3835	Modo 2	229,1
0,0158	5	0,3940	Modo 2	230,32
0,0162	10	0,3968	Modo 2	231,55
0,0165	15	0,3991	Modo 2	232,81
0,0166	20	0,4002	Modo 2	240,11
0,0168	25	0,4014	Modo 2	241,52
0,0169	30	0,4027	Modo 2	243,21
0,0171	45	0,4053	Modo 2	264,45

Tabla 34. Tabla de resumen del análisis modal espectral de la vivienda tipo II ante el sismo “Y”.

DERIVA MÁXIMA (DELTA)	PENDIENTE	PERIODO Ts		MASA TOTAL
[m]	[Grados]	[Segundos]		[Toneladas]
0,0196	0	0,4144	Modo 1	229,1
0,0189	5	0,4255	Modo 1	230,32
0,0186	10	0,4291	Modo 1	231,55
0,0193	15	0,4321	Modo 1	232,81
0,0198	20	0,4342	Modo 1	240,11
0,0203	25	0,4362	Modo 1	241,52
0,0207	30	0,4381	Modo 1	243,21
0,0212	45	0,4416	Modo 1	264,45

6. OBSERVACIONES

- La norma sismo resistente de 1998 (NSR-98) se implementó específicamente en dos (2) procedimientos: El primero, que consiste en el chequeo de las secciones de los elementos estructurales de las viviendas tipo, usando el método de fuerza horizontal equivalente e incorporando el espectro de demanda de la NSR-98 y el segundo que consistió en cálculo del acero de refuerzo de todos los elementos estructurales. Lo anterior se debe a que la estructura analizada en el presente proyecto fue construida en vigencia de la norma mencionada.
- La norma sismo resistente de 2010 (NSR-10) se implementó en la ejecución del análisis estático no lineal mediante el uso del espectro de demanda de dicho código, con el fin de someter a la estructura a solicitaciones sísmicas de mayor intensidad, que se pueden presentar en el tiempo actual y así dar un indicio más confiable de su comportamiento ante dicho evento. Lo anterior indica que no se implementó el código (NSR-98) porque su espectro de aceleraciones es de menor magnitud.
- Al realizar una comparación de las normas NSR-98 Y NSR-10, respecto a los datos usados para ésta investigación, se concluye que el cambio tiene que ver con la forma de presentar la información mientras que el contenido (especificaciones mínimas de análisis y diseño) es similar.
- Todos los modelos realizados en SAP 2000 cuentan con el patrón de carga muerta (DEAD) en ocasiones llamado PP multiplicado por un factor de 1, para que el programa realice los cálculos del peso de cada uno de los elementos dibujados en él y ejecute la respectiva transmisión de cargas automáticamente,

esto evito el cálculo riguroso de la aferencia de peso de las columnas hacia la losa, además de linealizar y adicionar una carga distribuida a cada una de las vigas.

- Se debe recordar que el diseño estructural y el chequeo de derivas por fuerza Horizontal Equivalente (FHE) de las dos viviendas tipo analizadas en este proyecto sólo se realiza bajo condiciones de pendiente del terreno igual a cero grados. Y dichos resultados son tomados como generales, sin hacer más modelamientos con respecto a estos dos criterios. Lo que indica que un solo análisis estructural para la casa tipo I, define el acero a suministrar para todos los modelos tipo pushover realizados con diferentes pendientes del terreno para tal vivienda, de igual forma se adoptó para la vivienda tipo II respectivamente. Para el caso de derivas sucede lo mismo, con un solo modelo se asume que las dimensiones de los elementos son aptas sin importar si la pendiente del terreno es diferente de cero.
- Para mayor confiabilidad en los datos obtenidos en esta investigación, es de vital importancia que en modelos reales se garantice el máximo empotramiento de la cimentación en el terreno con técnicas estructurales. Es decir, que el estudio realizado no contemplo la relación de interacción suelo-estructura.

7. CONCLUSIONES

- Las gráficas de variación de deriva en función de la pendiente del terreno se construyen gracias a la implementación de un análisis modal espectral para cada una de las direcciones principales “X” y “Y”, tomando siempre los desplazamientos máximos generados en cada uno de los modelos. Identificando dos aspectos interesantes; el primero: “en ninguna de las edificaciones se superó la deriva admisible estipulada por la norma sismo resistente NSR-10” y el segundo y no menos importante “la vivienda de tres niveles (tipo II) presenta valores de deriva superiores a la vivienda de dos niveles (tipo I), ante la misma inclinación en la pendiente del terreno”, ratificando que el aumento de esbeltez o altura de una estructura genera en ella mayores desplazamientos por cargas laterales.
- Se presenta un leve incremento en la deriva al aumentar la pendiente del terreno, dándose tal situación para los dos tipos de vivienda estudiadas y específicamente bajo las condiciones de sollicitación por el sismo en la dirección “X” y para la vivienda tipo I debido al sismo en la dirección “Y”, tendencia que no se mantiene en la vivienda tipo II debido al sismo recientemente mencionado, encontrando así que para 5° , 10° y 15° grados de inclinación del terreno, se puede presentar un movimiento torsional de la estructura, debido a su irregularidad en altura según la dirección en la cual actúa este sismo y por la ausencia de amarres inferiores para los tres modelos mencionados con su respectiva pendiente.
- Si el diseño de las viviendas tipo esta de manera tal que cumple con las demandas sismo resistentes de la NSR-98, podemos decir que el sistema de pórtico estudiado en la investigación se comporta de una manera

eficiente ante las cargas laterales de pushover evaluadas en el punto de desempeño y bajo las condiciones del espectro de demanda impuesto en la ciudad de Bucaramanga según la NSR-10. Puesto que a pesar de que aumenta la pendiente del terreno, no hay cambio drástico en el comportamiento no lineal, manteniendo la estructura en la franja de ocupación inmediata y dentro del rango de rotulación plástica máxima B-IO en todos los modelos realizados para las 2 viviendas tipo.

- El cortante basal obtenido mediante el AENL, aumenta pero de una manera regulada al variar el nivel de cimentación de las columnas, debido a la redistribución de momentos y rigidez por la ductilidad de la estructura; confirmando que el porcentaje de daño en las viviendas es mínimo y de alguna manera, proporcional al leve incremento de fuerza cortante que se presenta en cada una de las viviendas.
- Aunque el porcentaje de nivel de daño no aumentó significativamente al incrementar la pendiente del terreno de 0° a 45° , cabe destacar que es superior para la vivienda tipo I comparada con la vivienda tipo II, indicando así, que a mayor inercia se requiere de una fuerza superior para mover vertiginosamente la vivienda de tres pisos y por tanto menores sobreesfuerzos internos en los elementos estructurales. La vivienda de mayor altura es más hiperestática, indicando que posee más elementos estructurales que ayudan a una mayor disipación de energía y deformaciones superiores, sin que afecten la capacidad de resistencia del sistema estructural de la edificación.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, AIS. Reglamento colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá. AIS 2010. Título A y B.
- [2]. MARTÍNEZ SOTO, Carlos; PORTILLO WILLIAMS, Yony; RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, José. Introducción al Diseño de Marcos de Concreto reforzados, por el Método de Análisis Estático no lineal (push-over), utilizando un software especializado: Universidad de El Salvador, 2011. 405 p.
- [3]. SAFINA MELONE, Salvador. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2003. Capítulo 6. 22 p.
- [4]. CHOPRA, A. K.; R. K. Goel. 2000. Evaluation of NSP to Estimate Deformation: SDF Systems. Abril del 2000.
- [5]. FEMA 440, ASCE (American Society of Civil Engineers) Prestandar and commentary for the seismic rehabilitation of buildings D.C. Federal Emergency Management Agency. USA 2005.
- [6] MALDONADO RONDÓN, Esperanza; CHIO CHO, Gustavo. Visión Estructural de las Edificaciones de la Ciudad de Bucaramanga, 1ed. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Ediciones UIS, 2007. 156 p

- [7]. RODRÍGUEZ, Dennis M. Análisis estático no lineal. Publicado por civilgeeks.com [En línea]. [Citado el 8 de Abril de 2015]. Disponible en Internet: <http://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2013/09/M%C3%A9todo-Pushover-An%C3%A1lisis-Est%C3%A1tico-No-Lineal-AENL.pdf>
- [8]. FEMA 356, ASCE (American Society of Civil Engineers) Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings D.C. Federal Emergency Management Agency. USA 2000.
- [9]. ATC 40- Applied Technology Council. Seismic evaluation and retrofit of Concrete Buildings. Redwood City, CA, USA: Applied Technology council, 1996. V.1
- [10]. HERNÁNDEZ, Eliud; Instructor CSI Caribe vicepresidente INESA c.a. Análisis No Lineal – Pushover, Diplomado Internacional Ingeniería Estructural.
- [11]. Computer and Structures INC. SAP 2000 Integrated Software for Structural Analysis and Design Version 14.0 Analysis Reference Manual. Berkeley. USA: CSI.
- [12]. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, AIS. Reglamento colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. Bogotá: AIS 1998. Título A, B y C.
- [13]. SAP-2000 Nonlinear Version 14, Integrated Structural Analysis and Design software, Computer and Structures Inc. Berkeley. California.
- [14]. AutoCAD Version 2014, design and documentation software, Autodesk Inc.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS Seismic evaluation and retrofit of Concrete Buildings. Redwood City, CA, USA: Applied Technology council. ATC 40- Applied Technology Council. 1996. V.1

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, AIS. Reglamento colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá. AIS 2010. Título A y B.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, AIS. Reglamento colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. Bogotá. AIS 1998. Título A, B y C.

AUTODESK INC. AutoCAD Version 2014, design and documentation software,.

CHOPRA, A. K.; R. K. Goel. 2000. Evaluation of NSP to Estimate Deformation: SDF Systems. Abril del 2000.

COMPUTER AND STRUCTURES INC. SAP 2000 Integrated Software for Structural Analysis and Design Version 14.0 Analysis Reference Manual. Berkeley. USA: CSI.

FEMA 356, ASCE (American Society of Civil Engineers) Prestandar and commentary for the seismic rehabilitation of buildings D.C. Federal Emergency Management Agency. USA 2000.

FEMA 440, ASCE (American Society of Civil Engineers) Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings D.C. Federal Emergency Management Agency. USA 2005.

HERNÁNDEZ, Eliud; Instructor CSI Caribe vicepresidente INESA c.a. Análisis No Lineal – Pushover, Diplomado Internacional Ingeniería Estructural.

MALDONADO RONDÓN, Esperanza; CHIO CHO, Gustavo. Visión Estructural de las Edificaciones de la Ciudad de Bucaramanga, 1ed. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Ediciones UIS, 2007. 156 p

MARTÍNEZ SOTO, Carlos; PORTILLO WILLIAMS, Yony; RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, José. Introducción al Diseño de Marcos de Concreto reforzados, por el Método de Análisis Estático no lineal (push-over), utilizando un software especializado: Universidad de El Salvador, 2011. 405 p.

RODRÍGUEZ, Dennis M. Análisis estático no lineal. Publicado por civilgeeks.com [En línea]. [Citado el 8 de Abril de 2015]. Disponible en Internet: <http://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2013/09/M%C3%A9todo-Pushover-An%C3%A1lisis-Est%C3%A1tico-No-Lineal-AENL.pdf>

SAFINA MELONE, Salvador. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2003. Capítulo 6. 22 p.

SAP-2000 Nonlinear Version 14, Integrated Structural Analysis and Design software, Computer and Structures Inc. Berkeley. California.

ANEXOS

ANEXO A. Gráficas y tablas de resultados

RESULTADOS DEL MÉTODO DE FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

Se exponen los resultados del chequeo de derivas del dimensionamiento inicial configurado a los elementos estructurales que hacen parte del sistema de resistencia sísmica (vigas y columnas). Este análisis se realizó únicamente para cada vivienda tipo en pendiente del terreno igual a cero grados.

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I por la carga lateral FHE X, en pendiente cero grados. La deriva máxima es de 0,0076 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes C y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 34. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 0°(grados) por FHEX.

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
C10	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C11	FHE X	LinStatic	0,00763	0,000564	0,000036	-0,00017	0,00251	-0,00011
C12	FHE X	LinStatic	0,01316	0,000955	0,000047	-0,000071	0,00109	-0,00018
C20	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C21	FHE X	LinStatic	0,00763	0,000122	0,000031	-0,00003	0,00161	-0,00011
C22	FHE X	LinStatic	0,01316	0,000206	0,00004	-0,00002	0,0007	-0,00018
C30	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C31	FHE X	LinStatic	0,00763	-0,00016	-0,000017	0,000042	0,00152	-0,00011
C32	FHE X	LinStatic	0,01316	-0,00027	-0,000022	0,000025	0,00066	-0,00018
C40	FHE X	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C41	FHE X	LinStatic	0,00763	-0,00053	-0,000051	0,000158	0,00239	-0,00011
C42	FHE X	LinStatic	0,01316	-0,00089	-0,000066	0,000067	0,00104	-0,00018

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,007626	0,000564	0,007647	SI
0,005534	0,000391	0,005548	SI
0,007626	0,000122	0,007627	SI
0,005534	0,000084	0,005535	SI
0,007626	-0,00016	0,007628	SI
0,005534	-0,00011	0,005535	SI
0,007626	-0,00053	0,007644	SI
0,005534	-0,00036	0,005546	SI
Max		0,007647	

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I por la carga lateral FHE Y, en pendiente cero grados. La deriva máxima es de 0,0084 metros la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 35. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 0° (grados) por FHEY.

A40	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
A41	FHE Y	LinStatic	0,000475	0,008435	0,000032	-0,00301	0,00015	0,000106	0,000475	0,008435	0,008448	SI
A42	FHE Y	LinStatic	0,000856	0,01527	0,000042	-0,001477	0,000072	0,000192	0,000381	0,006835	0,006846	SI
B10	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B11	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,00736	0,000022	-0,001797	-0,000016	0,000106	-0,000047	0,00736	0,007360	SI
B12	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,01333	0,000029	-0,000836	-8,052E-06	0,000192	-0,000038	0,00597	0,005970	SI
B20	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B21	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,007797	0,000024	-0,001902	-0,000012	0,000106	-0,000047	0,007797	0,007797	SI
B22	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,014117	0,000031	-0,000883	-4,808E-06	0,000192	-0,000038	0,00632	0,006320	SI
B30	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B31	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,008073	0,000024	-0,001967	-0,000011	0,000106	-0,000047	0,008073	0,008073	SI
B32	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,014617	0,000032	-0,000914	-4,601E-06	0,000192	-0,000038	0,006544	0,006544	SI
B40	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B41	FHE Y	LinStatic	-0,000047	0,008435	0,000026	-0,002053	-0,000015	0,000106	-0,000047	0,008435	0,008435	SI
B42	FHE Y	LinStatic	-0,000085	0,01527	0,000034	-0,000953	-7,672E-06	0,000192	-0,000038	0,006835	0,006835	SI
C10	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C11	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,00736	-0,000056	-0,002424	-0,000142	0,000106	-0,00043	0,00736	0,007373	SI
C12	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,01333	-0,000074	-0,001189	-0,000068	0,000192	-0,000346	0,00597	0,005980	SI
C20	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C21	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,007797	-0,000058	-0,002562	-0,000093	0,000106	-0,00043	0,007797	0,007809	SI
C22	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,014117	-0,000077	-0,001256	-0,000043	0,000192	-0,000346	0,00632	0,006329	SI
C30	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C31	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,008073	-0,000057	-0,002652	-0,000088	0,000106	-0,00043	0,008073	0,008084	SI
C32	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,014617	-0,000076	-0,001299	-0,00004	0,000192	-0,000346	0,006544	0,006553	SI
C40	FHE Y	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C41	FHE Y	LinStatic	-0,00043	0,008435	-0,000058	-0,002766	-0,000135	0,000106	-0,00043	0,008435	0,008446	SI
C42	FHE Y	LinStatic	-0,000776	0,01527	-0,000076	-0,001354	-0,000065	0,000192	-0,000346	0,006835	0,006844	SI
									Max	0,008448		

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II por la carga lateral FHE X, en pendiente cero grados. La deriva máxima es de 0,0164 metros la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes C y 1, para el segundo piso de la vivienda.

Tabla 36. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 0 °(grados) por FHEX.

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
C10	FHEX	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C11	FHEX	LinStatic	0,01489	0,00114	0,000109	-0,000416	0,0058	-0,00022
C12	FHEX	LinStatic	0,03128	0,002409	0,00016	-0,00026	0,0036	-0,00046
C13	FHEX	LinStatic	0,03853	0,002938	0,000173	-0,000092	0,00135	-0,00056
C20	FHEX	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C21	FHEX	LinStatic	0,01489	0,000245	0,000098	-0,000079	0,00374	-0,00022
C22	FHEX	LinStatic	0,03128	0,000519	0,000145	-0,000051	0,00258	-0,00046
C23	FHEX	LinStatic	0,03853	0,000633	0,000155	-0,000028	0,00088	-0,00056
C30	FHEX	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C31	FHEX	LinStatic	0,01489	-0,00032	-0,000053	0,000108	0,00354	-0,00022
C32	FHEX	LinStatic	0,03128	-0,00068	-0,00008	0,000069	0,00248	-0,00046
C33	FHEX	LinStatic	0,03853	-0,00083	-0,000085	0,000035	0,00084	-0,00056
C40	FHEX	LinStatic	0	0	0	0	0	0
C41	FHEX	LinStatic	0,01489	-0,00106	-0,000153	0,000387	0,00551	-0,00022
C42	FHEX	LinStatic	0,03128	-0,00225	-0,000225	0,000242	0,00347	-0,00046
C43	FHEX	LinStatic	0,03853	-0,00274	-0,000243	0,000085	0,00129	-0,00056

Altura entrepiso	2,55	[m]	
1%	0,0255	[m]	
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,01489	0,00114	0,0149336	SI
0,016387	0,001269	0,0164361	SI
0,007254	0,000529	0,0072733	SI
0,01489	0,000245	0,014892	SI
0,016387	0,000274	0,0163893	SI
0,007254	0,000114	0,0072549	SI
0,01489	-0,000322	0,0148935	SI
0,016387	-0,000358	0,0163909	SI
0,007254	-0,00015	0,0072556	SI
0,01489	-0,001064	0,014928	SI
0,016387	-0,001183	0,0164296	SI
0,007254	-0,000495	0,0072709	SI
Max		0,0164361	

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II por la carga lateral FHE Y, en pendiente cero grados. La deriva máxima es de 0,01967 metros la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el segundo piso de la vivienda.

Tabla 37. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 0° (grados) por FHEY.

A40	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
A41	FHEY	LinStatic	0,000909	0,016739	0,000098	-0,00698	0,000328	0,000204	0,00091	0,01674	0,0167637	SI
A42	FHEY	LinStatic	0,00193	0,036383	0,000146	-0,00461	0,000217	0,000433	0,00102	0,01964	0,0196705	SI
A43	FHEY	LinStatic	0,00242	0,045807	0,00016	-0,00191	0,000086	0,000543	0,00049	0,00942	0,0094367	SI
B10	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B11	FHEY	LinStatic	-0,00009	0,014679	0,000068	-0,00419	-0,000035	0,000204	-9E-05	0,01468	0,0146793	SI
B12	FHEY	LinStatic	-0,00019	0,032009	0,0001	-0,0031	-0,000023	0,000433	-0,0001	0,01733	0,0173303	SI
B13	FHEY	LinStatic	-0,00024	0,040321	0,000109	-0,0011	-0,00001	0,000543	-5E-05	0,00831	0,0083122	SI
B20	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B21	FHEY	LinStatic	-0,00009	0,015516	0,000072	-0,00442	-0,000026	0,000204	-9E-05	0,01552	0,0155163	SI
B22	FHEY	LinStatic	-0,00019	0,033785	0,000107	-0,00326	-0,000019	0,000433	-0,0001	0,01827	0,0182693	SI
B23	FHEY	LinStatic	-0,00024	0,042548	0,000115	-0,00115	-6,37E-06	0,000543	-5E-05	0,00876	0,0087631	SI
B30	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B31	FHEY	LinStatic	-0,00009	0,016046	0,000074	-0,00456	-0,000025	0,000204	-9E-05	0,01605	0,0160463	SI
B32	FHEY	LinStatic	-0,00019	0,034911	0,00011	-0,00336	-0,000019	0,000433	-0,0001	0,01887	0,0188653	SI
B33	FHEY	LinStatic	-0,00024	0,04396	0,000119	-0,00119	-6,24E-06	0,000543	-5E-05	0,00905	0,0090491	SI
B40	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
B41	FHEY	LinStatic	-0,00009	0,016739	0,000079	-0,00475	-0,000034	0,000204	-9E-05	0,01674	0,0167392	SI
B42	FHEY	LinStatic	-0,00019	0,036383	0,000116	-0,0035	-0,000022	0,000433	-0,0001	0,01964	0,0196443	SI
B43	FHEY	LinStatic	-0,00024	0,045807	0,000126	-0,00124	-9,84E-06	0,000543	-5E-05	0,00942	0,0094241	SI
C10	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C11	FHEY	LinStatic	-0,00082	0,014679	-0,00017	-0,00567	-0,000311	0,000204	-0,0008	0,01468	0,0147021	SI
C12	FHEY	LinStatic	-0,00175	0,032009	-0,00025	-0,00385	-0,000204	0,000433	-0,0009	0,01733	0,0173548	SI
C13	FHEY	LinStatic	-0,0022	0,040321	-0,00028	-0,00158	-0,000081	0,000543	-0,0004	0,00831	0,008324	SI
C20	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C21	FHEY	LinStatic	-0,00082	0,015516	-0,00018	-0,00597	-0,000204	0,000204	-0,0008	0,01552	0,0155379	SI
C22	FHEY	LinStatic	-0,00175	0,033785	-0,00027	-0,00405	-0,000146	0,000433	-0,0009	0,01827	0,0182925	SI
C23	FHEY	LinStatic	-0,0022	0,042548	-0,00029	-0,00166	-0,000051	0,000543	-0,0004	0,00876	0,0087743	SI
C30	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C31	FHEY	LinStatic	-0,00082	0,016046	-0,00018	-0,00617	-0,000193	0,000204	-0,0008	0,01605	0,0160671	SI
C32	FHEY	LinStatic	-0,00175	0,034911	-0,00026	-0,00418	-0,00014	0,000433	-0,0009	0,01887	0,0188878	SI
C33	FHEY	LinStatic	-0,0022	0,04396	-0,00028	-0,00171	-0,000049	0,000543	-0,0004	0,00905	0,00906	SI
C40	FHEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0				
C41	FHEY	LinStatic	-0,00082	0,016739	-0,00018	-0,00642	-0,000296	0,000204	-0,0008	0,01674	0,0167593	SI
C42	FHEY	LinStatic	-0,00175	0,036383	-0,00026	-0,00434	-0,000197	0,000433	-0,0009	0,01964	0,0196659	SI
C43	FHEY	LinStatic	-0,0022	0,045807	-0,00029	-0,00178	-0,000077	0,000543	-0,0004	0,00942	0,0094345	SI
										Max	0,0196705	

RESULTADOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL (CUANTÍA DE REFUERZO)

Se presentan las imágenes del refuerzo longitudinal que requiere cada uno de los elementos estructurales de la vivienda tipo I, específicamente en cada uno de los entrepisos. Dicho diseño estructural es realizado en SAP 2000 V14.

Figura 68. Cuantía de acero requerido en cm^2 para el entrepiso 1 de la vivienda tipo I (2 pisos).

	3,211	1,187	3,738	2,443	0,789	2,364	2,741	0,882	2,516
	2,081	2,364	2,364	1,595	0,789	1,390	1,784	2,072	1,641
1,501	0,511	1,505							
0,743	0,670	0,767							
			1,916	0,715	1,428				
			0,947	0,697	0,939				
						2,154	0,857	1,394	
						1,062	0,730	1,060	
									1,669
									0,826
									0,757
									0,938
6,627	2,344	7,831	3,246	1,038	2,495	5,225	1,625	4,635	
3,113	5,491	3,630	2,103	1,038	1,628	2,491	3,601	2,364	
1,521									
1,521									
0,409									
0,625									
			2,368						
			1,684						
			1,547	0,381	1,260				
			0,766	1,650	0,821				
						3,096			
						2,364			
									1,630
									0,807
1,660	0,409		2,348	0,766					
0,822			1,156	1,598					
						2,364	0,992		
						1,323	2,364		
									1,784
									0,882
4,115	1,425	4,538	2,206	1,075	1,622	3,114	0,997	3,072	
2,364	3,234	2,364	1,087	0,540	0,803	2,021	2,364	1,994	

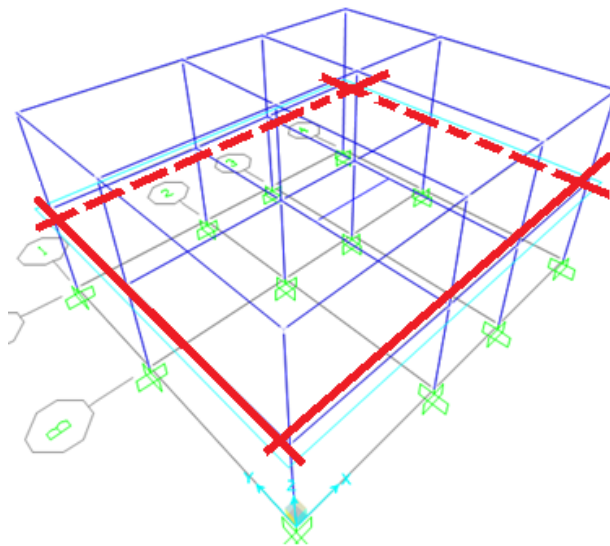
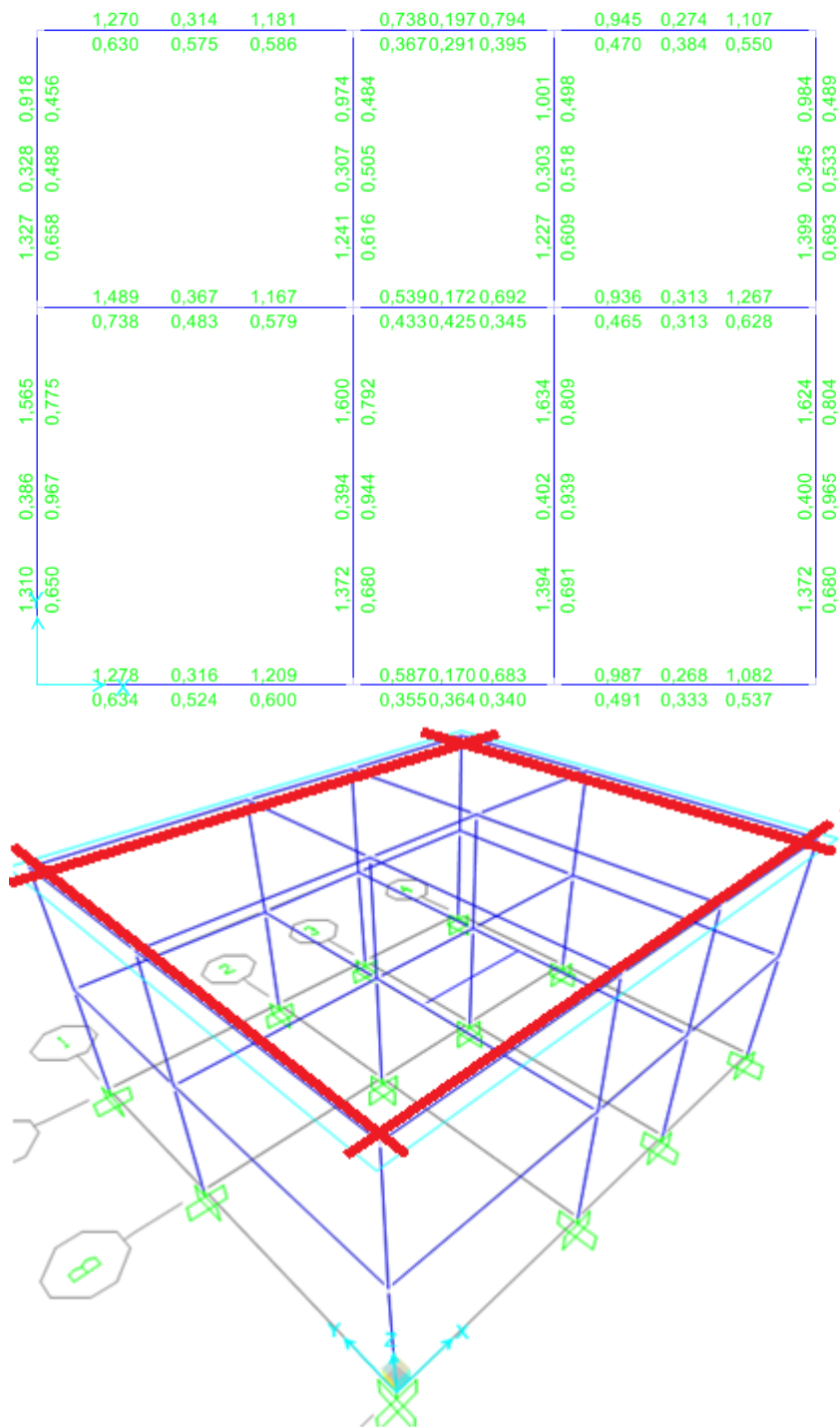


Figura 79. Cuantía de acero requerido en cm^2 para la cubierta de la vivienda tipo I (2 pisos).



En adelante se presenta la imagen del acero requerido para las columnas de la vivienda tipo I y las columnas de la vivienda tipo II, con la particularidad que

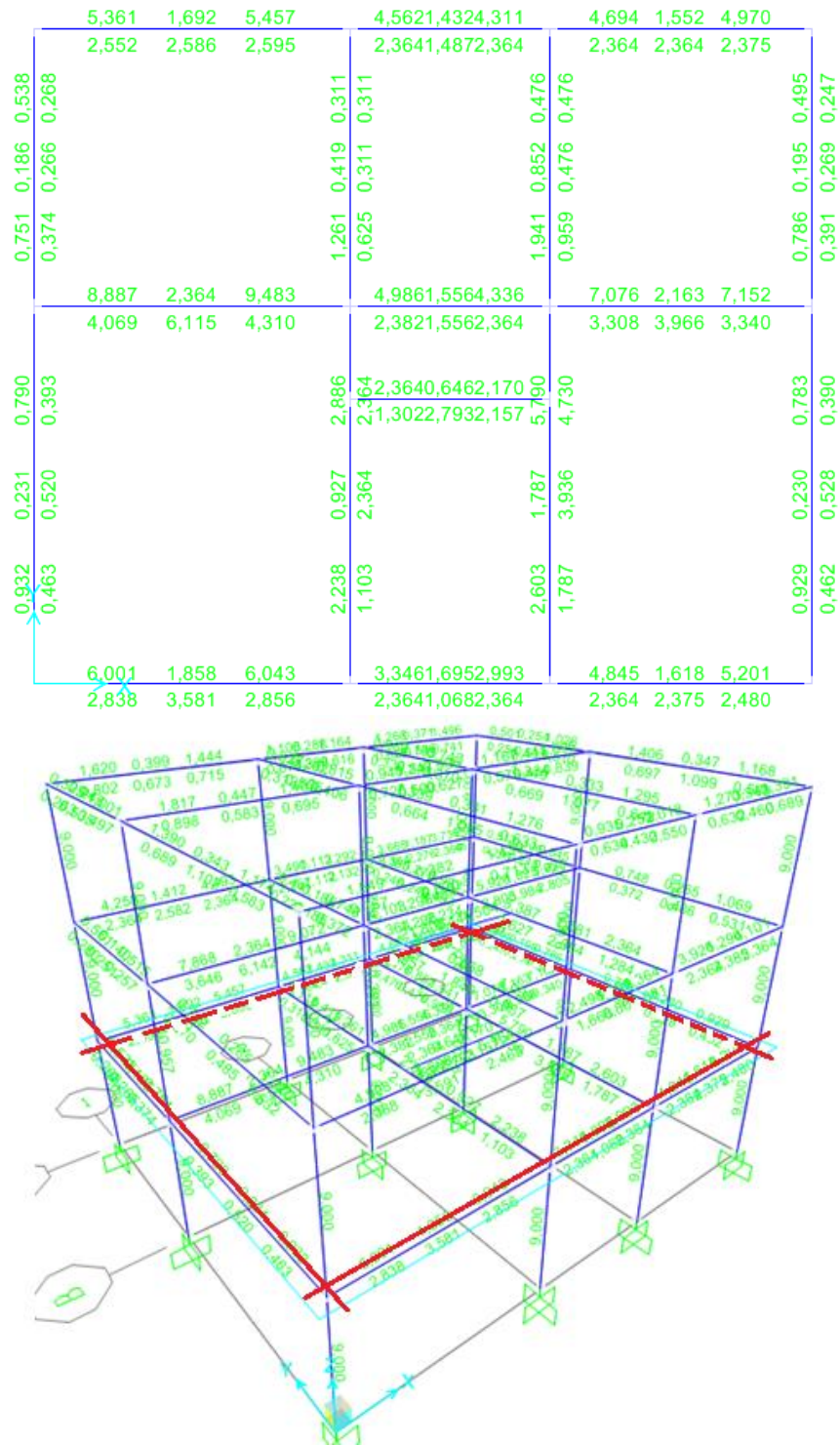


Figura 82. Cuantía de acero requerido en cm^2 para el entrepiso 2 de la vivienda tipo II (3 pisos).

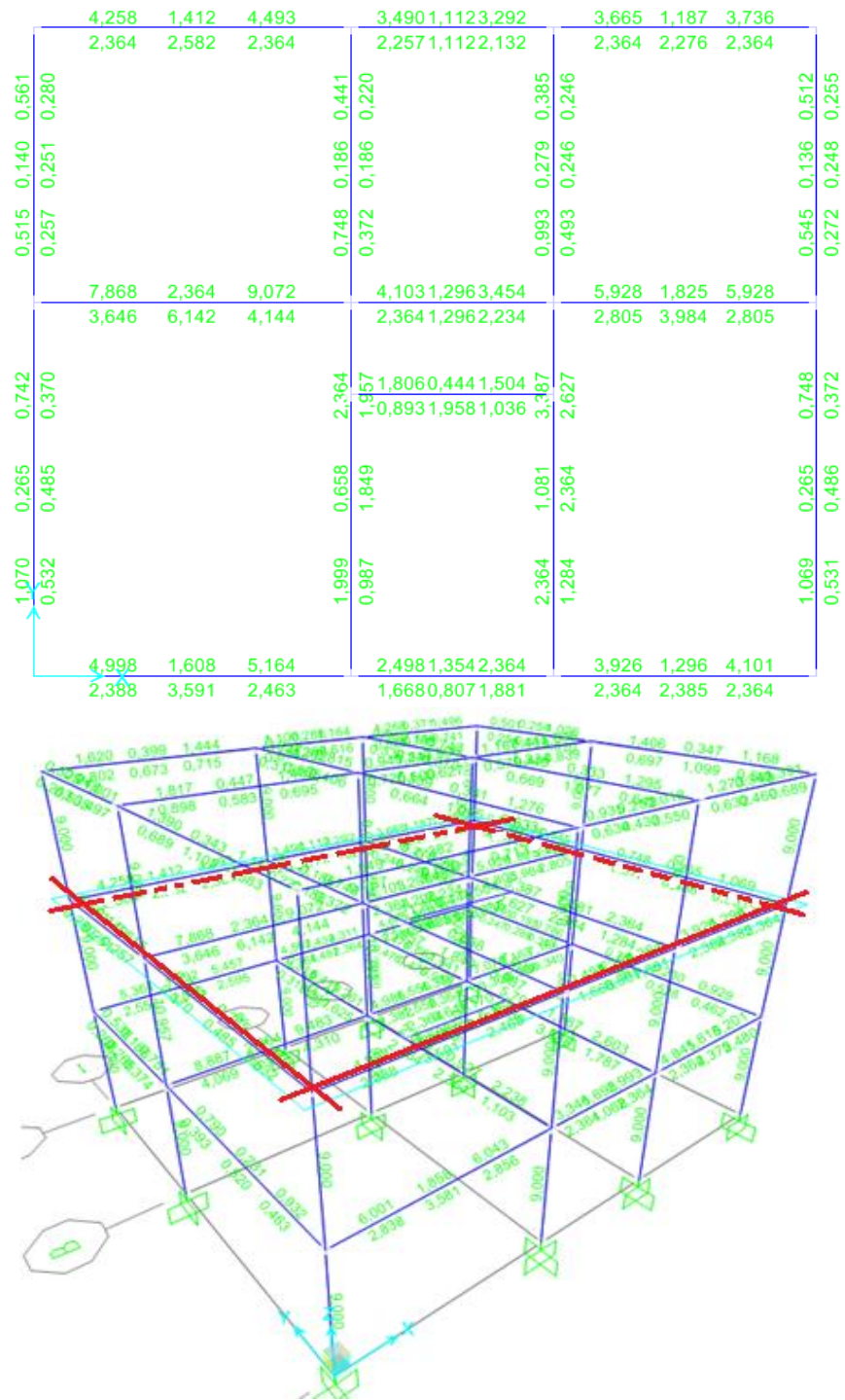
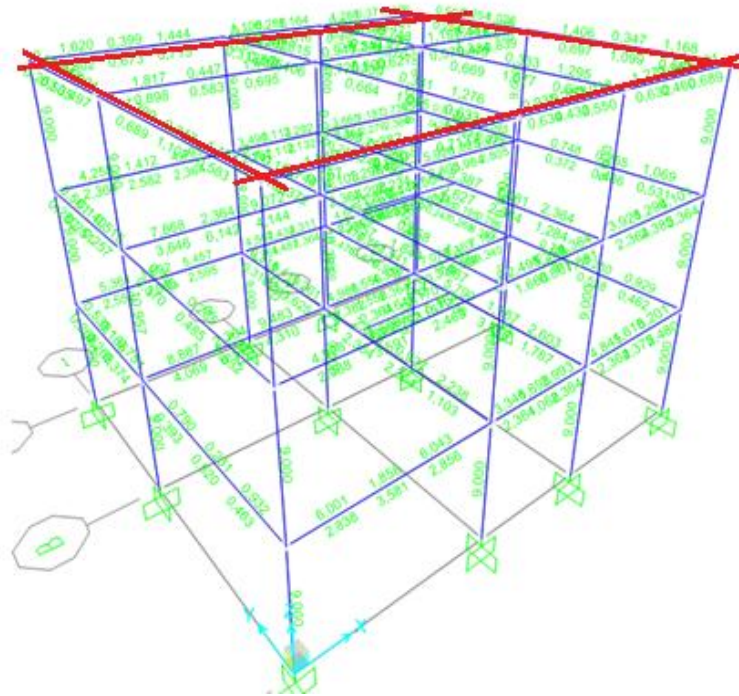


Figura 83. Cuantía de acero requerido en cm^2 para la cubierta de la vivienda tipo II (3 pisos).

	1,620	0,399	1,444	1,1060,2881,164	1,268	0,371	1,496
	0,802	0,673	0,715	0,6770,3980,616	0,629	0,536	0,741
1,001	0,248	0,529					
0,497	0,535	0,263					
	1,817	0,447	1,402	0,9410,2470,996	1,167	0,441	1,695
	0,898	0,583	0,695	0,7250,5000,627	0,579	0,434	0,839
1,390							
1,390							
0,343							
1,102							
	1,276	0,331	1,339				
	0,633	1,085	0,664				
	1,295	0,333	1,349				
	0,643	1,077	0,669				
	1,168	0,347	1,406				
	0,580	1,099	0,697				
1,549	0,382	1,439	0,9350,2521,018	1,273	0,343	1,391	
0,767	0,620	0,713	0,6340,4320,550	0,632	0,460	0,689	



RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL “PUSHOVER”

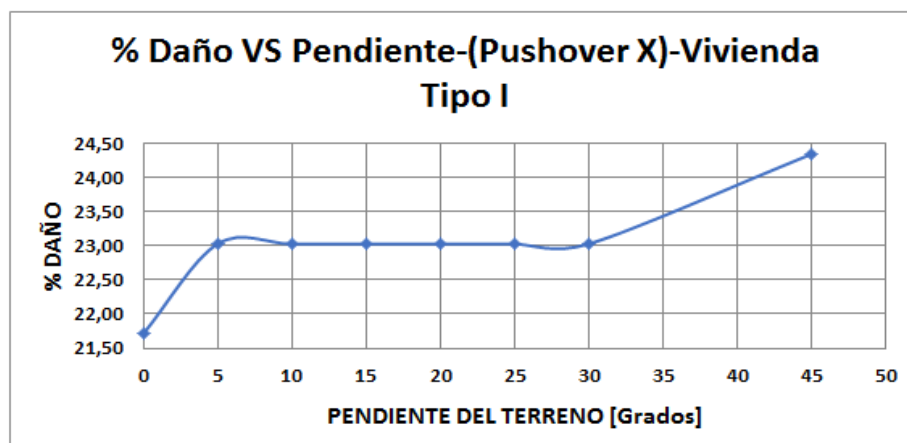
VIVIENDA TIPO I

Las siguientes tablas muestran el punto de desempeño (V: Cortante; D: Desplazamiento) y la rotulación plástica para cada uno de los modelamientos de acuerdo a la variación de la pendiente del terreno (0° a 45°).

Tabla 38. Tabla general del cortante, desplazamiento y posterior rotulación plástica de la vivienda tipo I para los grados de inclinación del terreno adoptados en la investigación. Resultados que dependen de la carga lateral pushover en la dirección “X”.

PENDIENTE [Grados]	D (Delta) [m]	V (Cortante) [KN]	RÓTULAS									Total	% DAÑO
			A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E			
0	0,011	737,626	119	33	0	0	0	0	0	0	0	152	21,71
5	0,012	713,11	135	35	0	0	0	0	0	0	0	170	23,03
10	0,012	715,677	135	35	0	0	0	0	0	0	0	170	23,03
15	0,012	717,858	135	35	0	0	0	0	0	0	0	170	23,03
20	0,012	742,118	155	35	0	0	0	0	0	0	0	190	23,03
25	0,012	743,885	161	35	0	0	0	0	0	0	0	196	23,03
30	0,012	750,648	161	35	0	0	0	0	0	0	0	196	23,03
45	0,013	855,157	217	37	0	0	0	0	0	0	0	254	24,34

Grafica 1. Porcentaje de nivel de daño en función de la pendiente del terreno debido a pushover X.



Grafica 2. Representación del Cortante Basal en función de la pendiente del terreno debido a pushover X. Según el punto de desempeño.

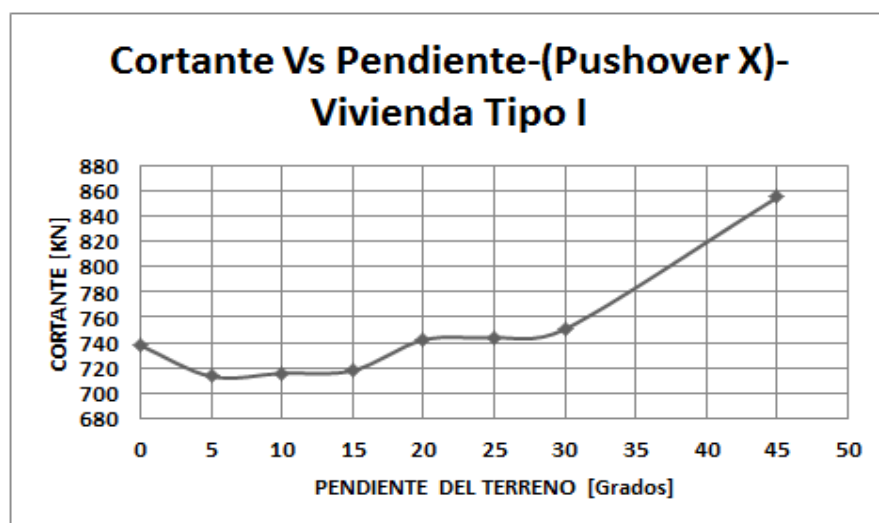
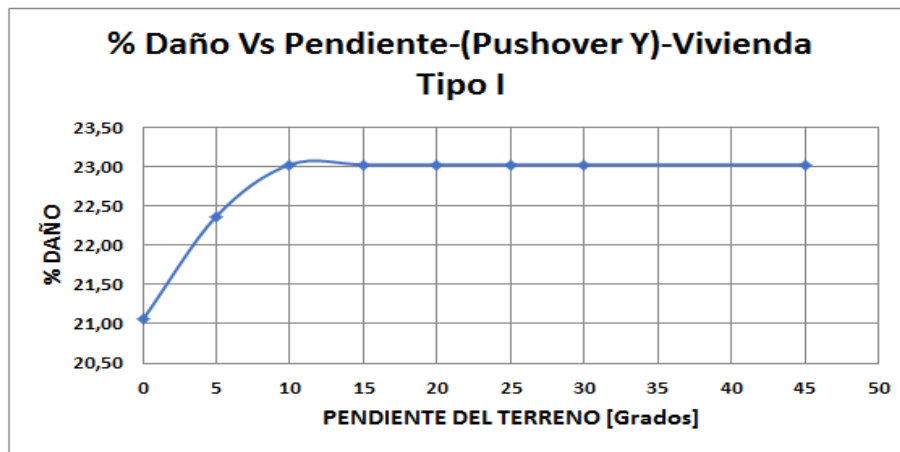


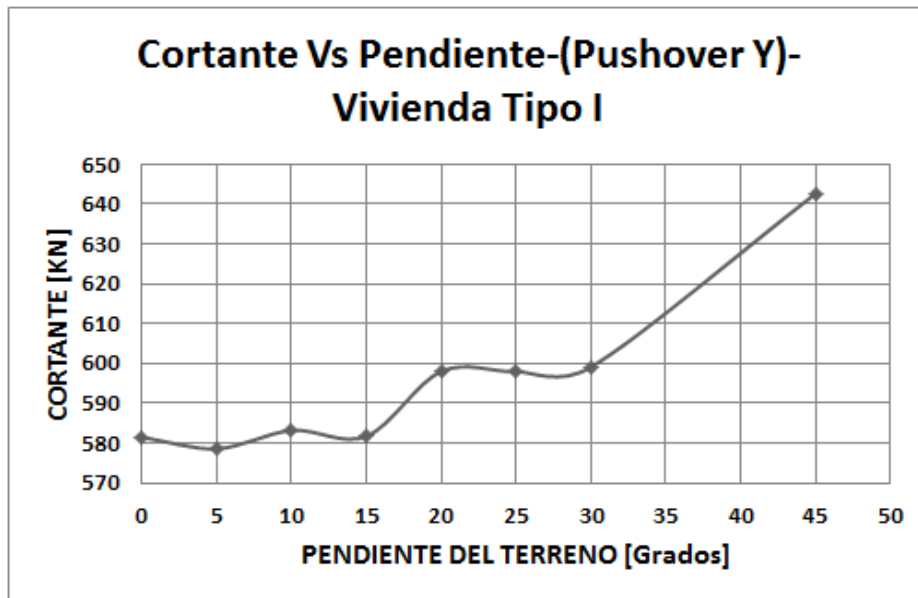
Tabla 39. Tabla general del cortante, desplazamiento y posterior rotulación plástica de la vivienda tipo I para los grados de inclinación del terreno adoptados en la investigación. Resultados que dependen de la carga lateral pushover en la dirección “Y”.

PENDIENTE [Grados]	D (Deriva) [m]	V (Cortante) [KN]	RÓTULAS								Total	% DAÑO	
			A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E			
0	0,017	581,492	120	32	0	0	0	0	0	0	0	152	21,05
5	0,018	578,586	136	34	0	0	0	0	0	0	0	170	22,37
10	0,019	583,193	135	35	0	0	0	0	0	0	0	170	23,03
15	0,019	581,754	135	35	0	0	0	0	0	0	0	170	23,03
20	0,019	598,03	155	35	0	0	0	0	0	0	0	190	23,03
25	0,019	597,965	161	35	0	0	0	0	0	0	0	196	23,03
30	0,019	599,077	161	35	0	0	0	0	0	0	0	196	23,03
45	0,017	642,626	219	35	0	0	0	0	0	0	0	254	23,03

Grafica 3. Porcentaje de nivel de daño en función de la pendiente del terreno debido a pushover Y.



Grafica 4. Representación del Cortante Basal en función de la pendiente del terreno debido a pushover Y. Según el punto de desempeño.



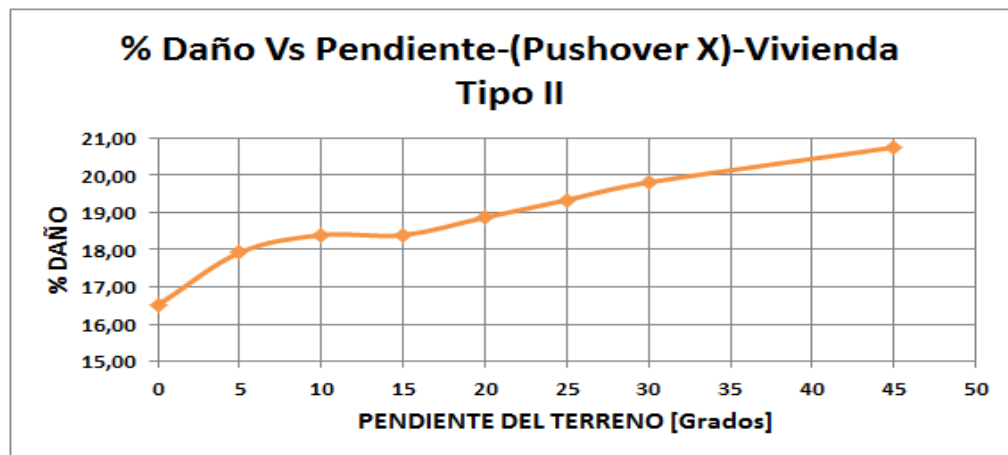
VIVIENDA TIPO II

Las siguientes tablas muestran el punto de desempeño (V: Cortante; D: Desplazamiento) y la rotulación plástica para cada uno de los modelamientos de acuerdo a la variación de la pendiente del terreno (0° a 45°).

Tabla 40. Tabla general del cortante, desplazamiento y posterior rotulación plástica de la vivienda tipo II para los grados de inclinación del terreno adoptados en la investigación. Resultados que dependen de la carga lateral pushover en la dirección “X”.

PENDIENTE [Grados]	D (delta) [m]	V (Cortante) [KN]	RÓTULAS								Total	% DAÑO
			A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E		
0	0,027	859,782	177	35	0	0	0	0	0	0	212	16,51
5	0,027	864,681	192	38	0	0	0	0	0	0	230	17,92
10	0,028	872,156	191	39	0	0	0	0	0	0	230	18,40
15	0,028	879,965	191	39	0	0	0	0	0	0	230	18,40
20	0,028	906,997	210	40	0	0	0	0	0	0	250	18,87
25	0,029	916,797	215	41	0	0	0	0	0	0	256	19,34
30	0,029	927,759	214	42	0	0	0	0	0	0	256	19,81
45	0,031	1019,226	274	44	0	0	0	0	0	0	318	20,75

Grafica 5. Porcentaje de nivel de daño en función de la pendiente del terreno debido a pushover X.



Grafica 6. Representación del Cortante Basal en función de la pendiente del terreno debido a pushover X. Según el punto de desempeño.

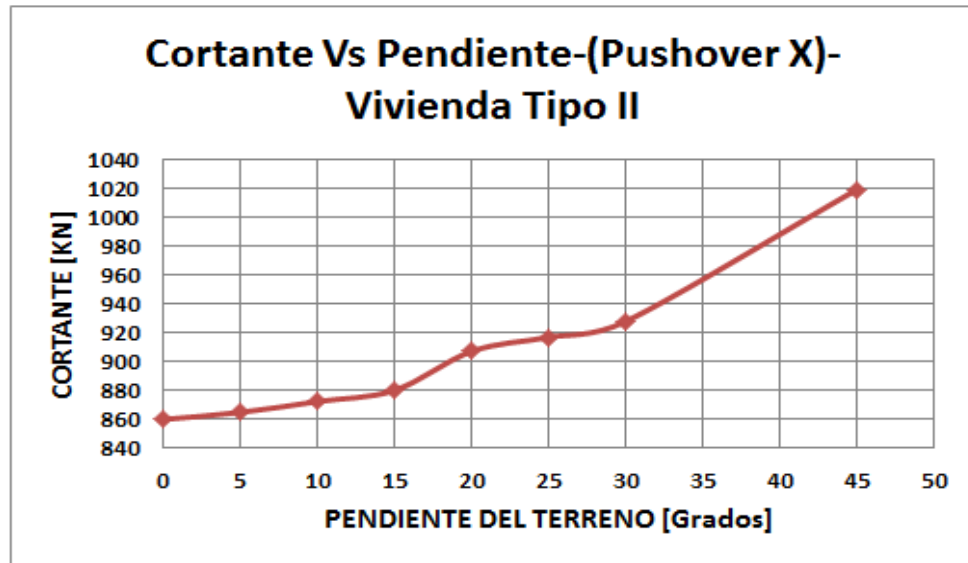
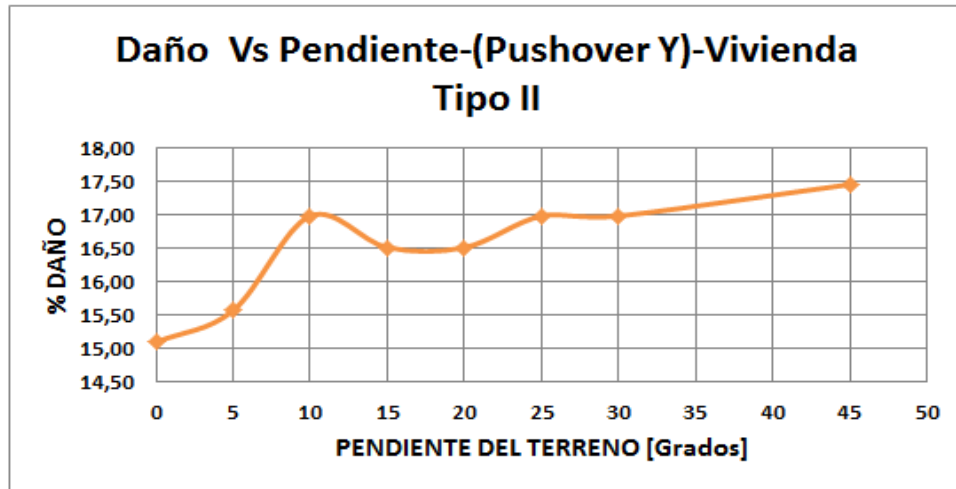


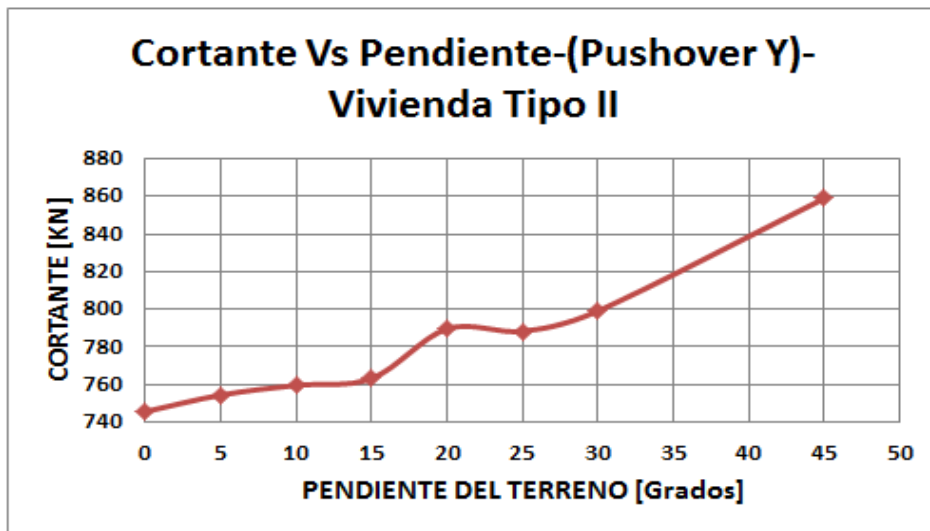
Tabla 41. Tabla general del cortante, desplazamiento y posterior rotulación plástica de la vivienda tipo II para los grados de inclinación del terreno adoptados en la investigación. Resultados que dependen de la carga lateral pushover en la dirección “Y”.

PENDIENTE [Grados]	D (delta) [m]	V (Cortante) [KN]	RÓTULAS								% DAÑO		
			A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E		Total	
0	0,029	745,662	180	32	0	0	0	0	0	0	0	212	15,09
5	0,03	754,489	197	33	0	0	0	0	0	0	0	230	15,57
10	0,031	759,595	194	36	0	0	0	0	0	0	0	230	16,98
15	0,031	763,289	195	35	0	0	0	0	0	0	0	230	16,51
20	0,031	789,663	215	35	0	0	0	0	0	0	0	250	16,51
25	0,03	788,381	220	36	0	0	0	0	0	0	0	256	16,98
30	0,031	799,176	220	36	0	0	0	0	0	0	0	256	16,98
45	0,03	858,89	281	37	0	0	0	0	0	0	0	318	17,45

Grafica 7. Porcentaje de nivel de daño en función de la pendiente del terreno debido a pushover Y.



Grafica 6. Representación del Cortante Basal en función de la pendiente del terreno debido a pushover Y. Según el punto de desempeño.



RESULTADOS DEL ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL

VIVIENDA TIPO I

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 0°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,007823 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 42. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 0° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements										Altura de Entrepiso			
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	1%	2,55	[m]	
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007489	0,000071	0,000237	0,000117	0,000519	0,000111				
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007489	0,000263	0,000207	0,00013	0,00048	0,000111				
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007797	0,000495	0,000038	0,000168	0,002533	0,000111	0,007797	0,000495	0,007813	Si
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013195	0,000869	0,00005	0,000076	0,001063	0,000197	0,005398	0,000374	0,005411	Si
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007797	0,000071	0,000033	0,000041	0,001588	0,000111	0,007797	0,000071	0,007797	Si
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013195	0,000121	0,000043	0,000015	0,000688	0,000197	0,005398	0,00005	0,005398	Si
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007797	0,000263	0,000018	0,00012	0,001504	0,000111	0,007797	0,000263	0,007801	Si
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013195	0,00047	0,000023	0,000039	0,000653	0,000197	0,005398	0,000207	0,005402	Si
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007797	0,000637	0,000052	0,00022	0,002406	0,000111	0,007797	0,000637	0,007823	Si
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013195	0,001132	0,000067	0,000103	0,001012	0,000197	0,005398	0,000495	0,005421	Si
B10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
B11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007391	0,000495	0,000036	0,000112	0,002405	0,000111	0,007391	0,000495	0,007408	Si
B12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,012465	0,000869	0,000047	0,000052	0,000994	0,000197	0,005074	0,000374	0,005088	Si

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 0°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,0088744 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 43. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 0°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000187	0,008206	0,000736	0,000459	8,717E-06	0,000184
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000187	0,00782	0,000721	0,000431	8,19E-06	0,000184
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000846	0,008834	0,000033	0,003096	0,000267	0,000184
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001436	0,015661	0,000043	0,001478	0,000115	0,000312
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000846	0,008206	0,000031	0,002889	0,000172	0,000184
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001436	0,014609	0,000041	0,001395	0,000074	0,000312
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000846	0,00782	0,000034	0,002758	0,000163	0,000184
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001436	0,013961	0,000045	0,001342	0,00007	0,000312
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000846	0,00733	0,000035	0,002606	0,000253	0,000184
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001436	0,013141	0,000047	0,001276	0,000109	0,000312
B10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000115	0,008834	0,000026	0,002107	0,000037	0,000184
B12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000192	0,015661	0,000034	0,000958	0,000016	0,000312
B20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000115	0,008206	0,000025	0,001974	0,000024	0,000184
B22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000192	0,014609	0,000033	0,000899	0,00001	0,000312

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0225	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA ¿CUMPLE?

0,000846	0,008834	0,0088744	SI
0,00059	0,006827	0,0068524	SI
0,000846	0,008206	0,0082495	SI
0,00059	0,006403	0,0064301	SI
0,000846	0,00782	0,0078656	SI
0,00059	0,006141	0,0061693	SI
0,000846	0,00733	0,0073787	SI
0,00059	0,005811	0,0058409	SI
0,000115	0,008834	0,0088347	SI
0,000077	0,006827	0,0068274	SI
0,000115	0,008206	0,0082068	SI
0,000077	0,006403	0,0064035	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 5°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,008604 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 44. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 5°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008276	0,000145	0,00024	0,000126	0,000533	0,000111
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008276	0,000147	0,000231	0,000126	0,000502	0,000111
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008583	0,000596	0,000039	0,000202	0,002723	0,000111
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014038	0,001035	0,00005	0,000089	0,001023	0,00019
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	6,876E-06	7,89E-06	0,000626	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008583	0,000145	0,00004	0,000079	0,001617	0,000111
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014038	0,00026	0,000049	0,000018	0,000701	0,00019
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	5,802E-06	0,000012	0,00063	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008583	0,000147	0,000025	0,000073	0,00155	0,000111
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014038	0,000241	0,00003	0,000016	0,000657	0,00019
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000023	0,000052	0,000859	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008583	0,000522	0,000076	0,000163	0,002427	0,000111
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014038	0,000882	0,000092	0,000074	0,001026	0,00019
B10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008178	0,000596	0,000037	0,000135	0,002598	0,000111
B12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013331	0,001035	0,000048	0,000061	0,000959	0,00019

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA ¿CUMPLE?

0,008583	0,000596	0,008604	SI
0,005455	0,000439	0,005473	SI
0	0	0	SI
0,008583	0,000145	0,008584	SI
0,005455	0,000115	0,005456	SI
0	0	0	SI
0,008583	0,000147	0,008584	SI
0,005455	0,000094	0,005456	SI
0	0	0	SI
0,008583	0,000522	0,008599	SI
0,005455	0,00036	0,005467	SI
0,008178	0,000596	0,0082	SI
0,005153	0,000439	0,005172	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 5°(grados) debido al sismoY. La deriva máxima es de 0,00944 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 45. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 5°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000097	0,008917	0,000761	0,000461	5,387E-06	0,000103
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000097	0,009139	0,000779	0,000463	5,416E-06	0,000103
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000471	0,008574	0,000035	0,002963	0,000128	0,000103
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,0149	0,000046	0,00135	0,000036	0,000147
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	5,986E-06	0,000686	0,000034	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000471	0,008917	0,000041	0,002928	0,000076	0,000103
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,015339	0,000053	0,001387	0,000025	0,000147
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	9,465E-06	0,000809	0,000034	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000471	0,009139	0,000044	0,00296	0,000073	0,000103
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,015623	0,000054	0,001398	0,000024	0,000147
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000014	0,00096	0,000048	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000471	0,009432	0,000048	0,003013	0,000113	0,000103
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,016001	0,000058	0,001409	0,000036	0,000147
B10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000058	0,008574	0,000025	0,002011	0,000018	0,000103
B12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000091	0,0149	0,000032	0,000884	7,049E-06	0,000147

Altura de Entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0225	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?

0,000471	0,008574	0,0085869	SI
0,000198	0,006326	0,0063291	SI
0	0	0	SI
0,000471	0,008917	0,0089294	SI
0,000198	0,006422	0,0064251	SI
0	0	0	SI
0,000471	0,009139	0,0091511	SI
0,000198	0,006484	0,006487	SI
0	0	0	SI
0,000471	0,009432	0,0094438	SI
0,000198	0,006569	0,006572	SI
0,000058	0,008574	0,0085742	SI
0,000033	0,006326	0,0063261	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 10°(grados) debido al sismoX. La deriva máxima es de 0,008806 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 46. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 10° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008482	0,000183	0,000247	0,000129	0,000542	0,000109
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008482	0,000121	0,000244	0,000125	0,000514	0,000109
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008784	0,000624	0,000039	0,000211	0,002771	0,000109
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014255	0,00108	0,00005	0,000092	0,001012	0,000186
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000015	0,000013	0,000743	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008784	0,000183	0,000047	0,000092	0,001631	0,000109
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014255	0,000328	0,000057	0,000024	0,000705	0,000186
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000012	0,000013	0,000764	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008784	0,000121	0,000032	0,00006	0,001569	0,000109
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014255	0,00019	0,000037	0,000014	0,00066	0,000186
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,00005	0,000065	0,001164	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008784	0,000481	0,000104	0,000145	0,002417	0,000109
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014255	0,000803	0,000119	0,000066	0,001036	0,000186
B10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008386	0,000624	0,000038	0,000141	0,002649	0,000109
B12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013564	0,00108	0,000048	0,000064	0,000951	0,000186

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA
		¿CUMPLE?

0,008784	0,000624	0,008806	SI
0,005471	0,000456	0,00549	SI
0	0	0	SI
0,008784	0,000183	0,008786	SI
0,005471	0,000145	0,005473	SI
0	0	0	SI
0,008784	0,000121	0,008785	SI
0,005471	0,000069	0,005471	SI
0	0	0	SI
0,008784	0,000481	0,008797	SI
0,005471	0,000322	0,00548	SI
0,008386	0,000624	0,008409	SI
0,005178	0,000456	0,005198	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 10°(grados) debido al sismoY. La deriva máxima es de 0,010159 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 47. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 10° (grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000195	0,009077	0,000774	0,000457	7,68E-06	0,000207
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000195	0,009521	0,000807	0,000467	7,81E-06	0,000207
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000946	0,008401	0,000036	0,002896	0,000267	0,000207
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001399	0,014537	0,000047	0,001305	0,000073	0,000307
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000013	0,00085	0,000079	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000946	0,009077	0,00005	0,002927	0,000158	0,000207
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001399	0,015467	0,000061	0,001376	0,000054	0,000307
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,00002	0,0011	0,000081	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000946	0,009521	0,000054	0,003003	0,000152	0,000207
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001399	0,01608	0,000065	0,001411	0,00005	0,000307
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,00003	0,001387	0,000125	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000946	0,010115	0,000063	0,003117	0,000231	0,000207
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001399	0,016904	0,000073	0,001451	0,000076	0,000307
B10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000115	0,008401	0,000024	0,001964	0,000036	0,000207
B12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000182	0,014537	0,000031	0,000857	0,000012	0,000307

Altura de Entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0225	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?

0,000946	0,008401	0,0084541	SI
0,000453	0,006136	0,0061527	SI
0	0	0	SI
0,000946	0,009077	0,0091262	SI
0,000453	0,00639	0,006406	SI
0	0	0	SI
0,000946	0,009521	0,0095679	SI
0,000453	0,006559	0,0065746	SI
0	0	0	SI
0,000946	0,010115	0,0101591	SI
0,000453	0,006789	0,0068041	SI
0,000115	0,008401	0,0084018	SI
0,000067	0,006136	0,0061364	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 15°(grados) debido al sismoX. La deriva máxima es de 0,008956 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 48. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 15° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008639	0,000205	0,000256	0,00013	0,00055	0,000106
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008639	0,00011	0,000255	0,000124	0,000525	0,000106
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008934	0,000633	0,00004	0,000214	0,002807	0,000106
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01442	0,001095	0,000051	0,000093	0,001005	0,000181
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000023	0,000017	0,000854	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008934	0,000205	0,000056	0,000099	0,001638	0,000106
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01442	0,000367	0,000065	0,000028	0,000709	0,000181
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000018	0,000015	0,000862	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008934	0,00011	0,000039	0,000053	0,001585	0,000106
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01442	0,00017	0,000044	0,000015	0,000664	0,000181
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000079	0,000071	0,001377	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008934	0,000452	0,000133	0,000133	0,002414	0,000106
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01442	0,000747	0,000149	0,000061	0,001045	0,000181
B10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008546	0,000633	0,000038	0,000143	0,002688	0,000106
B12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013748	0,001095	0,000049	0,000064	0,000945	0,000181

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA
		¿CUMPLE?

0,008934	0,000633	0,0089564	SI
0,005486	0,000462	0,0055054	SI
0	0	0	SI
0,008934	0,000205	0,0089364	SI
0,005486	0,000162	0,0054884	SI
0	0	0	SI
0,008934	0,00011	0,0089347	SI
0,005486	0,00006	0,0054863	SI
0	0	0	SI
0,008934	0,000452	0,0089454	SI
0,005486	0,000295	0,0054939	SI
0,008546	0,000633	0,0085694	SI
0,005202	0,000462	0,0052225	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 15°(grados) debido al sismoY. La deriva máxima es de 0,01069 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 49. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 15° (grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000259	0,009214	0,000787	0,000453	9,809E-06	0,000278
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000259	0,00981	0,000834	0,000467	0,00001	0,000278
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001267	0,008317	0,000037	0,002859	0,00036	0,000278
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001887	0,014333	0,000047	0,001276	0,000099	0,000414
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000021	0,001015	0,000119	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001267	0,009214	0,000059	0,002922	0,000211	0,000278
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001887	0,015582	0,00007	0,001369	0,000073	0,000414
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000031	0,001358	0,000119	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001267	0,00981	0,000065	0,003026	0,000204	0,000278
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001887	0,016415	0,000076	0,00142	0,000068	0,000414
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000046	0,001716	0,000193	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001267	0,010612	0,000079	0,003186	0,000307	0,000278
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001887	0,017545	0,000089	0,001479	0,000104	0,000414
B10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000152	0,008317	0,000024	0,001938	0,000047	0,000278
B12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000239	0,014333	0,000031	0,00084	0,000016	0,000414

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0225	[m]
<i>DELTA</i> X	<i>DELTA</i> Y	<i>DERIVA</i>
		<i>¿CUMPLE?</i>

0,001267	0,008317	0,008413	SI
0,00062	0,006016	0,0060479	SI
0	0	0	SI
0,001267	0,009214	0,0093007	SI
0,00062	0,006368	0,0063981	SI
0	0	0	SI
0,001267	0,00981	0,0098915	SI
0,00062	0,006605	0,006634	SI
0	0	0	SI
0,001267	0,010612	0,0106874	SI
0,00062	0,006933	0,0069607	SI
0,000152	0,008317	0,0083184	SI
0,000087	0,006016	0,0060166	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 20°(grados) debido al sismoX. La deriva máxima es de 0,01069 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 50. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 20°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008708	0,000211	0,000265	0,00013	0,000555	0,000105
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008708	0,000107	0,000265	0,000123	0,000532	0,000105
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008999	0,000634	0,00004	0,000214	0,002824	0,000105
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014497	0,001095	0,000051	0,000093	0,001002	0,000179
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000033	0,00002	0,000949	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008999	0,000211	0,000065	0,000101	0,001638	0,000105
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014497	0,000376	0,000074	0,000029	0,000714	0,000179
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000027	0,000017	0,000941	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008999	0,000107	0,000047	0,000051	0,001589	0,000105
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014497	0,000164	0,000052	0,000015	0,000671	0,000179
A38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00004	0,000015	0,000036	0,000016	0,000202	2,722E-06
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000108	0,000073	0,001376	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008999	0,000441	0,000162	0,000128	0,002432	0,000105
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014497	0,000726	0,000178	0,000059	0,001047	0,000179

Altura de Entrepiso	2,55	[m]	
1%	0,0255	[m]	
DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?

0,008999	0,000634	0,009021	SI
0,005498	0,000461	0,0055173	SI

0	0	0	SI
0,008999	0,000211	0,0090015	SI
0,005498	0,000165	0,0055005	SI
0	0	0	SI
0,008999	0,000107	0,0089996	SI
0,005498	0,000057	0,0054983	SI
0,00004	0,000015	4,272E-05	SI
-0,00004	-0,000015	4,272E-05	SI
0,008999	0,000441	0,0090098	SI
0,005498	0,000285	0,0055054	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 20°(grados) debido al sismoY. La deriva máxima es de 0,010961 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 51. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 20°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000283	0,009319	0,000801	0,000448	0,000011	0,000309
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000283	0,009979	0,000856	0,000464	0,000012	0,000309
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001404	0,008329	0,000037	0,002854	0,000399	0,000309
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002092	0,014301	0,000047	0,001261	0,000109	0,000461
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,00003	0,001173	0,000144	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001404	0,009319	0,000068	0,002914	0,000232	0,000309
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002092	0,015678	0,00008	0,001368	0,000081	0,000461
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000044	0,001556	0,000142	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001404	0,009979	0,000077	0,00303	0,000225	0,000309
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002092	0,016604	0,000088	0,001425	0,000076	0,000461
A38	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000006721	0,000387	0,00002	0,000412	0,000033	0,000065
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000063	0,001872	0,000212	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001404	0,010871	0,000095	0,003222	0,000341	0,000309
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002092	0,017863	0,000105	0,001488	0,000115	0,000461
B10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
B11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000168	0,008329	0,000024	0,001934	0,000051	0,000309
B12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000262	0,014301	0,000031	0,000832	0,000017	0,000461

Altura de Entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?

0,001404	0,008329	0,0084465	SI
0,000688	0,005972	0,0060115	SI
0	0	0	SI
0,001404	0,009319	0,0094242	SI
0,000688	0,006359	0,0063961	SI
0	0	0	SI
0,001404	0,009979	0,0100773	SI
0,000688	0,006625	0,0066606	SI
6,721E-06	0,000387	0,0003871	SI
-6,721E-06	-0,000387	0,0003871	SI
0,001404	0,010871	0,0109613	SI
0,000688	0,006992	0,0070258	SI
0,000168	0,008329	0,0083307	SI
0,000094	0,005972	0,0059727	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 25°(grados) debido al sismoX. La deriva máxima es de 0,0090773 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 52. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 25° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008768	0,000219	0,000275	0,00013	0,00056	0,000104
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008768	0,000104	0,000277	0,000122	0,000541	0,000104
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009055	0,000636	0,00004	0,000215	0,002838	0,000104
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014559	0,001097	0,000051	0,000093	0,000997	0,000176
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000043	0,000023	0,001029	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009055	0,000219	0,000074	0,000103	0,001637	0,000104
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014559	0,00039	0,000083	0,00003	0,000718	0,000176
A28	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00016	1,983E-06	9,263E-06	4,222E-06	0,000252	4,548E-06
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000037	0,000018	0,001	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009055	0,000104	0,000057	0,000049	0,001594	0,000104
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014559	0,00016	0,000062	0,000016	0,000676	0,000176
A38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000188	0,000037	0,000065	0,000014	0,000212	6,208E-06
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000138	0,000076	0,001417	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009055	0,000429	0,000192	0,000123	0,002439	0,000104
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014559	0,000703	0,000208	0,000057	0,001049	0,000176

Altura de Entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?

0,009055	0,000636	0,0090773	SI
0,005504	0,000461	0,0055233	SI
0	0	0	SI
0,009055	0,000219	0,0090576	SI
0,005504	0,000171	0,0055067	SI
0,00016	1,983E-06	0,00016	SI
-0,00016	-1,98E-06	0,00016	SI
0,009055	0,000104	0,0090556	SI
0,005504	0,000056	0,0055043	SI
0,000188	0,000037	0,0001916	SI
-0,000188	-0,000037	0,0001916	SI
0,009055	0,000429	0,0090652	SI
0,005504	0,000274	0,0055108	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 25°(grados) debido al sismoY. La deriva máxima es de 0,01121 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 53. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 25° (grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000312	0,009378	0,000812	0,000442	0,000015	0,000345
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000312	0,010111	0,000877	0,000461	0,000015	0,000345
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001565	0,008289	0,000037	0,002834	0,000444	0,000345
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002335	0,014194	0,000048	0,001243	0,000122	0,000515
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,00004	0,001308	0,000172	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001565	0,009378	0,000078	0,002898	0,000258	0,000345
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002335	0,01571	0,00009	0,001362	0,000091	0,000515
A28	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000032	0,000163	0,000012	0,000358	0,000048	0,000112
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000056	0,001691	0,000167	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001565	0,010111	0,00009	0,003033	0,00025	0,000345
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002335	0,016739	0,0001	0,001424	0,000085	0,000515
A38	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000037	0,001085	0,000039	0,000398	0,000038	0,00015
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000082	0,002053	0,000241	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001565	0,011105	0,000114	0,003247	0,000379	0,000345
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002335	0,018146	0,000124	0,001495	0,000129	0,000515

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA
		¿CUMPLE?

0,001565	0,008289	0,0084354	SI
0,00077	0,005905	0,005955	SI
0	0	0	SI
0,001565	0,009378	0,0095077	SI
0,00077	0,006332	0,0063786	SI
0,000032	0,000163	0,0001661	SI
-0,000032	-0,000163	0,0001661	SI
0,001565	0,010111	0,0102314	SI
0,00077	0,006628	0,0066726	SI
0,000037	0,001085	0,0010856	SI
-0,000037	-0,001085	0,0010856	SI
0,001565	0,011105	0,0112147	SI
0,00077	0,007041	0,007083	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 30°(grados) debido al sismoX. La deriva máxima es de 0,0091241 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 54. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 30° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008821	0,000227	0,000286	0,000131	0,000566	0,000102
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008821	0,000102	0,00029	0,000122	0,000549	0,000102
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009102	0,000635	0,00004	0,000214	0,002848	0,000102
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0146	0,001094	0,000051	0,000093	0,000989	0,000173
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000053	0,000026	0,001095	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009102	0,000227	0,000085	0,000105	0,001636	0,000102
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0146	0,000403	0,000094	0,000031	0,00072	0,000173
A28	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000581	9,81E-06	0,00002	0,0000055	0,000303	0,000032
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000048	0,00002	0,001066	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009102	0,000102	0,000068	0,000046	0,001598	0,000102
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0146	0,000158	0,000073	0,000017	0,000681	0,000173
A38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000604	0,000063	0,000106	8,072E-06	0,000173	0,00004
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000181	0,000078	0,001499	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009102	0,000412	0,000235	0,000117	0,002437	0,000102
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0146	0,000673	0,00025	0,000054	0,001051	0,000173

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA
		¿CUMPLE?

0,009102	0,000635	0,0091241	SI
0,005498	0,000459	0,0055171	SI
0	0	0	SI
0,009102	0,000227	0,0091048	SI
0,005498	0,000176	0,0055008	SI
0,000581	9,81E-06	0,0005811	SI
-0,000581	-9,8E-06	0,0005811	SI
0,009102	0,000102	0,0091026	SI
0,005498	0,000056	0,0054983	SI
0,000604	0,000063	0,0006073	SI
-0,000604	-6,3E-05	0,0006073	SI
0,009102	0,000412	0,0091113	SI
0,005498	0,000261	0,0055042	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 30°(grados) debido al sismoY. La deriva máxima es de 0,0114558 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 55. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 30°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000344	0,009405	0,000821	0,000434	0,000015	0,000386
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000344	0,010216	0,000893	0,000458	0,000016	0,000386
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001746	0,008215	0,000037	0,002804	0,000496	0,000386
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00261	0,014033	0,000048	0,001219	0,000141	0,000577
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000051	0,001424	0,000202	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001746	0,009405	0,000089	0,002875	0,000287	0,000386
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00261	0,01569	0,000101	0,001349	0,000104	0,000577
A28	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000133	0,000538	0,000024	0,000431	0,000067	0,000213
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000069	0,001817	0,0002	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001746	0,010216	0,000103	0,00303	0,000277	0,000386
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00261	0,016829	0,000114	0,001416	0,000096	0,000577
A38	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000138	0,001972	0,000065	0,000259	0,000034	0,000246
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000108	0,002237	0,000285	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001746	0,011322	0,00014	0,003266	0,00042	0,000386
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00261	0,018397	0,00015	0,001499	0,000149	0,000577

Altura de Entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
<i>DELTA</i> X	<i>DELTA</i> Y	<i>DERIVA</i>	<i>¿CUMPLE?</i>

0,001746	0,008215	0,0083985	SI
0,000864	0,005818	0,0058818	SI
0	0	0	SI
0,001746	0,009405	0,0095657	SI
0,000864	0,006285	0,00634411	SI
0,000133	0,000538	0,0005542	SI
-0,000133	-0,000538	0,0005542	SI
0,001746	0,010216	0,01036413	SI
0,000864	0,006613	0,0066692	SI
0,000138	0,001972	0,00197682	SI
-0,000138	-0,001972	0,00197682	SI
0,001746	0,011322	0,01145584	SI
0,000864	0,007075	0,00712756	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 45°(grados) debido al sismoX. La deriva máxima es de 0,0091484 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 56. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 45° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008861	0,000223	0,000319	0,000128	0,000577	0,000097
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008861	0,000097	0,000326	0,000119	0,000581	0,000097
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009128	0,000611	0,00004	0,000206	0,002852	0,000097
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014608	0,001051	0,000051	0,000088	0,00097	0,000164
A18	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000911	0,00002	0,000034	7,352E-06	0,000344	0,00004
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000089	0,00003	0,001306	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009128	0,000223	0,000119	0,000102	0,001614	0,000097
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014608	0,000395	0,000127	0,000031	0,000729	0,000164
A27	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A28	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000551	0,000033	0,000023	0,000012	0,000244	0,000045
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000933	0,000039	0,00005	7,721E-06	0,000102	0,000024
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,00008	0,000022	0,001054	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009128	0,000097	0,0001	0,000043	0,00162	0,000097
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014608	0,000149	0,000105	0,000016	0,000693	0,000164
A36	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A37	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000013	0,000069	0,000096	0,000011	0,000164	0,000019
A38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000554	0,000056	0,000149	0,000031	0,000183	0,000054
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000952	0,000099	0,000223	5,206E-06	0,000202	0,000059
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000298	0,000077	0,001579	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009128	0,000387	0,000352	0,000109	0,00243	0,000097
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014608	0,000629	0,000368	0,000049	0,001056	0,000164

Altura de Entrepiso	2,55	[m]
1%	0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA ¿CUMPLE?

0,009128	0,000611	0,0091484	SI
0,00548	0,00044	0,00549764	SI
0,000911	0,00002	0,00091122	SI
-0,000911	-0,00002	0,00091122	SI
0,009128	0,000223	0,00913072	SI
0,00548	0,000172	0,0054827	SI
0,000551	0,000033	0,00055199	SI
0,000382	0,000006	0,00038205	SI
-0,000933	-0,000039	0,00093381	SI
0,009128	0,000097	0,00912852	SI
0,00548	0,000052	0,00548025	SI
0,000013	0,000069	7,0214E-05	SI
0,000541	-0,000013	0,00054116	SI
0,000398	0,000043	0,00040032	SI
-0,000952	-0,000099	0,00095713	SI
0,009128	0,000387	0,0091362	SI
0,00548	0,000242	0,00548534	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo I en pendiente 45°(grados) debido al sismoY. La deriva máxima es de 0,011531 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 57. Chequeo de deriva para la vivienda tipo I, en pendiente de 45° (grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000362	0,009347	0,000843	0,000414	0,000019	0,00042
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000362	0,010199	0,000931	0,000441	0,000019	0,00042
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00189	0,008122	0,000037	0,00276	0,000539	0,00042
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00284	0,013816	0,000047	0,001199	0,000153	0,000632
A18	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000263	0,000654	0,000035	0,000382	0,000089	0,000251
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000089	0,001651	0,000267	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00189	0,009347	0,000127	0,0028	0,000304	0,00042
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00284	0,015511	0,000139	0,001338	0,000113	0,000632
A27	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A28	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000232	0,000864	0,000032	0,000469	0,000085	0,000435
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000271	0,001778	0,000077	0,000252	0,000039	0,000354
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000123	0,002011	0,00021	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00189	0,010199	0,000156	0,002974	0,000303	0,00042
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00284	0,016706	0,000166	0,001405	0,000106	0,000632
A36	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A37	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000011	0,002833	0,000057	0,000559	0,000073	0,000599
A38	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000233	0,003513	0,00009	0,000361	0,000064	0,000543
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000276	0,003061	0,000134	0,000625	0,000051	0,000302
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000178	0,002363	0,000325	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00189	0,011375	0,000209	0,003246	0,000454	0,00042
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00284	0,018374	0,000219	0,001485	0,000165	0,000632

Altura de Entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
DELTA X	DELTA Y	DERIVA	¿CUMPLE?

0,00189	0,008122	0,008339	SI
0,00095	0,005694	0,0057727	SI
0,000263	0,000654	0,0007049	SI
-0,000263	-0,000654	0,0007049	SI
0,00189	0,009347	0,0095362	SI
0,00095	0,006164	0,0062368	SI
0,000232	0,000864	0,0008946	SI
0,000039	0,000914	0,0009148	SI
-0,000271	-0,001778	0,0017985	SI
0,00189	0,010199	0,0103726	SI
0,00095	0,006507	0,006576	SI
0,000011	0,002833	0,002833	SI
0,000222	0,00068	0,0007153	SI
0,000043	-0,000452	0,000454	SI
-0,000276	-0,003061	0,0030734	SI
0,00189	0,011375	0,0115309	SI
0,00095	0,006999	0,0070632	SI

VIVIENDA TIPO II

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 0°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,015549 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el segundo piso de la vivienda.

Tabla 58. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 0°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014026	0,000068	0,000546	0,000254	0,001185	0,000111
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,029219	0,00014	0,000453	0,000166	0,00084	0,000233
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014026	0,00025	0,000492	0,00027	0,001099	0,000111
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,029219	0,000528	0,00038	0,000174	0,000795	0,000233
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014338	0,000504	0,000111	0,000198	0,005567	0,000111
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,029872	0,00105	0,000163	0,000128	0,003395	0,000233
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,036401	0,00131	0,000176	0,000054	0,001231	0,000291
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014338	0,000068	0,000099	0,000073	0,003517	0,000111
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,029872	0,00014	0,000146	0,000044	0,002393	0,000233
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,036401	0,000173	0,000156	0,000011	0,000813	0,000291
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014338	0,00025	0,000057	0,000156	0,003336	0,000111
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,029872	0,000528	0,000084	0,0001	0,002297	0,000233
A33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,036401	0,000663	0,000089	0,000025	0,000784	0,000291
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014338	0,000625	0,000151	0,000249	0,005292	0,000111
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,029872	0,001313	0,000221	0,000164	0,003271	0,000233
A43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,036401	0,001645	0,000239	0,000071	0,00118	0,000291

Altura entrepiso	2,55	[m]	
1%	0,0255	[m]	
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,015193	0,000072	0,01519317	SI
0,015193	0,000278	0,01519554	SI
0,014338	0,000504	0,01434686	SI
0,015534	0,000546	0,01554359	SI
0,006529	0,00026	0,00653417	SI
0,014338	0,000068	0,01433816	SI
0,015534	0,000072	0,01553417	SI
0,006529	0,000033	0,00652908	SI
0,014338	0,00025	0,01434018	SI
0,015534	0,000278	0,01553649	SI
0,006529	0,000135	0,0065304	SI
0,014338	0,000625	0,01435162	SI
0,015534	0,000688	0,01554923	SI
0,006529	0,000332	0,00653744	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 0°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,0196057 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el segundo piso de la vivienda.

Tabla 59. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 0°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements										Altura entrepiso		2,55	[m]
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	1%		0,0255	[m]
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000269	0,015738	0,001656	0,001059	0,000012	0,000317				
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000562	0,034087	0,001373	0,000619	7,344E-06	0,000668	0,000293	0,018349	0,01835134	SI
12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000269	0,015068	0,001623	0,001	0,000011	0,000317				
13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000562	0,032678	0,001344	0,000583	7,246E-06	0,000668	0,000293	0,01761	0,01761244	SI
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001432	0,016824	0,000098	0,006992	0,000541	0,000317	0,001432	0,016824	0,01688483	SI
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003011	0,036366	0,000145	0,004547	0,000337	0,000668	0,001579	0,019542	0,0196057	SI
A13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003672	0,045255	0,000158	0,001817	0,00012	0,000814	0,000661	0,008889	0,00891354	SI
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001432	0,015738	0,000093	0,006563	0,000351	0,000317	0,001432	0,015738	0,01580301	SI
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003011	0,034087	0,000139	0,004286	0,000241	0,000668	0,001579	0,018349	0,01841681	SI
A23	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003672	0,042491	0,000151	0,001727	0,000079	0,000814	0,000661	0,008404	0,00842995	SI
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001432	0,015068	0,000102	0,006287	0,000334	0,000317	0,001432	0,015068	0,01513589	SI
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003011	0,032678	0,000152	0,00412	0,000231	0,000668	0,001579	0,01761	0,01768065	SI
A33	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003672	0,040783	0,000165	0,00167	0,000076	0,000814	0,000661	0,008105	0,00813191	SI
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001432	0,014215	0,000105	0,005961	0,000515	0,000317	0,001432	0,014215	0,01428695	SI
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003011	0,030887	0,000155	0,003921	0,000325	0,000668	0,001579	0,016672	0,01674661	SI
A43	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,003672	0,03861	0,000169	0,001599	0,000115	0,000814	0,000661	0,007723	0,00775124	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 5°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,0158215 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 60. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 5° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015481	0,000099	0,000571	0,000264	0,001221	0,000117
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030899	0,000221	0,000468	0,000168	0,000862	0,000235
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015481	0,000205	0,000532	0,000272	0,001148	0,000117
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030899	0,000391	0,000409	0,000171	0,000813	0,000235
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01581	0,000578	0,000114	0,000225	0,005935	0,000117
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031561	0,001185	0,000166	0,000142	0,003371	0,000235
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038102	0,001474	0,000179	0,000061	0,001235	0,000291
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000018	4,486E-06	0,001109	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01581	0,000099	0,000117	0,000099	0,003595	0,000117
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031561	0,000221	0,000163	0,000063	0,002422	0,000235
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038102	0,000279	0,000172	7,944E-06	0,000812	0,000291
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000016	0,000013	0,001124	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01581	0,000205	0,000075	0,00013	0,00344	0,000117
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031561	0,000391	0,000102	0,000077	0,002319	0,000235
A33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038102	0,000479	0,000107	0,000015	0,000793	0,000291
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000062	0,000057	0,001482	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01581	0,000602	0,000215	0,000217	0,005374	0,000117
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031561	0,00119	0,000286	0,000139	0,003306	0,000235
A43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038102	0,00147	0,000303	0,000059	0,001176	0,000291

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,015418	0,000122	0,01541848	SI
0,015418	0,000186	0,01541912	SI
0,01581	0,000578	0,01582056	SI
0,015751	0,000607	0,01576269	SI
0,006541	0,000289	0,00654738	SI
0	0	0	SI
0,01581	0,000099	0,01581031	SI
0,015751	0,000122	0,01575147	SI
0,006541	0,000058	0,00654126	SI
0	0	0	SI
0,01581	0,000205	0,01581133	SI
0,015751	0,000186	0,0157521	SI
0,006541	0,000088	0,00654159	SI
0	0	0	SI
0,01581	0,000602	0,01582146	SI
0,015751	0,000588	0,01576197	SI
0,006541	0,00028	0,00654699	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 5°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,018897 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el segundo piso de la vivienda.

Tabla 61. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 5°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000024	0,01719	0,001715	0,001076	9,53E-06	0,000036
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000064	0,035729	0,001402	0,000615	5,519E-06	0,000075
12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000024	0,017263	0,001731	0,001054	9,325E-06	0,000036
13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000064	0,035575	0,001405	0,0006	5,181E-06	0,000075
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000157	0,017077	0,000103	0,006949	0,000053	0,000036
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000339	0,035973	0,000152	0,004358	0,000103	0,000075
A13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000496	0,04452	0,000165	0,00175	0,000028	0,00011
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000016	0,001227	0,000013	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000157	0,01719	0,000117	0,0067	0,000039	0,000036
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000339	0,035729	0,000165	0,0043	0,000068	0,000075
A23	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000496	0,044133	0,000178	0,001718	0,000022	0,00011
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000026	0,001422	0,000013	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000157	0,017263	0,000129	0,006633	0,000037	0,000036
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000339	0,035575	0,000178	0,004246	0,000065	0,000075
A33	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000496	0,043888	0,000192	0,001701	0,000021	0,00011
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,00004	0,001646	0,000021	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000157	0,017358	0,000143	0,00657	0,000052	0,000036
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000339	0,035374	0,000192	0,00418	0,000098	0,000075
A43	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000496	0,043569	0,000206	0,00168	0,000028	0,00011

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,00004	0,018539	0,018539	SI
0,00004	0,018312	0,018312	SI
0,000157	0,017077	0,017077	SI
0,000182	0,018896	0,0188969	SI
0,000157	0,008547	0,0085484	SI
0	0	0	SI
0,000157	0,01719	0,0171907	SI
0,000182	0,018539	0,0185399	SI
0,000157	0,008404	0,0084055	SI
0	0	0	SI
0,000157	0,017263	0,0172637	SI
0,000182	0,018312	0,0183129	SI
0,000157	0,008313	0,0083145	SI
0	0	0	SI
0,000157	0,017358	0,0173587	SI
0,000182	0,018016	0,0180169	SI
0,000157	0,008195	0,0081965	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 10°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,0162081 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 62. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 10°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements										Altura entrepiso		2,55	[m]
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	1%		0,0255	[m]
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015865	0,000119	0,000594	0,000267	0,001243	0,000118				
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031352	0,000267	0,000486	0,000169	0,000877	0,000235	0,015487	0,000148	0,01548771	SI
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015865	0,000188	0,00056	0,000271	0,001174	0,000118				
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031352	0,000345	0,000431	0,000169	0,000828	0,000235	0,015487	0,000157	0,0154878	SI
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016197	0,000601	0,000115	0,000233	0,00603	0,000118	0,016197	0,000601	0,0162081	SI
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032015	0,00123	0,000167	0,000147	0,003369	0,000235	0,015818	0,000629	0,0158305	SI
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038575	0,001529	0,00018	0,000063	0,001238	0,000291	0,00656	0,000299	0,00656681	SI
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000037	5,424E-06	0,001319	0	0	0	0	SI
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016197	0,000119	0,000135	0,000109	0,003628	0,000118	0,016197	0,000119	0,01619744	SI
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032015	0,000267	0,000181	0,000069	0,002434	0,000235	0,015818	0,000148	0,01581869	SI
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038575	0,000338	0,00019	9,716E-06	0,000817	0,000291	0,00656	0,000071	0,00656038	SI
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000032	0,000016	0,001368	0	0	0	0	SI
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016197	0,000188	0,000092	0,000121	0,003483	0,000118	0,016197	0,000188	0,01619809	SI
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032015	0,000345	0,00012	0,000069	0,002332	0,000235	0,015818	0,000157	0,01581878	SI
A33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038575	0,000419	0,000124	0,000012	0,000806	0,000291	0,00656	0,000074	0,00656042	SI
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0				
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,00013	0,000075	0,002015	0	0	0	0	SI
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016197	0,000588	0,000284	0,000205	0,005373	0,000118	0,016197	0,000588	0,01620767	SI
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032015	0,001143	0,000355	0,00013	0,003327	0,000235	0,015818	0,000555	0,01582773	SI
A43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038575	0,001406	0,000372	0,000055	0,001183	0,000291	0,00656	0,000263	0,00656527	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 10°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,018626 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes B y 1, para el segundo piso de la vivienda.

Tabla 63. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 10°(grados) por el sismoY.

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	1%	0,0255	[m]	
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000118	0,017595	0,00175	0,001075	0,000012	0,000146	5E-06	0,018561	0,018561001	SI
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000123	0,036156	0,001418	0,000611	8,027E-06	0,000149	5E-06	0,018519	0,018519001	SI
12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000118	0,017959	0,001793	0,001063	0,000012	0,000146	0,000657	0,017024	0,017036673	SI
13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000123	0,036478	0,001439	0,000605	7,894E-06	0,000149	0,000012	0,018626	0,018626004	SI
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0	0,000026	0,008425	0,00842504	SI
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000657	0,017024	0,000105	0,006896	0,000135	0,000146	0	0	0	SI
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,03565	0,000154	0,004289	0,000056	0,000149	0,000657	0,017595	0,017607262	SI
A13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000695	0,044075	0,000167	0,001727	0,000018	0,000155	0,000012	0,018561	0,018561004	SI
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0	0,000026	0,008399	0,00839904	SI
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000034	0,001528	0,000056	0	0	0	0	SI
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000657	0,017595	0,000137	0,006737	0,000073	0,000146	0,000657	0,017595	0,017607262	SI
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,036156	0,000186	0,004297	0,000035	0,000149	0,000012	0,018561	0,018561004	SI
A23	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000695	0,044555	0,0002	0,001716	0,000013	0,000155	0,000026	0,008399	0,00839904	SI
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SI
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000055	0,001931	0,000056	0	0	0	0	SI
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000657	0,017959	0,000158	0,006727	0,00007	0,000146	0,000657	0,017959	0,017971014	SI
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,036478	0,000207	0,004287	0,000033	0,000149	0,000012	0,018519	0,018519004	SI
A33	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000695	0,044862	0,00022	0,001712	0,000013	0,000155	0,000026	0,008384	0,00838404	SI
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SI
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000084	0,002362	0,000092	0	0	0	0	SI
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000657	0,018435	0,000185	0,006745	0,000111	0,000146	0,000657	0,018435	0,018446704	SI
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000669	0,036902	0,000234	0,004274	0,000051	0,000149	0,000012	0,018467	0,018467004	SI
A43	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000695	0,045265	0,000247	0,001708	0,000017	0,000155	0,000026	0,008363	0,00836304	SI
B10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0	0,00006	0,017024	0,017024106	SI
B11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00006	0,017024	0,000074	0,004678	0,000015	0,000146	0,000008	0,018626	0,018626	SI
B12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000068	0,03565	0,000109	0,003267	7,565E-06	0,000149	7E-06	0,008425	0,008425003	SI
B13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000075	0,044075	0,000118	0,001124	3,481E-06	0,000155				

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 15°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,0165084 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 64. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 15°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016166	0,000133	0,000617	0,000269	0,001261	0,000118
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031712	0,000299	0,000506	0,000169	0,000892	0,000233
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016166	0,000176	0,000586	0,000271	0,001199	0,000118
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031712	0,000313	0,000455	0,000167	0,000844	0,000233
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016497	0,000613	0,000116	0,000238	0,006104	0,000118
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032369	0,001252	0,000168	0,00015	0,003368	0,000233
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038951	0,001555	0,000181	0,000064	0,001241	0,000288
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000058	6,746E-06	0,001521	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016497	0,000133	0,000155	0,000115	0,00365	0,000118
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032369	0,000299	0,000201	0,000074	0,002445	0,000233
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038951	0,000378	0,000209	0,000011	0,000822	0,000288
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,00005	0,000019	0,001551	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016497	0,000176	0,00011	0,000115	0,003519	0,000118
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032369	0,000313	0,000138	0,000064	0,002344	0,000233
A33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038951	0,000378	0,000142	0,000011	0,000819	0,000288
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000203	0,000086	0,002393	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016497	0,000574	0,000358	0,000196	0,00538	0,000118
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032369	0,001103	0,000429	0,000124	0,003345	0,000233
A43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,038951	0,001353	0,000446	0,000052	0,001191	0,000288

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,015546	0,000166	0,01554689	SI
0,015546	0,000137	0,0155466	SI
0,016497	0,000613	0,0165084	SI
0,015872	0,000639	0,01588486	SI
0,006582	0,000303	0,00658897	SI
0	0	0	SI
0,016497	0,000133	0,01649754	SI
0,015872	0,000166	0,01587287	SI
0,006582	0,000079	0,00658247	SI
0	0	0	SI
0,016497	0,000176	0,01649794	SI
0,015872	0,000137	0,01587259	SI
0,006582	0,000065	0,00658232	SI
0	0	0	SI
0,016497	0,000574	0,01650698	SI
0,015872	0,000529	0,01588081	SI
0,006582	0,00025	0,00658675	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 15°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,0193029 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 65. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 15°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000195	0,017937	0,001786	0,001072	0,000016	0,000239
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000256	0,036518	0,001435	0,000608	0,000011	0,00031
12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000195	0,018514	0,001853	0,001065	0,000017	0,000239
13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000256	0,037186	0,001471	0,000608	0,000011	0,00031
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001075	0,017034	0,000106	0,00687	0,000268	0,000239
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001395	0,035478	0,000155	0,004241	0,000081	0,00031
A13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001546	0,043821	0,000169	0,001712	0,000036	0,000344
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000053	0,001837	0,0001	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001075	0,017937	0,000159	0,006758	0,000152	0,000239
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001395	0,036518	0,000209	0,004297	0,00006	0,00031
A23	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001546	0,044918	0,000222	0,001715	0,00002	0,000344
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000086	0,002389	0,000099	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001075	0,018514	0,000189	0,00679	0,000146	0,000239
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001395	0,037186	0,000238	0,004318	0,000057	0,00031
A33	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001546	0,045623	0,000251	0,00172	0,00002	0,000344
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,00013	0,002922	0,000167	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001075	0,019273	0,000231	0,006876	0,000225	0,000239
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001395	0,038067	0,00028	0,004342	0,00008	0,00031
A43	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001546	0,046554	0,000293	0,001728	0,000033	0,000344

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,000061	0,018581	0,0185811	SI
0,000061	0,018672	0,0186721	SI
0,001075	0,017034	0,01706789	SI
0,00032	0,018444	0,01844678	SI
0,000151	0,008343	0,00834437	SI
0	0	0	SI
0,001075	0,017937	0,01796918	SI
0,00032	0,018581	0,01858376	SI
0,000151	0,0084	0,00840136	SI
0	0	0	SI
0,001075	0,018514	0,01854518	SI
0,00032	0,018672	0,01867474	SI
0,000151	0,008437	0,00843835	SI
0	0	0	SI
0,001075	0,019273	0,01930296	SI
0,00032	0,018794	0,01879672	SI
0,000151	0,008487	0,00848834	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 20°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,016641 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 66. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 20°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016299	0,000138	0,00064	0,000268	0,001275	0,000117
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031887	0,000311	0,000529	0,000168	0,000908	0,000232
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016299	0,00017	0,000611	0,000269	0,001217	0,000117
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,031887	0,0003	0,000479	0,000166	0,000862	0,000232
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01663	0,000617	0,000117	0,000239	0,006139	0,000117
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032541	0,001257	0,000169	0,00015	0,003371	0,000232
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039145	0,001562	0,000182	0,000064	0,001243	0,000286
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000081	7,856E-06	0,001692	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01663	0,000138	0,000177	0,000117	0,003654	0,000117
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032541	0,000311	0,000222	0,000075	0,002456	0,000232
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039145	0,000393	0,00023	0,000012	0,000829	0,000286
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000071	0,000021	0,001696	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01663	0,00017	0,00013	0,000112	0,003532	0,000117
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032541	0,0003	0,000158	0,000062	0,002359	0,000232
A33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039145	0,00036	0,000162	0,00001	0,000833	0,000286
A38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000069	0,000019	0,000092	0,00002	0,000348	3,32E-06
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000276	0,00009	0,002392	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01663	0,000567	0,000431	0,000191	0,00542	0,000117
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032541	0,001084	0,000501	0,000121	0,003353	0,000232
A43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039145	0,001328	0,000519	0,000051	0,001203	0,000286

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,015588	0,000173	0,015589	SI
0,015588	0,00013	0,0155885	SI
0,01663	0,000617	0,0166414	SI
0,015911	0,00064	0,0159239	SI
0,006604	0,000305	0,006611	SI
0	0	0	SI
0,01663	0,000138	0,0166306	SI
0,015911	0,000173	0,0159119	SI
0,006604	0,000082	0,0066045	SI
0	0	0	SI
0,01663	0,00017	0,0166309	SI
0,015911	0,00013	0,0159115	SI
0,006604	0,00006	0,0066043	SI
0,000069	0,000019	7,157E-05	SI
-0,000069	-0,000019	7,157E-05	SI
0,01663	0,000567	0,0166397	SI
0,015911	0,000517	0,0159194	SI
0,006604	0,000244	0,0066085	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 20°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,019795 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 67. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 20°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00023	0,018184	0,001818	0,001065	0,00002	0,000283
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000316	0,036789	0,001453	0,000607	0,000014	0,000386
12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00023	0,018861	0,001903	0,001061	0,000021	0,000283
13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000316	0,037617	0,001501	0,000609	0,000014	0,000386
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001274	0,017125	0,000107	0,006878	0,000331	0,000283
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001736	0,035501	0,000156	0,00422	0,000103	0,000386
A13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001947	0,043816	0,00017	0,001708	0,000045	0,000433
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000075	0,002129	0,000128	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001274	0,018184	0,000182	0,006762	0,000187	0,000283
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001736	0,036789	0,000232	0,004303	0,000078	0,000386
A23	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001947	0,045197	0,000246	0,001715	0,000026	0,000433
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000119	0,002745	0,000124	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001274	0,018861	0,000221	0,006815	0,00018	0,000283
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001736	0,037617	0,000271	0,004338	0,000074	0,000386
A33	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001947	0,046087	0,000284	0,001724	0,000025	0,000433
A38	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	6,807E-06	0,000662	0,000058	0,000703	0,000034	0,000111
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000176	0,003191	0,000195	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001274	0,019754	0,000276	0,006956	0,00028	0,000283
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001736	0,038712	0,000325	0,004374	0,000103	0,000386
A43	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001947	0,047266	0,000338	0,00174	0,000042	0,000433

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,000086	0,018605	0,0186052	SI
0,000086	0,018756	0,0187562	SI
0,001274	0,017125	0,01717232	SI
0,000462	0,018376	0,01838181	SI
0,000211	0,008315	0,00831768	SI
0	0	0	SI
0,001274	0,018184	0,01822857	SI
0,000462	0,018605	0,01861074	SI
0,000211	0,008408	0,00841065	SI
0	0	0	SI
0,001274	0,018861	0,01890398	SI
0,000462	0,018756	0,01876169	SI
0,000211	0,00847	0,00847263	SI
6,807E-06	0,000662	0,00066203	SI
-6,807E-06	-0,000662	0,00066203	SI
0,001274	0,019754	0,01979504	SI
0,000462	0,018958	0,01896363	SI
0,000211	0,008554	0,0085566	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 25°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,0167795 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 68. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 25°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016439	0,000144	0,000664	0,000268	0,001291	0,000117
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032065	0,000324	0,000552	0,000168	0,000926	0,00023
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016439	0,000165	0,000639	0,000268	0,001239	0,000117
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032065	0,000286	0,000507	0,000164	0,00088	0,00023
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016768	0,00062	0,000117	0,00024	0,006174	0,000117
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032714	0,001263	0,00017	0,000151	0,003374	0,00023
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,03934	0,001568	0,000183	0,000065	0,001245	0,000284
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000104	9,013E-06	0,001841	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016768	0,000144	0,000199	0,00012	0,003661	0,000117
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032714	0,000324	0,000244	0,000077	0,002467	0,00023
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,03934	0,00041	0,000252	0,000013	0,000836	0,000284
A28	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000195	2,008E-06	0,000019	4,98E-06	0,000392	4,617E-06
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000095	0,000022	0,001801	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016768	0,000165	0,000154	0,00011	0,003552	0,000117
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032714	0,000286	0,000181	0,00006	0,002372	0,00023
A33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,03934	0,000342	0,000186	9,762E-06	0,000848	0,000284
A38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000243	0,000041	0,000158	0,000019	0,000364	6,768E-06
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000353	0,000094	0,002486	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016768	0,000559	0,000508	0,000186	0,005441	0,000117
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032714	0,001063	0,000579	0,000118	0,003363	0,00023
A43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,03934	0,001301	0,000596	0,00005	0,001213	0,000284

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,015626	0,00018	0,01562704	SI
0,015626	0,000121	0,01562647	SI
0,016768	0,00062	0,0167795	SI
0,015946	0,000643	0,01595896	SI
0,006626	0,000305	0,00663302	SI
0	0	0	SI
0,016768	0,000144	0,01676862	SI
0,015946	0,00018	0,01594702	SI
0,006626	0,000086	0,00662656	SI
0,000195	2,008E-06	0,00019501	SI
-0,000195	-2,008E-06	0,00019501	SI
0,016768	0,000165	0,01676881	SI
0,015946	0,000121	0,01594646	SI
0,006626	0,000056	0,00662624	SI
0,000243	0,000041	0,00024643	SI
-0,000243	-0,000041	0,00024643	SI
0,016768	0,000559	0,01677732	SI
0,015946	0,000504	0,01595396	SI
0,006626	0,000238	0,006633027	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 25°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,0202671 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 69. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 25°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000269	0,018385	0,001851	0,001057	0,000024	0,000332
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000382	0,036998	0,001471	0,000604	0,000018	0,000471
12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000269	0,019173	0,001955	0,001058	0,000025	0,000332
13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000382	0,038001	0,001532	0,000608	0,000018	0,000471
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001494	0,017158	0,000108	0,00687	0,000399	0,000332
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002112	0,035444	0,000157	0,004195	0,000131	0,000471
A13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002388	0,043725	0,000171	0,001701	0,000056	0,000532
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000099	0,002386	0,000159	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001494	0,018385	0,000207	0,006761	0,000225	0,000332
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002112	0,036998	0,000257	0,004305	0,000099	0,000471
A23	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002388	0,045411	0,000271	0,001714	0,000032	0,000532
A28	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000024	0,000207	0,000027	0,000578	0,000046	0,000146
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000154	0,003009	0,000153	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001494	0,019173	0,000257	0,006845	0,000218	0,000332
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002112	0,038001	0,000306	0,004353	0,000094	0,000471
A33	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002388	0,046502	0,000319	0,001728	0,000031	0,000532
A38	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,00003	0,001514	0,000102	0,000712	0,000042	0,000209
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000228	0,0035	0,000233	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001494	0,020212	0,000328	0,007024	0,000338	0,000332
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002112	0,039331	0,000377	0,004407	0,000132	0,000471
A43	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002388	0,047951	0,00039	0,00175	0,000052	0,000532

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,000113	0,018613	0,01861334	SI
0,000113	0,018828	0,01882834	SI
0,001494	0,017158	0,01722292	SI
0,000618	0,018286	0,01829644	SI
0,000276	0,008281	0,0082856	SI
0	0	0	SI
0,001494	0,018385	0,0184456	SI
0,000618	0,018613	0,01862326	SI
0,000276	0,008413	0,00841753	SI
0,000024	0,000207	0,00020839	SI
-0,000024	-0,000207	0,00020839	SI
0,001494	0,019173	0,01923112	SI
0,000618	0,018828	0,01883814	SI
0,000276	0,008501	0,00850548	SI
0,00003	0,001514	0,0015143	SI
-0,00003	-0,001514	0,0015143	SI
0,001494	0,020212	0,0202671	SI
0,000618	0,019119	0,01912899	SI
0,000276	0,00862	0,00862442	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 30°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,0169144 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla70. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 30° (grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016576	0,00015	0,00069	0,000267	0,001309	0,000116
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032232	0,000337	0,000577	0,000167	0,000944	0,000228
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016576	0,000158	0,000671	0,000266	0,001263	0,000116
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032232	0,00027	0,000538	0,000163	0,0009	0,000228
A10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016903	0,000622	0,000118	0,000241	0,006207	0,000116
A12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032875	0,001264	0,000171	0,000151	0,003374	0,000228
A13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039523	0,001571	0,000184	0,000065	0,001247	0,000281
A19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,00013	0,00001	0,001968	0
A21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016903	0,00015	0,000224	0,000122	0,003669	0,000116
A22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032875	0,000337	0,000268	0,000079	0,002477	0,000228
A23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039523	0,000426	0,000275	0,000014	0,000843	0,000281
A28	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0008	8,415E-06	0,000045	6,318E-06	0,000524	0,00001
A30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000122	0,000023	0,001916	0
A31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016903	0,000158	0,000181	0,000106	0,003573	0,000116
A32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032875	0,00027	0,000208	0,000058	0,002386	0,000228
A33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039523	0,000322	0,000213	9,029E-06	0,000865	0,000281
A38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000836	0,000073	0,000261	0,000012	0,000311	0,000012
A40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0,000458	0,000098	0,00262	0
A41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016903	0,000549	0,000613	0,000181	0,005456	0,000116
A42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,032875	0,001037	0,000683	0,000114	0,003375	0,000228
A43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,039523	0,001268	0,000701	0,000048	0,001226	0,000281

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,015656	0,000187	0,01565712	SI
0,015656	0,000112	0,0156564	SI
0,016903	0,000622	0,0169144	SI
0,015972	0,000642	0,0159849	SI
0,006648	0,000307	0,00665508	SI
0	0	0	SI
0,016903	0,00015	0,01690367	SI
0,015972	0,000187	0,01597309	SI
0,006648	0,000089	0,0066486	SI
0,0008	8,415E-06	0,00080004	SI
-0,0008	-8,415E-06	0,00080004	SI
0,016903	0,000158	0,01690374	SI
0,015972	0,000112	0,01597239	SI
0,006648	0,000052	0,0066482	SI
0,000836	0,000073	0,00083918	SI
-0,000836	-0,000073	0,00083918	SI
0,016903	0,000549	0,01691191	SI
0,015972	0,000488	0,01597945	SI
0,006648	0,000231	0,00665201	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 30°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,0207193 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 71. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 30°(grados) por el sismoY.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000311	0,018551	0,001882	0,001049	0,000028	0,000385
3	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000452	0,037152	0,001489	0,0006	0,000021	0,000561
12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000311	0,019453	0,002003	0,001056	0,000029	0,000385
13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000452	0,038336	0,001564	0,000606	0,000022	0,000561
A10	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001729	0,01715	0,000108	0,00685	0,000472	0,000385
A12	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002514	0,035325	0,000158	0,004167	0,000163	0,000561
A13	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002862	0,043565	0,000172	0,001692	0,000079	0,000638
A19	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A20	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000125	0,002613	0,000193	0
A21	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001729	0,018551	0,000234	0,006754	0,000267	0,000385
A22	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002514	0,037152	0,000285	0,004301	0,000123	0,000561
A23	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002862	0,045564	0,000298	0,001711	0,000044	0,000638
A28	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A29	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000128	0,000808	0,000063	0,000765	0,000079	0,000301
A30	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000191	0,003232	0,000191	0
A31	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001729	0,019453	0,000294	0,006873	0,000257	0,000385
A32	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002514	0,038336	0,000344	0,004363	0,000117	0,000561
A33	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002862	0,046864	0,000357	0,00173	0,000043	0,000638
A38	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
A39	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,000134	0,002924	0,000172	0,00049	0,000042	0,000354
A40	SISMOY	LinRespSpec	Max	0	0	0,000298	0,003806	0,000283	0
A41	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,001729	0,020647	0,000398	0,007086	0,000398	0,000385
A42	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002514	0,039912	0,000447	0,004437	0,000164	0,000561
A43	SISMOY	LinRespSpec	Max	0,002862	0,048596	0,00046	0,00176	0,000073	0,000638

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,000141	0,018601	0,01860153	SI
0,000141	0,018883	0,01888353	SI
0,001729	0,01715	0,01723694	SI
0,000785	0,018175	0,01819194	SI
0,000348	0,00824	0,00824735	SI
0	0	0	SI
0,001729	0,018551	0,0186314	SI
0,000785	0,018601	0,01861756	SI
0,000348	0,008412	0,0084192	SI
0,000128	0,000808	0,00081808	SI
-0,000128	-0,000808	0,00081808	SI
0,001729	0,019453	0,01952969	SI
0,000785	0,018883	0,01889931	SI
0,000348	0,008528	0,0085351	SI
0,000134	0,002924	0,00292707	SI
-0,000134	-0,002924	0,00292707	SI
0,001729	0,020647	0,0207193	SI
0,000785	0,019265	0,01928099	SI
0,000348	0,008684	0,00869097	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 45°(grados) debida al sismoX. La deriva máxima es de 0,0170956 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 1, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 72. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 45°(grados) por el sismoX.

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,01677	0,000149	0,000777	0,000263	0,00135	0,000112
3	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,032487	0,000333	0,00066	0,000163	0,001002	0,000219
12	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,01677	0,000149	0,000766	0,000262	0,001343	0,000112
13	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,032487	0,000252	0,00063	0,000158	0,000962	0,000219
A10	SISMOX	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,017085	0,000603	0,000119	0,000233	0,006251	0,000112
A12	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,033104	0,001224	0,000173	0,000146	0,003376	0,000219
A13	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,039817	0,001521	0,000187	0,000064	0,001248	0,000269
A18	SISMOX	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A19	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,00137	5,656E-06	0,000083	2,456E-06	0,000566	8,489E-06
A20	SISMOX	LinRespSpe	Max	0	0	0,000215	0,000012	0,002349	0
A21	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,017085	0,000149	0,000305	0,000121	0,00366	0,000112
A22	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,033104	0,000333	0,000346	0,000079	0,002506	0,000219
A23	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,039817	0,000422	0,000353	0,000015	0,000866	0,000269
A27	SISMOX	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A28	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,000499	0,000018	0,000058	9,405E-06	0,000299	0,000013
A29	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,001399	0,000033	0,000129	4,569E-06	0,000036	0,000015
A30	SISMOX	LinRespSpe	Max	0	0	0,000205	0,000025	0,001931	0
A31	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,017085	0,000149	0,000263	0,000103	0,003643	0,000112
A32	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,033104	0,000252	0,00029	0,000055	0,002422	0,000219
A33	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,039817	0,000298	0,000294	7,907E-06	0,000918	0,000269
A36	SISMOX	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A37	SISMOX	LinRespSpe	Max	9,988E-06	0,00007	0,000246	0,000016	0,000108	0,000015
A38	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,000497	0,000094	0,00038	0,000012	0,000216	0,000015
A39	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,001426	0,000102	0,000564	0,000014	0,000298	0,000014
A40	SISMOX	LinRespSpe	Max	0	0	0,000753	0,000098	0,002783	0
A41	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,017085	0,000525	0,000908	0,000172	0,005487	0,000112
A42	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,033104	0,000988	0,000978	0,000107	0,003404	0,000219
A43	SISMOX	LinRespSpe	Max	0,039817	0,001206	0,000995	0,000045	0,001263	0,000269

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,015717	0,000184	0,0157181	SI
0,015717	0,000103	0,0157173	SI
0,017085	0,000603	0,0170956	SI
0,016019	0,000621	0,016031	SI
0,006713	0,000297	0,0067196	SI
0,00137	5,656E-06	0,00137	SI
-0,00137	-5,656E-06	0,00137	SI
0,017085	0,000149	0,0170856	SI
0,016019	0,000184	0,0160201	SI
0,006713	0,000089	0,0067136	SI
0,000499	0,000018	0,0004993	SI
0,0009	0,000015	0,0009001	SI
-0,001399	-0,000033	0,0013994	SI
0,017085	0,000149	0,0170856	SI
0,016019	0,000103	0,0160193	SI
0,006713	0,000046	0,0067132	SI
9,988E-06	0,00007	7,071E-05	SI
0,000487	0,000024	0,0004876	SI
0,000929	0,000008	0,000929	SI
-0,001426	-0,000102	0,0014296	SI
0,017085	0,000525	0,0170931	SI
0,016019	0,000463	0,0160257	SI
0,006713	0,000218	0,0067165	SI

A continuación se presenta un fragmento de la tabla para el chequeo de deriva en la vivienda tipo II en pendiente 45°(grados) debida al sismoY. La deriva máxima es de 0,02121 metros, la cual cumple con el desplazamiento admisible y se presentó en la intersección de ejes A y 4, para el primer piso de la vivienda.

Tabla 73. Chequeo de deriva para la vivienda tipo II, en pendiente de 45°(grados) por el sismoY.

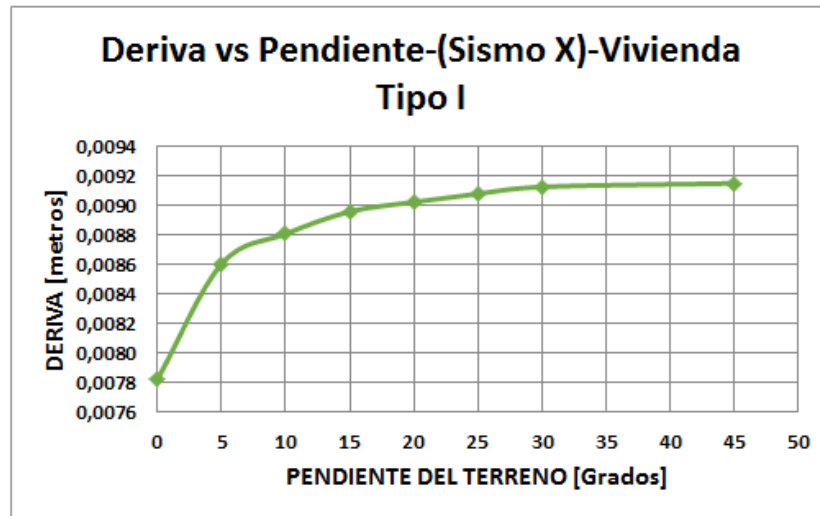
TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000354	0,018767	0,001971	0,001022	0,00004	0,000458
3	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000513	0,037341	0,001557	0,000587	0,000035	0,00065
12	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000354	0,01977	0,002129	0,001035	0,00004	0,000458
13	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000513	0,038683	0,00167	0,000591	0,000035	0,00065
A10	SISMOY	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A11	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002042	0,017234	0,000109	0,006845	0,000543	0,000458
A12	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002905	0,035287	0,000159	0,004141	0,000329	0,00065
A13	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,003433	0,043516	0,000173	0,001697	0,000216	0,000771
A18	SISMOY	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A19	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000257	0,001181	0,000089	0,000709	0,000101	0,000313
A20	SISMOY	LinRespSpe	Max	0	0	0,000223	0,003078	0,00028	0
A21	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002042	0,018767	0,000333	0,006712	0,000296	0,000458
A22	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002905	0,037341	0,000385	0,004293	0,000226	0,00065
A23	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,003433	0,045767	0,000398	0,001701	0,000127	0,000771
A27	SISMOY	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A28	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000196	0,001029	0,000089	0,000627	0,000085	0,00042
A29	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000264	0,002645	0,000212	0,000377	0,000029	0,00042
A30	SISMOY	LinRespSpe	Max	0	0	0,000336	0,003603	0,000219	0
A31	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002042	0,01977	0,000439	0,006878	0,000295	0,000458
A32	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002905	0,038683	0,000489	0,004365	0,000216	0,00065
A33	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,003433	0,047249	0,000502	0,001728	0,000121	0,000771
A36	SISMOY	LinRespSpe	Max	0	0	0	0	0	0
A37	SISMOY	LinRespSpe	Max	9,383E-06	0,00269	0,000159	0,000586	0,000071	0,000568
A38	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000197	0,003606	0,000248	0,000514	0,000064	0,000511
A39	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,000268	0,004039	0,000369	0,000573	0,000049	0,000278
A40	SISMOY	LinRespSpe	Max	0	0	0,000491	0,004038	0,000354	0
A41	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002042	0,021111	0,00059	0,007161	0,000456	0,000458
A42	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,002905	0,040477	0,000639	0,00446	0,000318	0,00065
A43	SISMOY	LinRespSpe	Max	0,003433	0,049243	0,000651	0,001782	0,000205	0,000771

Altura entrepiso		2,55	[m]
1%		0,0255	[m]
Delta X	Delta Y	DERIVA	¿CUMPLE?
0,000159	0,018574	0,0185747	SI
0,000159	0,018913	0,0189137	SI
0,002042	0,017234	0,0173546	SI
0,000863	0,018053	0,0180736	SI
0,000528	0,008229	0,0082459	SI
0,000257	0,001181	0,0012086	SI
-0,000257	-0,001181	0,0012086	SI
0,002042	0,018767	0,0188778	SI
0,000863	0,018574	0,018594	SI
0,000528	0,008426	0,0084425	SI
0,000196	0,001029	0,0010475	SI
0,000068	0,001616	0,0016174	SI
-0,000264	-0,002645	0,0026581	SI
0,002042	0,01977	0,0198752	SI
0,000863	0,018913	0,0189327	SI
0,000528	0,008566	0,0085823	SI
9,383E-06	0,00269	0,00269	SI
0,0001876	0,000916	0,000935	SI
0,000071	0,000433	0,0004388	SI
-0,000268	-0,004039	0,0040479	SI
0,002042	0,021111	0,02121	SI
0,000863	0,019366	0,0193852	SI
0,000528	0,008766	0,0087819	SI

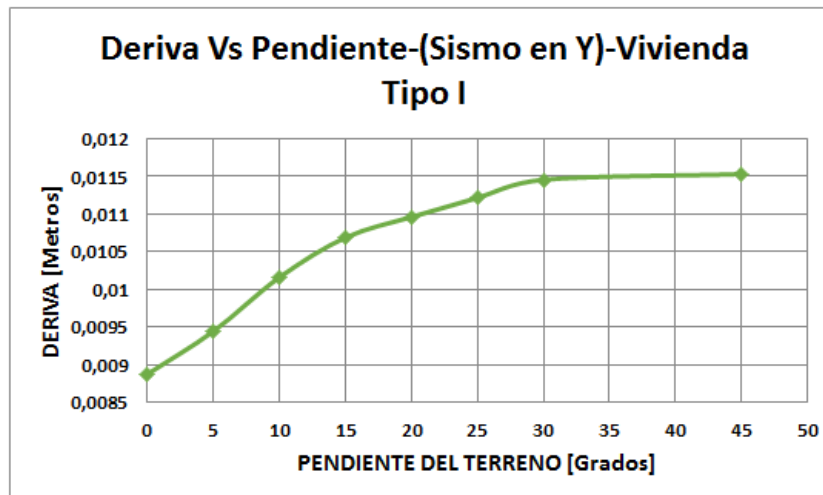
GRAFICAS PARA LA VIVIENDA TIPO I

Las tablas expuestas anteriormente se resumen a continuación, graficando los valores máximos que arrojó cada uno de los modelos en su respectiva inclinación de pendiente para cada uno de los sismos.

Grafica 1. Representación de la Deriva en función del Nivel de Cimentación - Sismo "X". Vivienda tipo I.



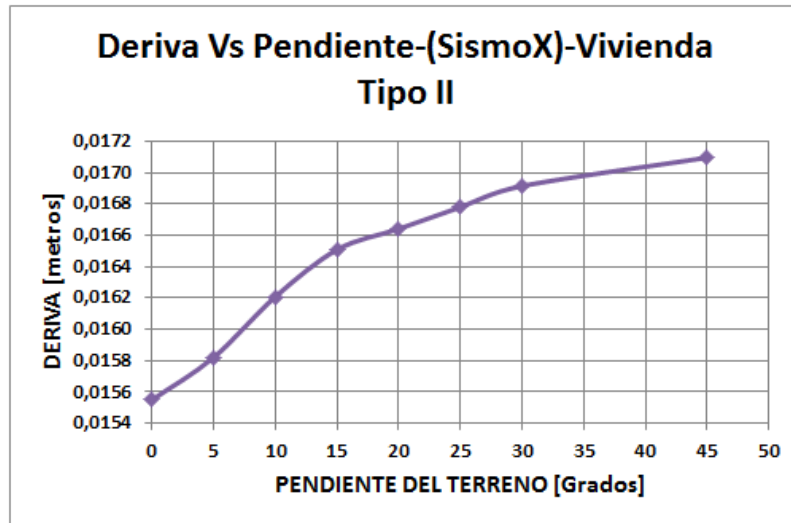
Grafica 2. Representación de la Deriva en función del Nivel de Cimentación - Sismo "Y". Vivienda Tipo I.



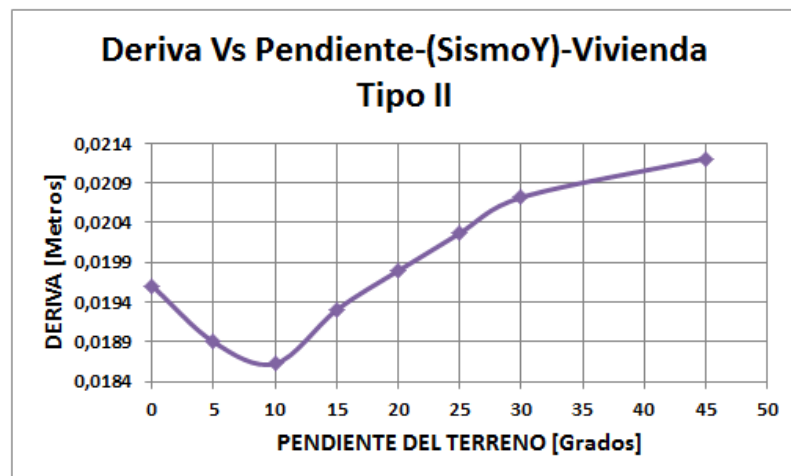
GRAFICAS PARA LA VIVIENDA TIPO II

Las tablas expuestas anteriormente se resumen a continuación, graficando los valores máximos que arrojó cada uno de los modelos en su respectiva inclinación de pendiente para cada uno de los sismos.

Grafica 7. Representación de la Deriva en función del Nivel de Cimentación - Sismo "X". Vivienda tipo II.



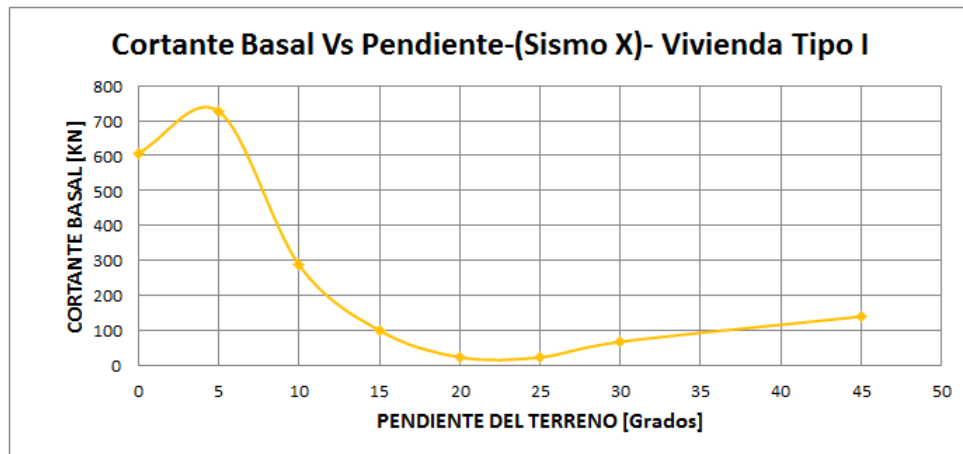
Grafica 8. Representación de la Deriva en función del Nivel de Cimentación - Sismo "Y". Vivienda tipo II.



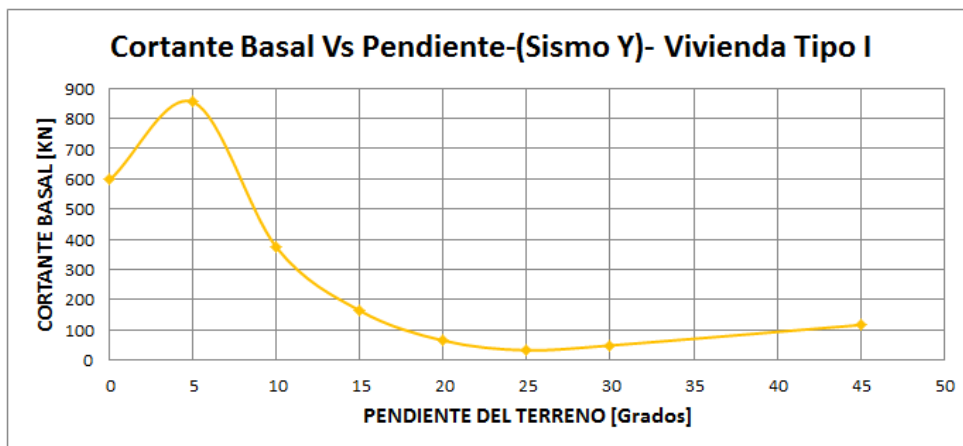
GRAFICAS PARA LA VIVIENDA TIPO I

Representación gráfica del cortante basal sobre la vivienda tipo I en función de la variación en la pendiente del terreno. Mediante el análisis modal espectral en cada dirección.

Grafica 9. Cortante Basal en función del Nivel de Cimentación - Sismo "X".
Vivienda tipo I.



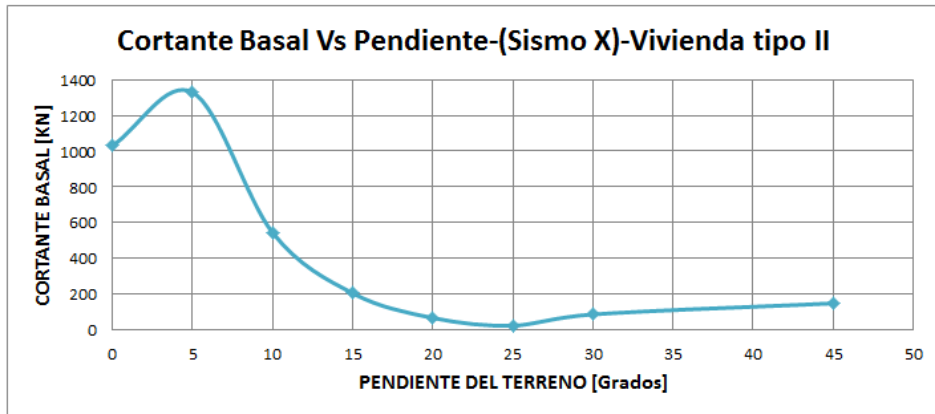
Grafica 10. Cortante Basal en función del Nivel de Cimentación - Sismo "Y".
Vivienda tipo I.



GRAFICAS PARA LA VIVIENDA TIPO II

Representación gráfica del cortante basal sobre la vivienda tipo II en función de la variación en la pendiente del terreno. Mediante el análisis modal espectral en cada dirección.

Grafica 11. Cortante Basal en función del Nivel de Cimentación - Sismo "X".
Vivienda tipo II.



Grafica 12. Cortante Basal en función del Nivel de Cimentación - Sismo "Y".
Vivienda tipo II.

