



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**EVALUACIÓN DE LA
VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL
EDIFICIO NÚMERO UNO DE LA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO
PAÉZ**

Autores:

De Nobrega M. Ana Karina

C.I. 21.605.569

Ortiz L. Maria Betania

C.I 22.556.022

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San
Diego Teléfono: (0241) 8714240 (Máster)
- Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
SÍSMICA DEL EDIFICIO NÚMERO UNO DE LA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAÉZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Autores:

De Nobrega M. Ana Karina

C.I. 21.605.569

Ortiz L. Maria Betania

C.I 22.556.022

Tutor: Ahmad Idrees

C.I 19.567.346

San Diego, Agosto de 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-CV-014-2018-1

Valencia, 30 de Mayo de 2018

Ciudadanas:
De Nobrega Ana
C.I. 21.605.569
Ortiz María
C.I. 22.556.022
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 30/05/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO NÚMERO UNO DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ”** presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Ahmad Idrees, C.I. 19.567.346 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Idrees Ahmad portador de la cédula de identidad N° 19.567.346, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por (los) ciudadano(s) Ana Karina De Nobrega Merino y Maria Betania Ortiz Laya, portador(es) de la cédula de identidad N° 21.605.569 y 22.556.022, (respectivamente), titulado **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO NÚMERO UNO DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAÉZ**. Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los veinte tres días del mes de julio del año dos mil dieciocho

Ing.Msc. Ahmad Idrees

C.I.: 19.567.346

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento y Formulación del problema.....	3
1.2 Objetivos del Trabajo.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.2.3 Justificación del Problema.....	5
1.2.4 Limitaciones y Alcance.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	9

2.2	Bases Teóricas.....	12
2.2.1	Sismos.....	12
2.2.2	Sismicidad.....	12
2.2.3	Amenaza Sísmica.....	13
2.2.4	Riesgo Sísmico	13
2.2.5	Vulnerabilidad Sísmica.....	14
2.2.6	Métodos para Determinación de la Vulnerabilidad.....	16
2.2.7	Sismicidad en Venezuela.....	17
2.2.8	Mitigación del Riesgo Sísmico.....	18
2.2.9	Metodología de FUNVISIS.....	18
2.2.10	Parámetros Sísmicos Norma COVENIN 1756-2001.....	25
2.2.11	Espectro de Diseño y Respuesta.....	34
2.3	Bases Legales.....	39
2.4	Glosario de Términos Básicos.....	41

III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo de la Investigación.....	43
3.2	Nivel de la Investigación.....	44
3.3	Fases de la investigación.....	44

IV PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1	Verificar la información planimétrica y estructural de la edificación en estudio, en acuerdo a la planimetría recabada.....	50
4.2	Determinar indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo	

Sísmico y Priorización de la edificación, mediante la metodología propuesta por FUNVISIS.....	58
4.3 Comprobar la respuesta estructural de la edificación ante acciones sísmicas, mediante modelos matemáticos lineales de la Edificación.....	61
4.4 Evaluar la vulnerabilidad estructural de la edificación mediante la comparación de sus condiciones de diseño estructural con las exigencias de las normas Venezolanas vigentes.....	88

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	104
5.2 Recomendaciones.....	105

BIBLIOGRAFÍA.....	106
--------------------------	------------

ANEXOS.....	107
--------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO

TABLAS	Pp
Tabla 1. Dimensiones de Secciones Tipo.....	56
Tabla 2. Dimensiones de Losas.....	56
Tabla 3. Verificación de entrepiso blando (Modulo 1) Dirección X.....	57
Tabla 4. Verificación de entrepiso blando (Modulo 1) Dirección Y.....	57
Tabla 5. Verificación de entrepiso blando (Modulo 2) Dirección X.....	57
Tabla 6. Verificación de entrepiso blando (Modulo 2) Dirección Y.....	58
Tabla 7. Vulnerabilidad según Metodología FUNVISIS (MÓDULO 1).....	59
Tabla 8. Índices de Vulnerabilidad, Riesgo Sísmico, Importancia y Priorización MÓDULO 1.....	59
Tabla 9. Vulnerabilidad según Metodología FUNVISIS (MÓDULO 2).....	60
Tabla 10. Índices de Vulnerabilidad, Riesgo Sísmico, Importancia y Priorización MÓDULO 2.....	60
Tabla 11. Corrección del cortante basal MODULO 1.....	61
Tabla 12. Derivas del MÓDULO 1.....	62
Tabla 13. Verificación de acero longitudinal en vigas del MÓDULO 1 PLANTA BAJA.....	63
Tabla 14. Verificación de acero longitudinal en Vigas del MÓDULO1 PISO 1.64	

Tabla 15. Verificación de acero longitudinal en vigas del MÓDULO 1	
PISO 2.....	65
Tabla 16. Verificación de acero longitudinal en vigas MÓDULO 1	
PISO 3.....	65
Tabla 17. Verificación de acero longitudinal en vigas en MÓDULO 1	
TECHO LOSA.....	66
Tabla 18. Verificación de acero longitudinal en columnas MÓDULO 1.....	67
Tabla 19. Resumen de Verificación de acero longitudinal en Columnas del	
MÓDULO 1.....	72
Tabla 20. Separación de acero transversal en Columnas Modulo 1.....	72
Tabla 21. Resumen Verificación De Columnas (As Transversal) Modulo 1.....	73
Tabla 22. Verificación De Cortante en los nodos del Módulo 1.....	73
Tabla 23. Verificación de cuantía en columnas.....	74
Tabla 24. Verificación De Columna fuerte - Viga débil Modulo 1.....	75
Tabla 25. Corrección Del Cortante Basal Modulo 2.....	76
Tabla 26. Derivas del Módulo 2.....	77
Tabla 27. Verificación de acero longitudinal en vigas Modulo 2	
PLANTA BAJA.....	78
Tabla 28. Verificación de acero longitudinal en vigas Modulo 2	
PISO 1.....	78
Tabla 29. Verificación de acero longitudinal en vigas Modulo 2 - PISO 2.....	79

Tabla 30. Verificación de acero longitudinal en vigas	
Modulo 2 - PISO 3.....	79
Tabla 31. Verificación de acero longitudinal en vigas	
Modulo2 - TECHO LOSA.....	80
Tabla 32. Verificación de acero longitudinal en columnas MÓDULO 2.....	81
Tabla 33. Resumen de Verificación de acero longitudinal en Columnas del MÓDULO 2.....	84
Tabla 34. Separación de acero transversal en Columnas Modulo 2.....	85
Tabla 35. Verificación De Columnas (As Transversal) Modulo 2.....	85
Tabla 36. Verificación de cuantía en columnas.....	86
Tabla 37. Verificación De Cortante en los nodos.....	87
Tabla 38. Verificación De Columna fuerte - Viga débil.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURAS	Pp
Figura 1. Mapa de Venezuela donde se muestra el sistema de falla principales y la dirección de las placas.....	17
Figura 2. Mapa de zonificación sísmica.....	19
Figura 3. Construcciones considerando vulnerabilidad asociado a la topografía (I5).....	23
Figura 4. Ejemplo de entrepiso blando.....	27
Figura 5. Ejemplo de distribución de masas de uno de los pisos contiguos.....	28
Figura 6. Ejemplo de aumento de masa con la elevación.....	29
Figura 7. Ejemplos de variaciones en la geometría del sistema estructural.....	29
Figura 8. Ejemplos de desalineamiento, reducción de ancho de columna y discontinuidad de los ejes de columna.....	30
Figura 9. Plantas irregulares por diafragma flexible.....	32
Figura 10. Vista de Planta Conjunto Estructural Edificio Uno UJAP.....	51
Figura 11. Vista de Planta Estructural Módulo 1.....	52
Figura 12. Vista de Planta Estructural Módulo 2.....	52
Figura 13. Vista de planta de entrepiso.....	53
Figura 14. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Planta Baja.....	64
Figura 15. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 1.....	64
Figura 16. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 2.....	65
Figura 17. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 3.....	66
Figura 18. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Techo.....	66

Figura 19. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero longitudinal	
Modulo1.....	72
Figura 20. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero Transversal	
Modulo 1.....	73
Figura 21. Porcentaje de nodos que cumplen con los requerimientos de la normativa vigente en Modulo 1.....	74
Figura 22. Porcentaje de Nodos que cumplen con los Requerimientos de la Normativa Vigente en Modulo 1.....	75
Figura 23. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Planta Baja	
Modulo 2.....	78
Figura 24. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 1	
Modulo 2.....	79
Figura 25. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 2	
Modulo 2.....	79
Figura 26. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 3	
Modulo 2.....	80
Figura 27. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 3	
Modulo 2.....	80
Figura 28. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero longitudinal	
Modulo2.....	84
Figura 29. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero Transversal	
Modulo 2.....	86
Figura 30. Porcentaje de nodos que cumplen con los requerimientos de la normativa vigente en Modulo 2.....	87
Figura 31. Porcentaje de Nodos que cumplen con los Requerimientos de la Normativa Vigente en Modulo 2.....	88
Figura 32. Pórtico D tramos (6'-7) (7-8) Niveles 3, 2,1 y Planta baja.....	90
Figura 33. Detalle unión VIGA- COLUMA.....	91

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO

CUADRO	Pp
Cuadro 1. Índice de amenaza según la zona sísmica.....	19
Cuadro 2.	

Cuadro 14. Factores de reducción de respuesta para estructuras de acero y mixtas acero-concreto.....	36
Cuadro 15. Factores de importancia.....	37
Cuadro 16.	38
Cuadro 17. Valores límites de derivas.....	46
Cuadro 18. Calificación del riesgo según el índice de riesgo del Edificio.....	46
Cuadro 19. Calificación de la vulnerabilidad según el índice de Vulnerabilidad.....	47
Cuadro 20. Valoración del Índice de Priorización (Ip).....	47
Cuadro 21. Tipos de columnas existentes en la Edificación.....	47
Cuadro 22. Secciones según tipo de columna.....	55

ÍNDICE DE ECUACIONES

CONTENIDO

ECUACIONES	Pp
Ecuación 1. Cálculo del índice de priorización.....	18
Ecuación 2. Cálculo del índice de Vulnerabilidad.....	20
.....	37
Ecuación 4. Cálculo del Coeficiente Sísmico.....	46
Ecuación 5. La dimensión mínima de columnas de concreto de peso Normal y de cualquier sección (h).....	95
Ecuación 6. Longitud de anclaje para diseño de refuerzo por Confinamiento.....	97



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL
EDIFICIO NÚMERO UNO DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PAÉZ**

Autor(es): De Nobrega M. Ana K.

Ortiz L. Maria B.

Tutor: Ahmad Idrees R.

Fecha: Marzo, 2018

RESUMEN

En el presente trabajo se evalúa la vulnerabilidad sísmica del Edificio Número Uno de la Universidad José Antonio Páez, siendo el mismo una edificación prioritaria ya que su uso es de tipo educacional y este no posee un estudio previo de mitigación del riesgo sísmico. El estudio se realiza empleando una comprobación por medio de un modelo matemático lineal de la edificación que representa lo más cercano a la realidad de cómo es el comportamiento de la edificación ante la acción sísmica, también se evaluará con una inspección visual directa de la edificación utilizando la metodología simplificada propuesta por FUNVISIS, los resultados que se obtengan serán comparados con los parámetros que establece la norma COVENIN 1756-01 “EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES”. De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se determina en que condición se encuentra la estructura, en caso tal que la edificación no cumpla con los parámetros expuestos en la normativa sismorresistentes, se recomienda posibles soluciones, para disminuir el riesgo estructural producido por el sismo.

Descriptor: Vulnerabilidad, Norma Sismorresistentes, Análisis Estructural.

INTRODUCCION

A lo largo de los años la peligrosidad sísmica producto de los sismos ocurridos en las diferentes partes del planeta ha puesto en evidencia la vulnerabilidad de las edificaciones. En la medida que los grupos de profesionales e investigadores especialistas han revisado las fallas y daños ocurridos a causas de los eventos y evaluado el comportamiento de las estructuras y sus materiales, han realizados diferentes ajustes normativos a través de los años con el fin de lograr edificaciones más seguras. Dentro de este contexto, en el presente trabajo se realiza la **Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del Edificio Uno de la Universidad José Antonio Páez**, ubicada en el municipio San Diego del estado Carabobo. Dicha evaluación se refiere al hecho de que la edificación fue diseñada en el año 1990, posterior a este año se han realizado revisiones a las Normas Sísmicas y, como resultado, se publicaron las Normas **“Edificaciones Sismorresistentes COVENIN 1756”** en el año 2001.

La evaluación realizada se fundamenta en la vulnerabilidad vista de tres maneras: primeramente la vulnerabilidad Estructural enfocada en los componentes No Estructurales de la edificación (Fachadas, cerramientos, elementos arquitectónicos, entre otros), segundo la vulnerabilidad Estructural (Pórticos Estructurales: Vigas, losas y Columnas) y por último la vulnerabilidad funcional (Instalaciones de Aguas Residuales, Instalaciones de Aguas Claras, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones de Gas y Drenajes). También se aplicó la metodología de FUNVISIS, para determinar el índice de priorización para evaluar la prioridad que presenta la edificación ante los niveles de vulnerabilidad presentados.

Se propone en el trabajo un conjunto de IV capítulos que permiten dar respuestas a los objetivos propuestos.

En este sentido, la investigación se inicia en su **capítulo I**, en donde se hace el planteamiento y la formulación del problema, se indican el objetivo general y los específicos del trabajo, se justifica la investigación y se establecen las limitaciones y el alcance del mismo.

En el **Capítulo II** se presenta el marco teórico encargado de centrar el planteamiento del problema, que además va a permitir establecer los lineamientos de referencia que eviten desviaciones en cuanto a la interpretación de los resultados obtenidos. En este sentido, se presentan los antecedentes encontrados, posteriormente se señalan las bases teóricas que sustentan la investigación, así como también la definición de términos y conceptos requeridos.

En el **tercer capítulo** se presenta el marco metodológico del trabajo, en el que se señala la naturaleza del mismo, se indica el tipo y nivel de la investigación realizada, posteriormente se especifica la metodología, técnica o el procedimiento que se aplicó para el desarrollo de la investigación. Por otro lado, en dicho capítulo se plantean las fases del estudio a seguir en la aplicación de la propuesta, una vez se pretenda ponerla en marcha

En el **capítulo IV**, se presenta la evaluación de la vulnerabilidad estructural, se desarrolla la Metodología FUNVISIS (Planilla FUNVISIS) y se desarrolla la aplicación del modelo matemático para la verificación estructural de la edificación. Se determinan los índices de amenaza, vulnerabilidad y de riesgo, para finalmente obtener el índice de importancia y priorización; posteriormente se realiza el análisis de los resultados, donde se describe y explica todo lo que ocurre.

Luego se señalan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio realizado. A continuación, se indica la bibliografía consultada.

Se finaliza el trabajo con la presentación de anexos en los que se desarrollan, para un proyecto cualquiera de ingeniería, un ejemplo de modelos de planillas para determinar el índice de amenaza, el índice de vulnerabilidad, el índice de riesgo, el índice de priorización, la planilla de FUNVISIS y modelo de planilla para la recolección de datos in situ.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y Formulación Del Problema

A lo largo de los años, los sismos ocurridos en diferentes partes del mundo han puesto en evidencia la vulnerabilidad de las edificaciones de cualquier proyecto de ingeniería. En este sentido, los especialistas han desarrollado diferentes metodologías de diseño sismoresistente orientadas a anticipar las condiciones a la que va estar sometida una edificación durante la acción de un sismo. Por otro lado, considerando que las fuerzas sísmicas dependen de diferentes factores, tales como: la magnitud del sismo, su duración, la distancia del epicentro, el tipo de suelo y el sistema estructural, en la medida en que los especialistas han podido evaluar el comportamiento de las edificaciones de acuerdo a las condiciones con las que fueron diseñadas, nos encontramos toda una normativa cada vez más rigurosa y de obligatorio cumplimiento con el objeto de prevenir los riesgos sísmicos de las edificaciones. Dentro de esta perspectiva, otro aspecto importante a destacar, es que existen experiencias con edificaciones de uso educacional que han sido afectadas por sismos que han ocasionado pérdidas materiales y humanas, muestra de ello, podemos citar: El sismo de Cariaco en el Estado Sucre, en Venezuela ocurrido en el año 1997 que provoco el colapso de varias edificaciones del Liceo “Raimundo Martínez Centeno” y recientemente, el terremoto del 19 de septiembre del 2017 en la ciudad de México, en México, que provocó el derrumbe del Colegio “Enrique Rebsamen”. En atención a lo señalado, nos encontramos que las diferentes experiencias y estudios posteriores han permitido desarrollar nuevas normas o adecuaciones de las existentes, y considerando que el riesgo sísmico de las edificaciones existentes o nuevas, puedan sufrir daños considerables ante la acción de sismos futuros, se hace pertinente realizar procesos de evaluación de la vulnerabilidad estructural con el fin de determinar si es necesario realizar algún tipo de adecuación estructural para

reducir y mitigar los posibles daños y pérdidas físicas, sociales y económicas que puede sufrir una edificación a consecuencia de los efectos de los sismos a los que este expuesta.

El tema objeto de la investigación se relaciona con la Vulnerabilidad sísmica, que depende de la amenaza sísmica, de la vulnerabilidad estructural y del nivel de daño aceptado. Considerando que el estudio se fundamenta principalmente sobre la Vulnerabilidad Estructural. Sobre este aspecto Alonso G. (2007:1-39) señala que:

“De la figura 1.37 se desprende que el riesgo sísmico en edificaciones podrá reducirse únicamente si se reduce alguna de las variables involucradas. De estas variables, la reducción de la vulnerabilidad estructural es quizás la alternativa más eficaz de que disponen los ingenieros estructurales y arquitectos para conseguir el objeto perseguido.”

Esto de alguna manera señala la importancia de la revisión de la vulnerabilidad estructural, como elemento clave para determinar las condiciones en que se encuentra una edificación construida de acuerdo a la normativa anterior a la norma sismoresistente actual COVENIN 1756-2001, como un proceso para determinar si es necesario realizar o no algún tipo de refuerzo estructural, mediante la revisión del diseño estructura y de la inspección in situ.

En base a lo expuesto se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál será el nivel de vulnerabilidad sísmica del edificio número uno de la Universidad José Antonio Páez, ubicada en la ciudad de San Diego del Municipio San Diego del estado Carabobo?

Responder a esta interrogante es el objetivo primordial de este trabajo de investigación.

1.2. Objetivos Del Trabajo.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio número uno de la Universidad José Antonio Páez, ubicada en la ciudad de San Diego del Municipio San Diego del estado Carabobo.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- a) Verificar la información planimétrica y estructural de la edificación en estudio, en acuerdo a la planimetría recabada.
- b) Determinar indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo Sísmico y Priorización de la edificación, mediante la metodología propuesta por la metodología FUNVISIS.
- c) Comprobar la respuesta estructural de la edificación ante acciones sísmicas, mediante modelos matemáticos lineales.
- d) Evaluar la vulnerabilidad estructural de la edificación mediante la comparación de sus condiciones de diseño estructural con las exigencias de las normas venezolanas vigentes.

1.3. Justificación Del Problema.

No se puede obviar que una edificación puede sufrir daños importantes cuando es sometida a la acción de un sismo esperado de magnitud local de alta severidad. Si

consideramos que la edificación fue diseñada y construida de acuerdo a la normativa vigente para ese entonces y que posteriormente cambia la normativa estableciendo modificaciones que puedan sugerir que las mismas deben ser reforzadas para poder cumplir con los requisitos normativos vigentes.

Por otro lado, según el mapa de Zonificación Sísmica de Venezuela (Alonso G., Fig. 7.5, 2007:7-8), el municipio San Diego, se encuentra en la Zona Sísmica 5, se emplaza dentro del área de influencia de la falla de La Victoria donde, FUNVISIS, tiene registros históricos que indican que ocurrieron terremotos destructivos en los años 1641 y 1878. La edificación en estudio, se encuentra en la zona de influencia de la falla, razón que ubica a la misma en un nivel sísmico esperado medio alto.

Con relación al nivel de diseño requerido, al tipo de sistema estructural y a la importancia de la edificación, el riesgo de que se produzcan pérdidas de vidas, económicas y sociales, es alto principalmente por el uso de edificación.

En referencia a estudios previos o anteriores, de acuerdo a las revisiones y consulta con especialistas realizadas, no cuenta con ninguna evaluación sísmica previa que permita obtener los índices de vulnerabilidad que presenta la edificación en la actualidad.

Sin duda alguna, las consideraciones expuestas anteriormente nos indican que es conveniente realizar una evaluación del riesgo sísmico del edificio número uno de la “Universidad José Antonio Páez” conocido como “Edificio Docente”. En primer lugar, porque la edificación fue diseñada en el año 1994 bajo la normativa sismorresistente vigente para la fecha, por lo que se quiere evaluar o revisar si la edificación cumple con los parámetros vigentes actualmente establecido en la Norma Sismorresistente COVENIN 1756-2001, que es la única manera de poder determinar la Vulnerabilidad Estructural, como elemento fundamental para saber en qué condiciones se encuentra la edificación, con el fin

establecer si es El estudio se refiere a los pórticos conformados por vigas y columnas de concreto armado. No comprende el sistema de fundaciones (Viga de riostra, pedestales y bases). Tampoco incluye los muros y escaleras. Es decir, se fundamenta en la superestructura de la edificación.

necesario o no realizar algún tipo de refuerzo estructural con el objeto de mitigar los riesgos ante un sismo severo y salvaguardar la vida de los usuarios que hacen vida en la edificación.

1.4. Limitaciones y Alcance.

El alcance de la investigación fue determinar la vulnerabilidad estructural dependiente exclusivamente de las variables asociadas a factores estructurales, según lo establecido en la norma sismoresistente COVENIN 1756-2001 y los parámetros estipulados por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).

El análisis sísmico de la estructura se realizó usando el ETABS, que es un Software para análisis estructural y dimensionamiento de edificios, que cuenta con más de 40 años de investigación y desarrollo continuo; que permite obtener informes y diseños esquemáticos que facilitan la comprensión del análisis y de los respectivos resultados.

Un aspecto importante a destacar, es que el análisis estructural se realizó utilizando los planos de proyectos de la edificación, obtenidos de la dirección de Desarrollo Urbano de la Alcaldía del Municipio San Diego del estado Carabobo. No son planos de construcción. En cuanto a las características de los materiales, se utilizó como resistencia de concreto y del suelo la propuesta en el proyecto y acero de refuerzo con especificación $F_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$. En ningún momento se contempló realizar pruebas en sitio para verificar la calidad de los materiales usados.

El trabajo incluye la inspección visual de la edificación, siguiendo la metodología establecida por FUNVISIS.

El estudio está dirigido exclusivamente a determinar la vulnerabilidad estructural, manteniendo las mismas secciones de proyecto. En este sentido, el análisis se va a presentar como la comparación del área de acero proyectado versus el área de acero requerido según el cálculo estructural obtenido de la simulación con el software. Así como, lo que se derive de la inspección in situ siguiendo los lineamientos del FUNVISIS.

Un aspecto importante a destacar, es que solo se realiza el análisis de vulnerabilidad y se determina las condiciones en que se encuentra la edificación desde el punto de vista de la adecuación sísmica. No comprende la propuesta de reforzamiento estructural. Solo se indica, que es necesario realizarla.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Cuando se presenta actividad sísmica en alguna zona esto ocasiona grandes pérdidas tanto humanas como económicas, por lo cual los especialistas en esta área han investigado la forma de mitigar los daños ocurridos cuando se produce dicho fenómeno, en esas investigaciones, se encuentran los estudios de vulnerabilidad estructural que se emplea de manera preventiva de accidentes.

Los siguientes trabajos, contienen conocimientos previos que constituyen la estructura teórica, vinculada con la presente investigación:

Campos W. Carlos E, García M. Pedro D. (2016) en su trabajo de grado titulado **Evaluación de la vulnerabilidad ante acciones sísmicas de la Unidad Educativa Instituto Experimental Simón Bolívar “APUCITO”**. Presentado en la Universidad de Carabobo, para optar al título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de la Unidad Educativa Instituto Experimental Simón Bolívar “APUCITO”, por medio de un análisis estructural conforme a las normas vigentes en Venezuela. El trabajo se ajustó a la metodología, para la ejecución del estudio de vulnerabilidad estructural de la edificación a través del desarrollo de modelos matemáticos que permitan el análisis estructural dinámico.

Concluyeron que fue necesario hacer un estudio de dicha edificación, ya que dio como resultado que el Instituto Experimental Simón Bolívar “APUCITO” es vulnerable ante acciones sísmicas al ser evaluada con la normativa vigente, donde recomendaron que a los elementos estructurales tales como vigas y columnas sean reforzados con mayor acero.

La metodología usada en la investigación es de un modelo matemático 3D donde simulan el comportamiento de la edificación ante las acciones sísmicas, que conllevan a una serie de tareas para definir como se realiza el modelo de la edificación; entre las cuales se encuentran la geometría, las propiedades físicas y

mecánicas de la edificación como también la definición de los miembros estructurales.

Así mismo, Sandoval H. Julio Cesar, Velásquez M. Kareem Eglee (2015) en su trabajo de grado titulado **Evaluación de los posibles niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta el Módulo 1 del Edificio nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez**. Presentado en la Universidad José Antonio Páez, para optar al título de Ingeniero Civil, que tuvo como objetivo evaluar los posibles niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta el Módulo 1 del Edificio nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez, por medio de comprobar la estructura con el uso de un software de cálculo estructural, examinando los resultados obtenidos basados en el análisis de la norma venezolana COVENIN 1756-01 (norma sismoresistente) y el código ACI 318-14 y determinando el índice de vulnerabilidad que presenta la edificación usando la metodología simplificada de FUNVISIS.

Llegando a la conclusión que la edificación presenta irregularidades tanto en elevación como en planta, presentando sistema no ortogonal de pórticos y una variación con respecto a la masa entre cada uno de sus niveles, además que a través del programa de cálculo estructural se obtuvo resultados donde se pudo verificar que el área de acero requerida para las vigas es muy similar al acero proporcionado por los planos por lo que el edificio está en capacidad de resistir las cargas producto de la acción sísmica, así como también a través de la planilla de inspección de FUNVISIS se obtuvo que la edificación cumple con una serie de características que en esta se estudia pero que dicha edificación a pesar de cumplir con muchos de los parámetros no está exenta de presentar grandes daños por la acción sísmica. Además, la edificación presenta vulnerabilidad no estructural debido a que existen elementos que no están dispuestos de manera correcta y también presenta un recubrimiento externo conformado por tabloncillos que pueden ocasionar lesiones graves a los usuarios del edificio durante un evento sísmico.

El trabajo tiene como metodología La metodología usada fue por medio de la planilla de inspección visual de los índices de priorización de edificios para la gestión del riesgo sísmico de FUNVISIS.

El trabajo tiene como metodología La metodología usada fue por medio de la planilla de inspección visual de los índices de priorización de edificios para la gestión del riesgo sísmico de FUNVISIS.

Por último, Juan Carlos Farfán M. Juan C, Díaz B. Eduardo A (2009): **Estudio de vulnerabilidad sísmica en un sector de la zona 12, de la ciudad de Guatemala.** Trabajo de grado presentado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar al título de Ingeniero Civil, con el objetivo establecer el nivel de vulnerabilidad sísmica a través de un estudio visual de las diferentes edificaciones en un sector de la zona 12, calcular las pérdidas económicas directas que le generan a la región, clasificar las estructuras de acuerdo al tipo estructural, construcción y materiales y contar con un instrumento que sea útil para las autoridades correspondientes para priorizar las inversiones a fin de reducir los riesgos por amenazas sísmicas.

Donde tiene como conclusión que un porcentaje bastante elevado del área del sector evaluado va a sufrir graves daños por un fenómeno sísmico, ya que los índices de vulnerabilidad que presentan las edificaciones existentes en la zona presentan grados de vulnerabilidad muy alta y alta. Y que además del tipo de suelo donde se encuentra ya existe una fractura del terreno provocadas por un terremoto hace unos años atrás por lo que esto aumenta la probabilidad que los servicios públicos y las redes sufran daños a la hora de un nuevo evento sísmico. Y por último es importante la readecuación de mamposterías pues son más vulnerables a los sismos pudiendo causar daños humanos.

Para esta investigación se uso la metodología de un formulario de evaluación por medio de la inspección visual rápida de todas las edificaciones que pertenecen al sector en estudio de la zona 12, sin embargo, se desarrolló una base de datos de las evaluaciones se digitalizaron los esquemas y resultados anotados en cada formulario, con el propósito de transmitir de forma más clara y eficiente la información, de manera que las consultas se puedan realizar en una computadora

y se evite la incomodidad que implicaría tener más de tres mil quinientas hojas de papel entre las cuales buscar una evaluación específica.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Sismo

Los sismos, terremotos o temblores de tierra, son vibraciones de la corteza terrestre, generadas por distintos fenómenos, como la actividad volcánica, la caída de techos de cavernas subterráneas y hasta por explosiones. Sin embargo, los sismos más severos y los más importantes desde el punto de vista de la ingeniería, son los de origen tectónico, que se deben a desplazamientos bruscos de las grandes placas en que está dividida dicha corteza. Las presiones que se generan en la corteza por los flujos de magma desde el interior de la tierra llegan a vencer la fricción que mantiene en contacto los bordes de las placas y producen caídas de esfuerzos y liberación de enormes cantidades de energía almacenada en la roca. La energía principalmente se libera en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la roca de la corteza. Es esta vibración de la corteza terrestre la que pone en peligro las edificaciones que sobre ella se desplantan, al ser éstas solicitadas por el movimiento de su base. Por los movimientos vibratorios de las masas de los edificios, se generan fuerzas de inercia que inducen esfuerzos importantes en los elementos de la estructura y que pueden conducir a la falla. (Bazan y Meli, 2004).

2.2.2 Sismicidad

A la fecha, son innumerables las investigaciones científicas y los trabajos reportados sobre el estudio de los terremotos, características, formas de propagación, origen, causas, etc. Una de las informaciones que se tiene, es que los mismos ocurren cuando el esfuerzo en la tierra alcanza un nivel mayor a la resistencia de la roca, causando que los lados opuestos de la misma fallen repentinamente o se deslicen violentamente pasando de un lado a otro. Estos esfuerzos pueden actuar perpendicularmente a la falla empujando las rocas entre ellas, o paralelamente a la falla moviendo las rocas unas contra otras (Hernández, 2002).

2.2.3 Amenaza sísmica

Es la cuantificación de las acciones sísmicas o de los fenómenos asociados con un sismo que pueden producir efectos adversos al hombre y sus actividades (sacudida del terreno, deslizamientos de tierra, licuefacción, tsunamis y otros). Se expresa en términos de probabilidad de que determinado valor (intensidad, aceleración, etc.) sea excedido en un tiempo dado; por ejemplo, se habla de un 10% de probabilidad de que cierto valor de aceleración sea excedido en 50 años.

2.2.4 Riesgo sísmico

El riesgo sísmico se refiere al riesgo de daño por un terremoto a un edificio, sistema u otra entidad. El riesgo sísmico se ha definido, para la mayoría de los propósitos de gestión, como las posibles consecuencias económicas, sociales y ambientales de los eventos peligrosos que pueden ocurrir en un período de tiempo específico. Un edificio ubicado en una región de alto riesgo sísmico tiene un menor riesgo si está construido para cumplir con los principios de ingeniería sísmica. Por otro lado, un edificio ubicado en una región con un historial de sismicidad menor, en un edificio de ladrillo ubicado en un lugar sujeto a licuación, puede ser de alto o mayor riesgo.

La determinación del riesgo sísmico es la base para la toma de decisiones de mitigación de riesgos, un paso clave en la gestión de riesgos. Las grandes corporaciones y otras empresas (por ejemplo, los gobiernos locales) analizan su "cartera" de propiedades, para determinar cómo asignar mejor los fondos limitados para el fortalecimiento estructural de los edificios, u otras medidas de reducción de riesgos, como la planificación de emergencia. Al calcular el riesgo de cada instalación en la 'cartera', se consideran posibles pérdidas de vidas y de seguridad debido no solo al daño estructural, sino también a los equipos, los contenidos y la interrupción del negocio. Las agencias públicas (locales, gobiernos estatales y agencias federales) analizan de manera similar sus carteras. También se consideran las interconexiones de infraestructuras como el agua, carreteras y autopistas, y los sistemas de energía eléctrica. Las compañías de seguros rutinariamente emplean estimaciones del riesgo sísmico en sus operaciones, para determinar las tasas de seguro apropiadas, para monitorear la

sobre acumulación de pólizas en un área pequeña y para comprar reaseguros. Un método simplificado para calcular el riesgo sísmico para una ciudad determinada implica el uso de una encuesta en la calle. Si conoce el nivel de riesgo sísmico, el daño generalmente sigue los patrones establecidos.

El riesgo sísmico puede reducirse mediante programas activos que mejoran la respuesta de emergencia y mejoran la infraestructura básica. Los conceptos de preparación para terremotos pueden ayudar a planificar emergencias derivadas de un terremoto. Los códigos de construcción están destinados a ayudar a gestionar el riesgo sísmico y se actualizan a medida que se aprende más sobre los efectos del movimiento sísmico en los edificios. Este tipo de mejora activa de la mitigación del daño por terremotos se conoce como modificación sísmica. Sin embargo, los cambios generalmente no mejoran inmediatamente el riesgo sísmico en una comunidad, ya que rara vez se requiere actualizar los edificios existentes para cumplir con las revisiones.

2.2.5 Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define como la predisposición intrínseca a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. El concepto de vulnerabilidad sísmica es indispensable en estudios sobre riesgos sísmicos y para la mitigación de desastres por terremotos (Barbat, 1998).

Vulnerabilidad estructural: Las propiedades dinámicas de los edificios y el suelo se caracterizan por sus períodos fundamentales y relaciones de amortiguación. Estos parámetros se estiman mediante mediciones y información previa, como datos de perforación del suelo y documentos estructurales. La respuesta estructural se calcula multiplicando la respuesta del sitio por la función de transferencia estructural estimado por mediciones y traduciendo a la respuesta inelástica por una energía equivalente, si es necesario. Ambas distribuciones de rigidez vertical y

horizontal juegan papeles importantes en la evaluación de vulnerabilidad sísmica.

Las propiedades dinámicas de las vibraciones de traslación y torsión se estiman mediante mediciones. La deriva inelástica se calcula a partir de la respuesta de traducción, mientras que la excentricidad de respuesta torsional. Los futuros estados de daños sísmicos de las estructuras de construcción se predicen mediante el uso de funciones de daños que relacionan la deriva inelástica y la excentricidad con la medida del daño, respectivamente.

Vulnerabilidad No estructural: Elementos no estructurales como muros de relleno, divisiones, equipos, instalaciones o muebles no pueden influir en la estabilidad de un edificio, pero puede colocar a las personas y los contenidos de la construcción en riesgo durante un evento sísmico y puede aumentar las pérdidas fortuitas durante evacuación. Taghavi y Miranda (2003) observaron que el daño de los componentes no estructurales produce las pérdidas económicas más grandes debido a los terremotos; de hecho, componentes no estructurales puede representar porcentajes entre 60 hasta 90% del costo total para edificios con uso previsto de la oficina / escuelas, hoteles y hospitales. Además de los costos causados por el daño de los componentes en sí, su daño puede afectar la funcionalidad del construir, incluso si la estructura es segura, agregando más pérdidas.

Vulnerabilidad Funcional: Expresa el comportamiento funcional de los elementos de la estructura urbana frente al sismo. Su coeficiente relaciona la cantidad de población con sus respectivas actividades, y con la cantidad de horas de uso de los espacios adaptados donde estas actividades se llevan a cabo. Adicionalmente se refiere a la capacidad de brindar albergue ante una emergencia sísmica, de una comunidad afectada, independientemente del nivel de daño físico que haya sufrido, ya sean estructurales o no estructurales. Entre ellas se consideran:

Una distribución inadecuada de las áreas de servicios.

La ausencia de un plan de emergencia, que permita hacer frente a la situación crítica.

La dotación inapropiada de infraestructura, que permita atender las exigencias de la crisis sísmica.

Una distribución y relación entre espacios arquitectónicos deficiente, así como ineficientes sistemas de evacuación y vías de escape.

Inadecuados sistemas de comunicación, señalización y vialidad de acceso.

2.2.6 Métodos para Determinación de la Vulnerabilidad

Para la determinación de la vulnerabilidad estructural, existen métodos de análisis cualitativos y cuantitativos de distinto grado de complejidad, en concordancia con el objetivo que se persigue al determinarla.

Los métodos cualitativos utilizan características generales de la estructura para calificarla. Generalmente están asociados a índices globales que han sido calibrados con la experiencia siniestral de estructuras existentes, que permiten identificar el riesgo en términos generales y en algunos casos el nivel de daño.

Los métodos cuantitativos se basan en análisis que no por exhaustivos son necesariamente más precisos. Típicamente son extensiones propias de los procedimientos de análisis y diseño antisísmico recomendados por las normas modernas

En general los métodos dependen principalmente de los siguientes factores:

Naturaleza y objetivo del estudio.

Información disponible.

Características del elemento que se pretende estudiar.

Metodología de evaluación empleada.

Resultado esperado.

Destinatario de esta información.

2.2.7 Sismicidad en Venezuela

Venezuela se encuentra en la placa suramericana, la cual interacciona con la placa del Caribe, la zona de contacto de estas dos placas tectónicas ha generado un sistema de fallas principales activas del tipo rumbo-deslizante dextrales orientadas aproximadamente en dirección este-oeste, definida a lo largo de los sistemas montañosos de Los Andes, La Cordillera Central y la Cordillera Oriental, siendo estas: Boconó, San Sebastián y El Pilar respectivamente (Ver figura 1). Desde la fundación de los primeros asentamientos coloniales en el siglo XVI, el país ha sufrido los efectos de sismos. Su historia revela que durante el período desde 1530 hasta 2004, han ocurrido más de 130 eventos sísmicos, los cuales han provocado algún tipo de daño en varias poblaciones venezolanas.

Además de estas fallas, existen otros sistemas activos menores capaces de producir sismos importantes siendo estos: Oca-Ancón, Valera, La Victoria y Úrica, Sin embargo, el sistema de fallas de Boconó – San Sebastián – El Pilar, han sido propuestos como el limite principal entre las Placas de Caribe y Suramérica, causantes de los sismos más severos que han ocurrido en Venezuela (FUNVISIS).

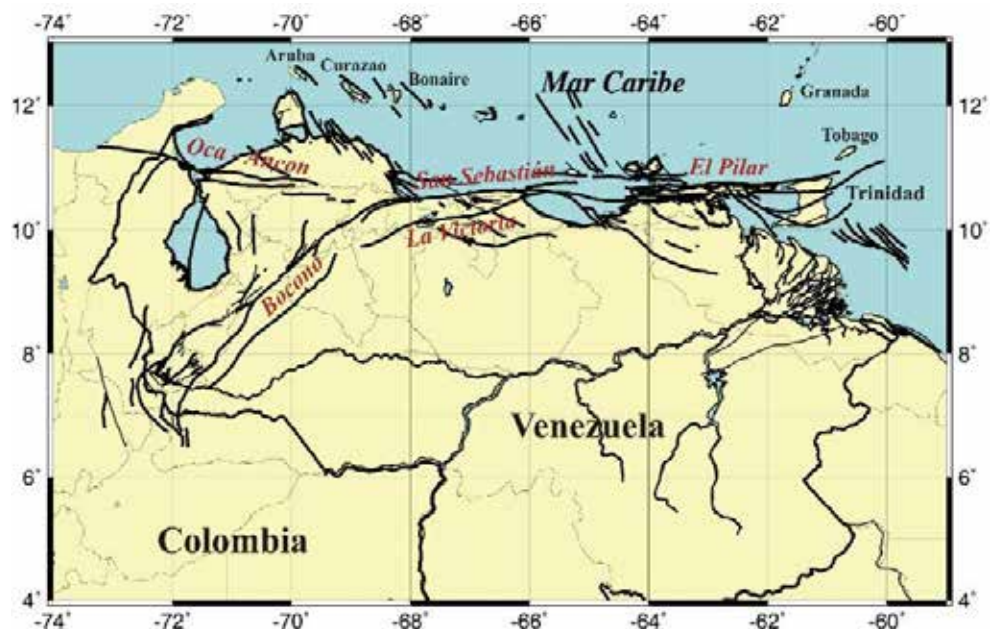


Figura 1. Mapa de Venezuela donde se muestra el sistema de fallas principales y la dirección de las placas.

Fuente: FUNVISIS (2002).

2.2.8 Mitigación del Riesgo Sísmico

Por Mitigación del Riesgo Sísmico se entiende “cualquier acción preventiva que se toma antes de la ocurrencia de un fenómeno natural destructivo intentando reducir sus consecuencias”. Es decir, son todas las medidas tomadas para incrementar la resistencia y mejorar el comportamiento de los edificios y líneas vitales para la seguridad de las personas y para la reducción de las pérdidas económicas y su impacto social (Hernández, 2002).

2.2.9 Metodología de FUNVISIS

Esta metodología consiste en un procedimiento de inspección visual, por medio de la cual se obtienen índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización sísmica de edificaciones que se encuentran en Venezuela. Cuyos resultados sirven para seleccionar aquellas edificaciones críticas que requieren evaluaciones estructuradas más detalladas.

Índice de vulnerabilidad y priorización de edificaciones

El Índice de Priorización se calcula tomando en consideración la amenaza sísmica en el sitio, el uso y la importancia de la construcción, el número de personas expuestas, la antigüedad de la obra, el tipo estructural y el número de pisos, la profundidad del depósito de suelo, el grado de deterioro, la topografía del sitio y algunas características básicas de la estructura y de las paredes de relleno que condicionan su desempeño sísmico. El Índice de Priorización (IP) se obtiene a partir de:

$$I_p = I_A * I_v * I_i \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

I_A : Índice de amenaza

I_v : Índice de Vulnerabilidad

I_i : Índice de importancia

Índice de la amenaza (I_A)

En el Cuadro 1 podemos encontrar el Índice de Amenaza Sísmica, donde en cada una de las zonas establecidas en la Norma COVENIN 1756-2001, posee

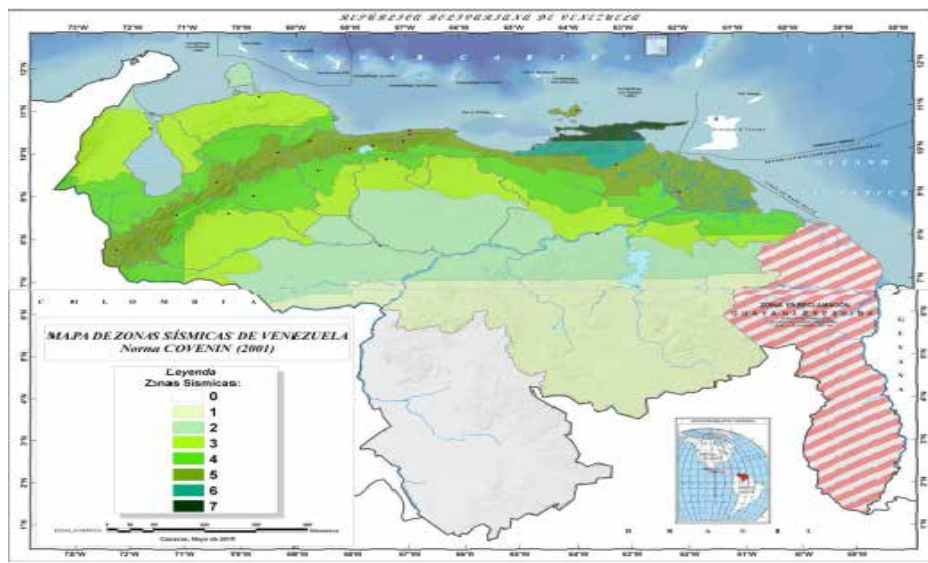
un valor, establecido como Zona 0 de baja amenaza a la Zona 7 la de mayor amenaza del país.

Cuadro 1 Índice de amenaza según la zona sísmica.

Zona	Peligro Sísmico	A ₀ (Covenin, 2001)	I _A	
			Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
7	Elevado	0,40	0,90	1,00
6		0,35	0,80	0,88
5		0,30	0,68	0,75
4	Intermedio	0,25	0,56	0,63
3		0,20	0,45	0,50
2	Bajo	0,15	0,34	0,38
1		0,10	0,23	0,25
0		-	0,05	0,05

Fuente: FUNVISIS (2009).

Figura 2. Mapa de zonificación sísmica



Fuente: COVENIN 1756 (IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011)

Índice de vulnerabilidad (I_v)

El índice de vulnerabilidad tiene como intención identificar aquellas características intrínsecas en una estructura que pueden potenciar un desempeño inadecuado durante un sismo. La vulnerabilidad depende de la antigüedad de la

obra, el tipo estructural, el número de pisos, la profundidad del depósito de suelo, el grado de deterioro, la topografía del sitio y algunas características básicas de la estructura y de las paredes de relleno que condicionan su desempeño sísmico (FUNVISIS, 2002). El Índice de Vulnerabilidad (I_v) está dado por la ecuación 2:

$$I_v = \text{Ecuación 2.}$$

Dónde:

Donde I_i es el Índice de la Vulnerabilidad específica “i” y α_i es su peso relativo tal como se describe en el Cuadro 2. Cada índice I_i tiene una cota superior de 100 por lo que el Índice de Vulnerabilidad (I_v) está también acotado a 100.

Cuadro 2. Índices de Vulnerabilidad (I_v)

I_i	Vulnerabilidad asociada a:	α_i
I_1	Antigüedad y norma utilizada	0,25
I_2	Tipo estructural	0,35
I_3	Irregularidad	0,25
I_4	Profundidad del depósito	0,07
I_5	Topografía y drenajes	0,04
I_6	Grado de deterioro	0,04

Fuente: FUNVISIS (2009).

Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I_1)

El índice de vulnerabilidad I_1 atiende a la edad de la construcción y a la norma de diseño utilizada. En la selección de estos valores se ha tomado en cuenta la mayor vulnerabilidad de las construcciones hechas con normas antiguas las cuales poseen menor resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía que las diseñadas con las normas modernas (Cuadro 3). (Hernández, 2009; Coronel y López, 2011).

Cuadro 3. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I_1)

Año de Construcción (t)	$t \leq 1939$	$1939 < t \leq 1947$	$1947 < t \leq 1955$	$1955 < t \leq 1967$	$1967 < t \leq 1982$	$1982 < t \leq 1998$	$1998 < t \leq 2001$	$t > 2001$
I_1	100	80	80	90	60	30	10	15

Fuente: FUNVISIS (2009).

Índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I₂)

En la figura 14, se presentan los valores de I₂ para quince tipos estructurales de uso común en el país. Para cada edificación se seleccionará un único valor de I₂. En caso de que una edificación posea más de un tipo estructural, se recomienda asignarle el índice del tipo predominante o en todo caso asignarle el mayor valor de I₂.

Cuadro 4. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I₂)

Identificación del Tipo estructural		Descripción	I ₂
1	PCA	Pórticos de concreto armado ^(a)	25
2	PCAP	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	40
3	MCA2D	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
4	MCA1D	Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	90
5	PA	Pórticos de acero	40
6	PAPT	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
7	PAD	Pórticos de acero diagonalizados	20
8	PAC	Pórticos de acero con cerchas	40
9	PRE	Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	90
10	MMC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
11	MMNC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada ^(b)	100
12	PMBCB	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos ^(b)	90
13	PMBCA	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos ^(b)	95
14	VB	Viviendas de bahareque de un piso	90
15	VCP	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)	100

Fuente: FUNVISIS (2009).

Índice de vulnerabilidad asociado a la irregularidad (I₃)

Este índice I₃ tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad intrínseca de una edificación, aumentándola en aquellas que poseen irregularidades geométricas o deficiencias estructurales significativas que condicionan su desempeño sísmico. En Cuadro 5, se definen once (11) irregularidades que son ampliamente reconocidas a nivel internacional como potenciadoras de respuestas sísmicas desfavorables.

Cuadro 5. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a irregularidades (I3)

j	Descripción de la irregularidad	I_{3j}	
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	40	
2	Ausencia de muros en una dirección, como ocurre en algunos sistemas del tipo túnel.	80	
3	Edificios de carácter frágil, sin capacidad para disipar energía, como lo son las edificaciones de adobe o de paredes de bloques que no poseen refuerzo metálico interior ni elementos de confinamiento (columnas, vigas de corona)	100	
4	Presencia de al menos un entrepiso blando o débil	50	
5	Presencia de columnas cortas	30	
6	Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes	30	
7	Aberturas significativas en losas	10	
8	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta o esquemas de elevación del tipo L ⁽¹⁾	20	
9	Adosamiento a edificio adyacente:	(a) Losa contra losa	10
		(b) Losa contra columna	20
10	Planta de forma I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas, o esbeltez excesiva horizontal	10	
11	Masas que crecen significativamente con la elevación (Tipo T o pirámide invertida) o esbeltez excesiva vertical	10	

Fuente: FUNVISIS (2009)

Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I4)

El índice I4 permite tomar en cuenta el aumento en la vulnerabilidad de una edificación alta que se encuentre fundada sobre sedimentos de gran profundidad, generando respuestas sísmicas desfavorables. Para Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I4).

Cuadro 6. Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito I4

Situaciones de aplicación	I₄
Edificios con un número de pisos mayor que 6 pisos y localizados en depósitos de sedimentos de profundidad mayor a 120 metros	100
Otros casos	0

Fuente: FUNVISIS (2009)

Índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y drenajes (I5)

El índice I5 atiende a identificar situaciones de vulnerabilidad asociadas a construcciones hechas en laderas o cerca de éstas, debido a una potencial falla de

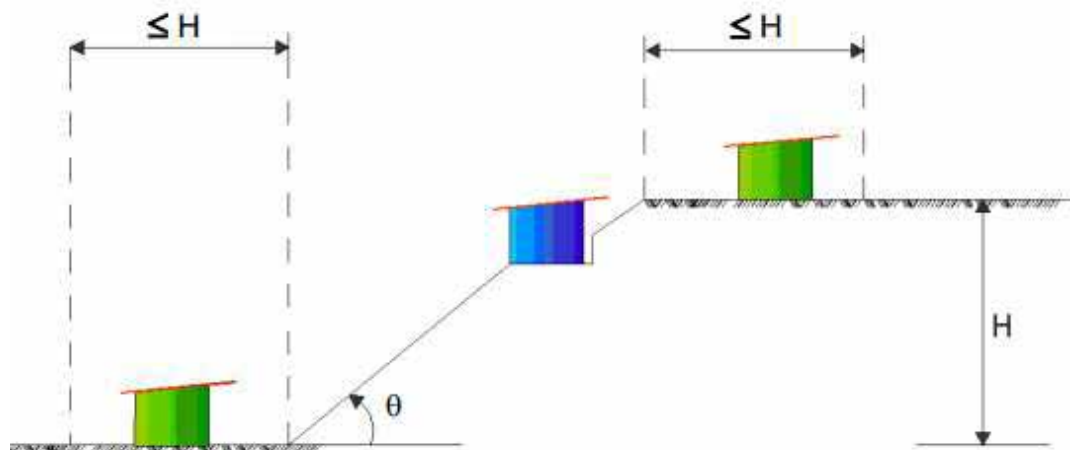
estabilidad en taludes no protegidos por obras de contención. En Cuadro 7 se presentan los valores de I_5 cuya selección depende de los valores del ángulo de inclinación de la ladera, de la altura H de la ladera y de la distancia D que se definen en la Figura 2 El máximo valor del índice I_5 es 100. Se reconoce igualmente en el Cuadro 7. El aumento en la vulnerabilidad cuando la edificación está localizada en una zona sin drenajes de aguas.

Cuadro 7. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y a los Drenajes (I_5).

		Características	I_5
Localización de la construcción	Construcción sobre planicie		0
	Construcción sobre ladera con pendiente de ángulo θ dada por:	Entre 20° y 45°	50
		$\geq 45^\circ$	80
	Construcción sobre la cima o en la base de la ladera de pendiente $\theta \geq 20^\circ$, a una distancia D :	Menor o igual a H	80
Mayor a H		0	
Existencia de drenajes		Si	0
		No	20

Fuente: FUNVISIS (2009)

Figura 3. Construcciones considerando vulnerabilidad asociada a la topografía



Fuente: Informe técnico FUNVISIS 2014

Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I_6)

En el Cuadro 8. Se muestran los valores de I_6 asignados a diferentes grados de deterioro del edificio, penalizando con los mayores valores a la existencia de

corrosión del acero y al agrietamiento estructural. A efectos de calificar el grado de deterioro de la estructura se seleccionará un único valor entre las opciones (a) y (b). En el caso de una edificación mixta que tuviese estructuras de concreto y de acero, se seleccionará el mayor valor entre las opciones (a) y (b). El máximo valor posible para I_6 es 100.

Cuadro 8. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I_6)

Componente	Grado de deterioro	I_6	
Estructura	(a) Estructura de concreto: Arietamiento en elementos estructurales de concreto armado y/o corrosión en acero de refuerzo	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
	(b) Estructura de acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo de elementos	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
Paredes	Arietamiento en paredes de relleno	Severo	20
		Moderado	10
		Ninguno	0
Todos	Estado general de mantenimiento	Bajo	10
		Regular	5
		Bueno	0

Fuente: FUNVISIS (2009).

Índice de importancia El Índice de Importancia (Ii)

Tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso de la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud, escuelas que sirven de refugio temporal y otras. Por otro lado, se diferencia también entre edificaciones que aun teniendo el mismo uso y la misma vulnerabilidad estructural, pueden dar lugar a pérdidas distintas si difieren significativamente en el número de personas que las ocupan para uso de la edificación (Cuadro 9). Para valor del (Ii) que se quiere obtener (Cuadro 10).

Cuadro 9. Clasificación según el uso del edificio

Grupo	Uso del edificio
A1	Hospitales y centros de salud, estaciones de bomberos y de protección civil
A2	Cuarteles de policía, edificios de asiento del gobierno local, regional o nacional, edificios educacionales, construcciones patrimoniales de valor excepcional, centrales eléctricas, subestaciones de alto voltaje y de telecomunicaciones, plantas de bombeo, depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radioactivos, torres de control, centros de tráfico aéreo. Edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas económicas. Edificios que contienen objetos de valor excepcional, como ciertos museos y bibliotecas. Edificaciones que puedan poner en peligro algunas de las de los Grupos A1 y A2.
A3	Todas aquellas edificaciones no contenidas en los grupos A1 y A2 tales como viviendas, edificios de apartamentos, de oficinas, comerciales, hoteles, bancos, restaurantes, cines, teatros, almacenes y depósitos.

Fuente: FUNVISIS (2009)

Cuadro 10. Valores del índice de Importancia (Ii)

Uso del edificio	N ≤ 10	10 < N ≤ 100	100 < N ≤ 500	500 < N ≤ 1000	N > 1000
A1	0,90	0,92	0,95	0,97	1
A2	0,85	0,87	0,90	0,93	0,95
A3	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90

Fuente: FUNVISIS (2009).

2.2.10 Parámetros Sísmicos Norma COVENIN 1756-2001

Clasificación según el tipo de estructura

La norma COVENIN 1756-2001, clasifica los sistemas estructurales resistentes a cargas laterales en cuatro tipos. A continuación, se nombrará y definirán:

TIPO I:

Estructuras capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante vigas y columnas, tales como sistemas estructurales constituidos por pórticos. Los ejes de columnas deben mantenerse continuos hasta su fundación. Los sistemas resistentes tipo I están caracterizados por edificaciones diseñados y detallados para garantizar un comportamiento con zonas cedentes bien localizadas y con una

elevada capacidad de redistribución de solicitaciones. En estos sistemas, los pórticos deben resistir la totalidad de las cargas verticales y las acciones sísmicas.

La interacción entre vigas y columnas da lugar a deformaciones esencialmente debidas a flexión a lo largo de estos miembros, aun cuando el conjunto presente una deformación típica por corte. Las exigencias de diseño para garantizar un comportamiento dúctil en estructuras de concreto se dan en la norma COVENIN 1753, sin embargo, la norma COVENIN 1756-2001 permite utilizar la versión más reciente de la norma americana ACI-318.

TIPO II

Estructuras constituidas por combinaciones de los Tipo I y III, teniendo ambos el mismo nivel de diseño. Su acción conjunta debe ser capaz de resistir la totalidad de las fuerzas sísmicas. Los pórticos por sí solos deberán estar en capacidad de resistir por lo menos el veinticinco por ciento (25%) de esas fuerzas.

TIPO III:

Estructuras capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante pórticos diagonalizados o muros estructurales o muros estructurales de concreto armado o de sección mixta acero-concreto, que soportan la totalidad de las cargas permanentes y variables. Los últimos son sistemas sumamente llamados de muros. Se considerarán igualmente dentro de este grupo las combinaciones de tipo i y tipo iii, cuyos pórticos no sean capaces de resistir por sí solos por lo menos el veinticinco por ciento (25%) de las fuerzas sísmicas totales, respetando en su diseño, el nivel de diseño adoptado para toda la estructura. Se distinguen como tipo IIIa a los sistemas conformados por muros de concreto armado acoplados con dinteles o vigas dúctiles.

TIPO IV:

Estructuras que no posean diafragmas con la rigidez y resistencia necesarias para distribuir eficazmente las fuerzas sísmicas entre los diversos miembros verticales. Estructuras sustentadas por una sola columna. Edificaciones con losas sin vigas.

Edificación de estructuras irregulares

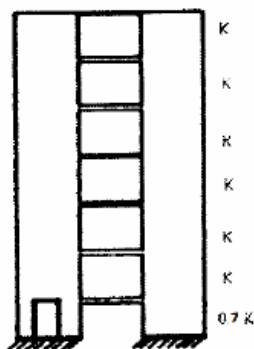
Son aquellas que desarrollan una distribución de solicitaciones diferente a las regulares la cual puede llegar a ser poco uniforme. Cierta clase de irregularidades conducen a la concentración de las zonas de disipación de energía en pocos sitios localizados. Obviamente, entonces la ductilidad global que se puede desarrollar es menor, suponiendo que las ductilidades locales se mantienen (Esteva, 1980). Para seleccionar el método de análisis, las edificaciones deben clasificarse en regulares o irregulares. Esta clasificación obedece por un lado a la necesidad de identificar aquellas estructuras en las cuales es posible predecir razonablemente los efectos de la acción sísmica mediante métodos aproximados de análisis, que obvian la necesidad de otros más rigurosos. Se consideran irregulares las edificaciones que en alguna de sus direcciones principales presente alguna de las siguientes características:

Irregularidades verticales

Entrepiso blando

La rigidez lateral de algún entrepiso, es menor que 0.7 veces la del entrepiso superior, o 0.8 veces el promedio de las rigideces de los tres entrepisos superiores. En el cálculo de las rigideces se incluirá la contribución de la tabiquería (Ver Figura 3).

Figura 4. Ejemplo de entrepiso blando



Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

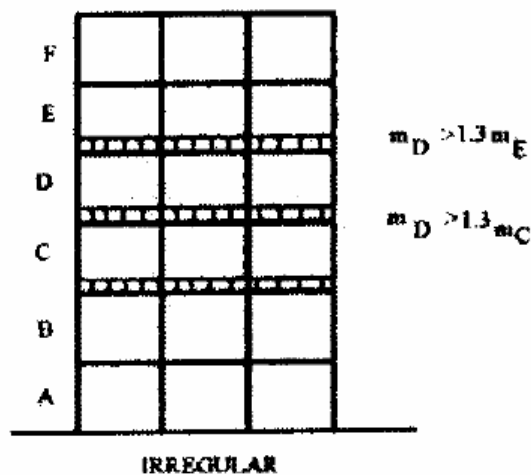
Entrepiso débil

La resistencia lateral de algún entrepiso, es menor que 0.8 veces la correspondiente resistencia del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las resistencias de los tres entrepisos superiores. En la evaluación de la resistencia de los entrepisos se incluirá la contribución de la tabiquería. Este está relacionado con la calidad de la ejecución y materiales empleados.

Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos

Cuando la masa de algún piso exceda 1.3 veces la masa de uno de los pisos contiguos. Se exceptúa la comparación con el último nivel del techo de la edificación. La masa de los apéndices se añade al peso del nivel que lo soporte (Ver Figura 4).

Figura 5. Ejemplo de distribución de masas de uno de los pisos contiguos

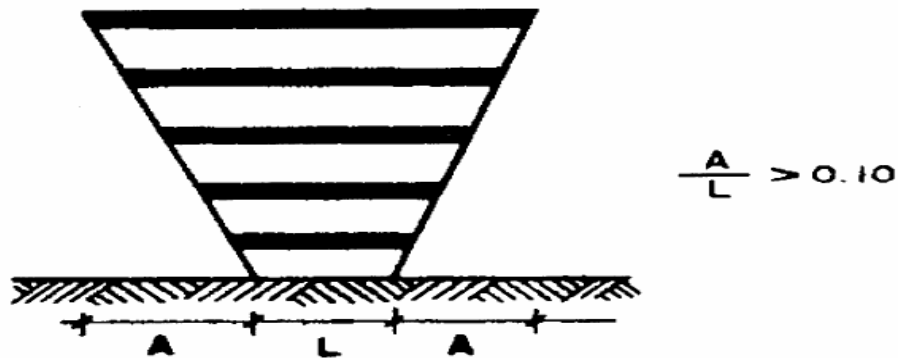


Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Aumento de las masas con elevación

La distribución de masas de la edificación crece sistemáticamente con la altura. La masa de los apéndices se añade al peso del nivel que lo soporte (Ver Figura 5).

Figura 6. Ejemplo de aumento de masa con la elevación.

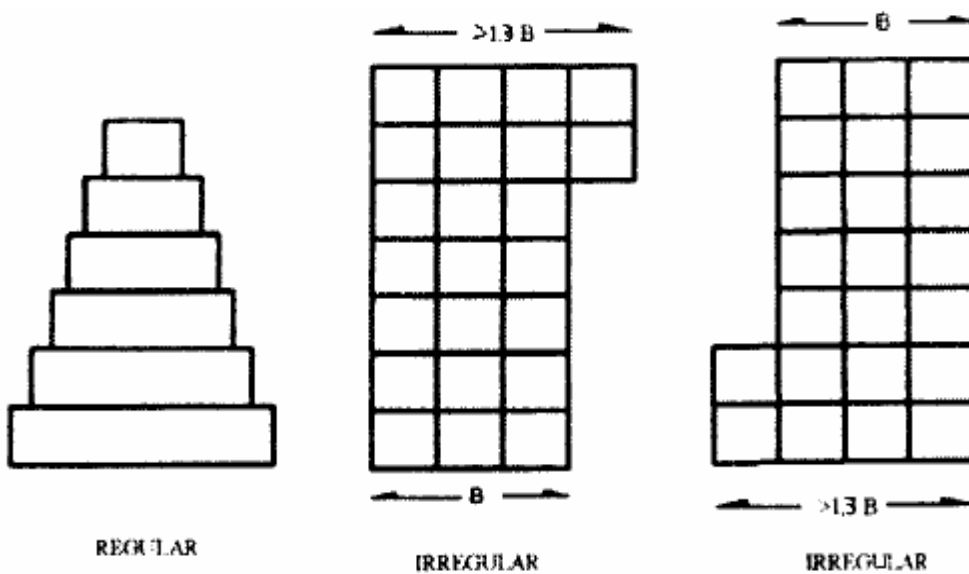


Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Variaciones en la geometría del sistema estructural

La dimensión horizontal del sistema estructural en algún piso excede 1.3 la del piso adyacente. Se excluye el caso del último nivel (Ver Figura 6).

Figura 7. Ejemplos de variaciones en la geometría del sistema estructural



Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001)

Esbeltez excesiva

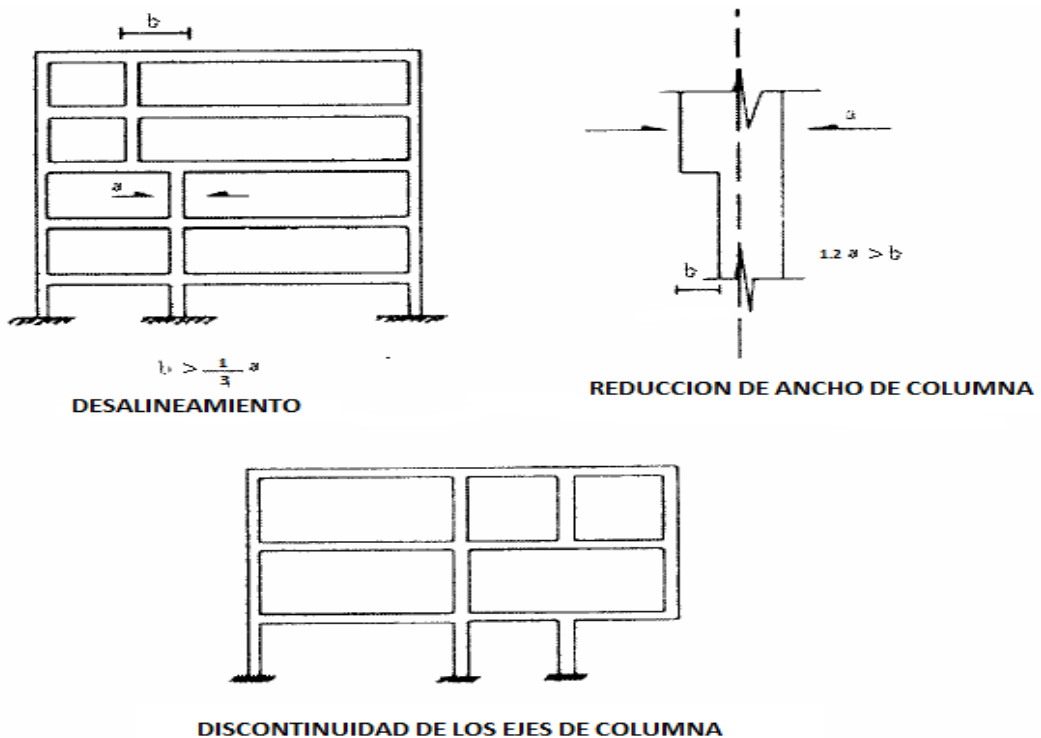
El cociente entre la altura de la edificación y la menor dimensión en la planta de la estructura a nivel de base exceda a 4. Igualmente, cuando esta situación se presente en alguna porción significativa de la estructura.

Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales

De acuerdo con alguno de los siguientes casos:

1. Columnas o muros que no continúan al llegar a un nivel inferior distinto al nivel de base
2. El ancho de la columna o muro en un entrepiso presenta una reducción que excede el veinte por ciento (20%) del ancho de la columna o muro en el entrepiso inmediatamente superior en la misma dirección horizontal.
3. El desalineamiento horizontal del eje de un miembro vertical, muro o columna entre dos pisos consecutivos, supera $1/3$ de la dimensión horizontal del miembro inferior de la dirección del desalineamiento.

Figura 8. Ejemplos de desalineamiento, reducción de ancho de columna y discontinuidad de los ejes de columna.



Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Falta de conexión entre miembros verticales

Alguno de los miembros verticales, columnas o muros, no está conectado al diafragma de algún nivel.

Efecto de columna corta

Marcada reducción en la longitud libre de columnas, por efecto de restricciones laterales tales como paredes, u otros elementos no estructurales. Al analizar y estudiar el comportamiento de edificaciones bajo la acción sísmica, se ha observado que algunas columnas presentan grietas a 45°, lo que indica una falla frágil. La columna diseñada como dúctil, se convierte en frágil y falla la zona no confinada. La falla se debe al hecho de que las columnas de un mismo nivel presentan similar desplazamiento lateral durante un sismo, sin embargo, al ser las columnas cortas más rígidas absorben mucha más fuerza lateral (Bachmann, 2003).

Irregularidades en planta

Gran excentricidad

En algún nivel la excentricidad entre la línea de acción del cortante en alguna dirección, y el centro de rigidez supera el veinte por ciento (20%) del radio de giro inercial de la planta.

Riesgo torsional elevado

Si en algún caso se presenta cualquiera de las siguientes situaciones:

- 1) El radio de giro torsional en alguna dirección es inferior al cincuenta por ciento (50%) del radio de giro inercial.
- 2) La excentricidad entre la línea de acción del cortante y el centro de rigidez de la planta supera el treinta por ciento (30%) del valor del radio de giro torsional en alguna dirección.

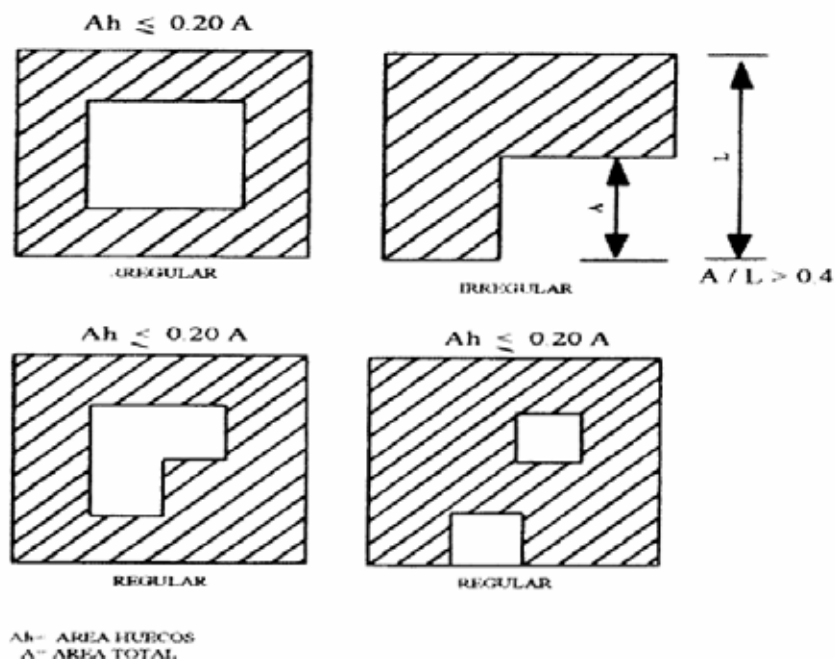
Sistema no ortogonal

Cuando una porción importante de los planos del sistema sismorresistente no sean paralelos a los ejes principales de dichos sistemas.

Diafragma flexible

- 1) Cuando la rigidez en su plano sea menor a la de una losa equivalente de concreto armado de 4cm de espesor y la relación larga/ancho no sea mayor que 4.5.
- 2) Cuando un número significativo de plantas tenga entrantes cuya longitud exceda el cuarenta por ciento (40%) de la dimensión del menor rectángulo que inscribe a la planta, medida paralelamente a la dirección del entrante; o cuando el área de dichos entrantes supere el treinta por ciento (30%) del área del citado rectángulo circunscrito.
- 3) Cuando las plantas presenten un área total de aberturas internas que rebasen el veinte por ciento (20%) del área bruta de las plantas
- 4) Cuando existan aberturas prominentes adyacentes a planos sismo resistentes importantes o, en general, cuando se carezca de conexiones adecuadas con ellos.
- 5) Cuando en alguna planta el cociente largo/ancho del menor rectángulo que inscriba a dicha planta sea mayor que 5.

Figura 9. Plantas irregulares por diafragma flexible



Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Nivel de Diseño

Son exigencias constructivas en función de la capacidad deseada de disipar energía de la estructura.

El nivel de diseño 1 corresponde a sistemas estructurales diseñados sin que se exija el cumplimiento de las especificaciones COVENIN para el dimensionamiento y detallado de miembros y conexiones en zonas sísmicas. Pero deben diseñarse para resistir mayores solicitaciones sísmicas que con los otros niveles de diseño, debido a los menores valores admitidos del factor de reducción de respuesta, el cual asigna la norma COVENIN 1756-2001.

El nivel de diseño 2 sólo requiere la aplicación de algunas especificaciones COVENIN para el diseño y construcción en zonas sísmicas; están encaminadas a conferir una cierta ductilidad al sistema resistente a sismos y a evitar fallas prematuras en las regiones críticas de los elementos portantes del sistema.

El Nivel de diseño 3 requiere la aplicación estricta de todas las disposiciones COVENIN para el diseño y construcción en zonas sísmicas, estas estructuras deben permitir la disipación de energía sin pérdida de estabilidad de la edificación.

NIVELES DE DISEÑO ND

GRUPO	ZONA SÍSMICA		
	1 y 2	3 y 4	5,6 y 7
A; B1	ND2 ND3	ND3	ND3
B2	ND1 (*) ND2 ND3	ND2 (*) ND3	ND3 ND2 (**)

(*) Válido para edificaciones de hasta de 10 pisos ó 30 m de altura.

(**) Válido para edificaciones de hasta de 2 pisos u 8 m de altura.

Cuadro 11. Niveles de diseño

Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Formas espectrales tipificadas de los terrenos de fundación

“La respuesta dinámica de un depósito de suelo depende de las características del perfil geotécnico y de la zona sísmica donde el mismo está ubicado. En general, para fines de ingeniería resultan de interés las aceleraciones espectrales y la aceleración máxima en la superficie del terreno. En la práctica común los códigos de diseño sismorresistente tipifican las formas de los espectros de respuestas en “formas espectrales normalizadas” considerando las condiciones del terreno de fundación y definen las aceleraciones esperadas en sitios rocosos a partir de estudios de amenaza sísmica. (IAEE, 1996”.

Cuadro 12 Formas espectrales y sus respectivos factores de corrección

Material	V _{sp} (m/s)	H (m)	Zonas Sísmicas 1 a 4		Zonas Sísmicas 5 a 7	
			Forma Espectral	φ	Forma Espectral	φ
Roca sana/fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos firmes/medio densos	170-250	≤50	S3	0.70	S2	0.95
		>50	S3 ^(a)	0.70	S3	0.75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤15	S3	0.70	S2	0.90
		>15	S3 ^(a)	0.70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos más rígidos	-	H ₁	S3 ^(c)	0.65	S2	0.70

a) Si $A_0 \leq 0.15$ úsease S4

b) El espesor de los estratos blandos o sueltos ($V_s < 170$ m/s) debe ser mayor que $0.1 H$.

c) Si $H_1 \geq 0.25 H$ y $A_0 \leq 0.20$ úsease S4.

Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

2.2.11 Espectro de Diseño y Respuesta

G.W. Housner contribuyó decisivamente en la amplia aceptación del concepto del espectro de respuesta de sismos como un medio práctico para

caracterizar movimientos del terreno y sus efectos en las estructuras. Siendo ahora un concepto central en la ingeniería de terremotos, el espectro de respuesta provee un medio conveniente para resumir el pico de las respuestas de todo posible sistema lineal de un grado de libertad a un particular componente del movimiento del terreno. También provee un enfoque práctico para aplicar el conocimiento de dinámica estructural para el diseño de estructuras y el desarrollo de las fuerzas laterales requeridas en los códigos de diseño. (Chopra, 2012)

En todos los métodos de análisis establecidos por la norma COVENIN 1756-2001, el valor de la fuerza cortante de diseño a nivel base se obtiene empleando el espectro de diseño.

Factor de reducción de respuesta

La estructura en general y sus miembros en particular, pueden tener incursiones importantes en el dominio inelástico bajo la acción de movimientos sísmicos de una severidad establecida, por lo que la capacidad de absorción y disipación de energía de la estructura y cierto grado de sobrerresistencia se incorporan mediante factores de reducción, conforme a con las exigencias de la correspondiente norma COVENIN 1756-2001, establece para cada material y tipo de estructura de acuerdo al nivel de diseño.

En su forma más simple el factor de reducción de respuesta, R , toma en consideración la ductilidad D , y el factor de sobrerresistencia. En los casos en que se utilicen espectros de respuesta inelástica, la selección de los factores de reducción de respuesta debe estar debidamente justificada de acuerdo con aquellas magnitudes y además con las consideraciones de estabilidad pertinentes y la posible incidencia de las irregularidades de la estructura y de la tabiquería. Los factores de reducción R derivan su nombre del hecho de que reducen las fuerzas sísmicas elásticas por su valor, para los sistemas (o modos) de periodos largos. Sin embargo, para los periodos cortos la reducción es menor, aunque sigue asociada a R . Como se muestra en los Cuadros 13 y 14.

Cuadro 13. Factores de reducción de respuesta para estructuras de concreto armado.

FACTORES DE REDUCCIÓN R

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCIÓN 6.3.1)				
	I	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0	5.0	4.5	5.0	2.0
ND2	4.0	3.5	3.0	3.5	1.5
ND1	2.0	1.75	1.5	2.0	1.25

Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Cuadro 14. Factores de reducción de respuesta para estructuras de acero y mixtas acero-concreto.

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE ACERO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCIÓN 6.3.1)				
	I ⁽¹⁾	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0 ⁽²⁾	5.0	4.0	6.0 ⁽³⁾	2.0
ND2	4.5	4.0	-	-	1.5
ND1	2.5	2.25	2.0	-	1.25

- (1) Para sistemas con columnas articuladas en su base el valor de R será multiplicado por 0.75
- (2) En pórticos con vigas de celosía se usará 5.0 limitado a edificios de no más de 30 metros de altura
- (3) En aquellos casos donde la conexión viga colectora-columna sea del Tipo PR, según la Norma COVENIN 1618-98, úsese 5.0.

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS MIXTAS ACERO-CONCRETO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCIÓN 6.3.1)				
	I	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0	5.0	4.0	6.0 ⁽¹⁾	2.0
ND2	4.0	4.0	-	-	1.5
ND1	2.25	2.50	2.25	-	1.0

Para muros estructurales reforzados con planchas de acero y miembros de borde de sección mixta acero-concreto, úsese 5.0

Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Factor de importancia

La aplicación del factor de importancia, tiene por finalidad reducir la probabilidad de excedencia para edificaciones importantes. La intención de la aplicación de un factor de importancia mayor que la unidad, es la de obtener valores de la aceleración del terreno asociados a una menor probabilidad de excedencia para la misma vida útil.

TABLA 6.1
FACTOR DE IMPORTANCIA

GRUPO	α
A	1.30
B1	1.15
B2	1.00

Cuadro 15. Factores de importancia

Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Corte Basal

El corte basal es una fuerza de reacción que simula los efectos del sismo hacia la estructura. El corte basal se aplica en cada uno de los pórticos pertenecientes a la edificación y en las dos direcciones que actúa el sismo. (Lóp et al, 2014). Este se calcula según la norma COVENIN 1756-2001 con la siguiente ecuación:

Ecuación 2.

Donde:

: Cortante basal

: Peso de la estructura

: Aceleración de diseño obtenida del espectro de diseño.

: Mayor de los valores dados por:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu = 1,4 * \left[\frac{N + 9}{2N + 12} \right] \\ \mu = 0,80 + \frac{1}{20} * \left[\frac{T}{T^*} - 1 \right] \end{array} \right. \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde:

N: Número de niveles

T: Periodo fundamental

T*: Periodo dada por el Cuadro 16.

VALORES DE T^*, β y p			
FORMA ESPECTRAL	T^* (seg)	β	p
S1	0.4	2.4	1.0
S2	0.7	2.6	1.0
S3	1.0	2.8	1.0
S4	1.3	3.0	0.8

Cuadro 16.

Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

Coefficiente Sísmico

Dado que los valores de A_d pueden ser reducidos por R , es necesario establecer un coeficiente sísmico mínimo. Este se ha fijado como función del sistema estructural resistente a sismos. En zonas de baja amenaza sísmica, las fuerzas horizontales debido al viento pueden dar origen a valores mayores que los mínimos establecidos en la norma COVENIN 1756-2001.

En aquellos casos donde, la previa justificación, se incorporen los efectos de la interacción suelo-estructura por medio de procedimientos adecuados, el coeficiente sísmico seguirá siendo el mismo señalado por la siguiente ecuación:

Donde:

: Factor de importancia

: Coeficiente de la aceleración horizontal para cada zona

R: Factor de reducción

V_0 : Cortante basal

W: Peso total de la edificación por encima del nivel base

Control de los desplazamientos

Para los métodos de análisis dados en la norma COVENIN 1756-2001, el desplazamiento lateral total de un nivel en cada plano resistente (pórticos, muros, etc.) se calcularán mayorando el desplazamiento elástico, por 0,8R; los desplazamientos elásticos incluyen efectos traslacionales, de torsión en planta y P-normativa comentada anteriormente. Con el factor 0,8 se acepta que parte de la reducción, en término medio un 20%, son efectos de sobre resistencia. En el diseño, se debe garantizar no tan sólo que la edificación resista los efectos de las acciones sísmicas, sino también limitar los daños en los elementos no estructurales, escaleras, juntas y otros elementos, como consecuencia de desplazamientos laterales excesivos. Las limitaciones de derivas, en la norma COVENIN 1756-2001, presentada en el Cuadro 17.

$$\text{VALORES LÍMITES DE: } \frac{\delta}{(h_i - h_{i-1})}$$

TIPO Y DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	EDIFICACIONES		
	GRUPO A	GRUPO B1	GRUPO B2
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.012	0.015	0.018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.016	0.020	0.024

Cuadro 17. Valores límites de derivas

Fuente: Norma COVENIN 1756 (2001).

2.3 BASES LEGALES

Toda persona tiene el derecho de gozar con un lugar digno y habitable, tal cual como lo establece la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000), que en su Capítulo V denominado “De los Derechos Sociales y de la Familia”, y específicamente el Artículo 82 establece lo siguiente:

Toda persona tiene derecho a una vivienda adecuada, segura, cómoda, higiénica, con servicios básicos esenciales que incluyan un hábitat que humanice las relaciones familiares, vecinales y comunitarias. La satisfacción progresiva de

este derecho es obligación compartida entre los ciudadanos y ciudadanas y el Estado en todos sus ámbitos...”.

Al mismo tiempo, se considera a la Ley Orgánica de los Consejos Comunales (2006), que tiene por objeto regular la constitución, conformación, organización y funcionamiento de los consejos comunales, como una instancia de participación para el ejercicio directo de la soberanía popular y su relación con los órganos y entes del Poder Público para la formulación, ejecución, control y evaluación de las políticas públicas, así como los planes y proyectos vinculados al desarrollo comunitario.

Por otra parte, en materia de gestión de riesgo, se considera la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio-Naturales y Tecnológicos (2009), la cual tiene por objeto conformar y regular la gestión integral de riesgos socio-naturales y tecnológicos, estableciendo los principios rectores y lineamientos que orientan la política nacional hacia la armónica ejecución de las competencias concurrentes del Poder Público Nacional, Estatal y Municipal en materia de gestión integral de riesgos socio naturales y tecnológicos.

Es importante resaltar los avances en la ingeniería estructural y sismoresistente al día de hoy, por lo que este trabajo se fundamenta, al igual que en las leyes mencionadas anteriormente, en las normas venezolanas COVENIN, entre las cuales tienen mayor relevancia las siguientes:

COVENIN 1756:2001 - Edificaciones Sismoresistente: en esta norma se establece que una estructura debe cumplir con los siguientes requerimientos de un diseño sismoresistente:

1. Las estructuras no deben sufrir daños bajo la acción de sismos menores. Deben resistir sismos moderados con algunos daños, económicamente reparables en elementos no estructurales.

2. Deben resistir sismos intensos sin colapsar, aunque presenten daños estructurales importantes (COVENIN, 2001).

COVENIN 3661:2001 – Gestión de Riesgos, Emergencias y Desastres: revela una lista de diferentes términos usados en la gestión de riesgos,

emergencias y desastres relacionados con eventos de cualquier naturaleza (COVENIN, 2001a).

COVENIN 3810:2003 – Realización de Simulacros: establece los lineamientos generales y elementos necesarios para la realización de simulacros en cualquier edificación pública o privada, con la participación de entes nacionales, regionales y/locales (COVENIN, 2003).

2.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Aceleración de diseño: Valor de la aceleración del terreno para el diseño sismorresistente de obras de ingeniería.

Cedencia: Condición del sistema resistente a sismos, caracterizada por aumentos considerables de los desplazamientos, para pequeños incrementos del cortante basal.

Centro de cortante: Punto donde actúa la fuerza cortante en un nivel, considerando que las fuerzas horizontales en cada nivel actúan en los centros de masa respectivos.

Centro de rigidez de un nivel: Punto del nivel donde al aplicar una fuerza cortante horizontal, el nivel se traslada sin rotar respecto al nivel inferior.

Coefficiente de aceleración horizontal: Cociente de la aceleración horizontal máxima entre la aceleración de la gravedad

Ductilidad: Capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternantes en el dominio inelástico, sin pérdida apreciable en su capacidad resistente.

Espectro de diseño: Espectro que incorpora el factor de reducción de respuesta correspondiente al sistema resistente a sismos adoptado.

Espectro de respuesta: Representa la respuesta máxima de osciladores de un grado de libertad y de un mismo coeficiente de amortiguamiento, sometidos a una historia de aceleraciones dada, expresada en función del período.

Excentricidad accidental: Valor adicional a la excentricidad estática que toma en cuenta los efectos debidos a: irregularidades en la distribución de masas y rigideces, y a la excitación rotacional del terreno.

Excentricidad estática: Distancia entre la línea de acción de la fuerza cortante y el centro de rigidez.

Factor de reducción de respuesta: Factor que divide las ordenadas del espectro de respuesta elástica para obtener el espectro de diseño.

Fuerzas de diseño: Fuerzas que representan la acción sísmica sobre la edificación o sus componentes; están especificadas a nivel de cedencia.

Fuerzas sísmicas: Fuerzas externas, capaces de reproducir los valores extremos de los desplazamientos y las sollicitaciones internas causadas por la excitación sísmica actuando en el nivel de base.

Movimientos de diseño: Movimientos del terreno seleccionados en forma tal que su probabilidad de excedencia sea suficientemente pequeña durante la vida útil de la edificación; están caracterizados por sus espectros de respuesta.

Nivel de diseño: Conjunto de requisitos normativos asociadas a un determinado factor de reducción de respuesta, que se aplica en el diseño de miembros del sistema resistente a sismos, tipificados en esta Norma.

Radio de giro inercial: Es la raíz cuadrada del cociente entre la inercia rotacional respecto al centro de cortante y la masa, para cada planta de la edificación.

Resistencia lateral de un entrepiso: Es la suma de las máximas fuerzas cortantes que puedan ser transmitidas por los miembros de ese entrepiso.

Rigidez lateral de un entrepiso: Resultado de dividir la fuerza cortante y la diferencia de desplazamientos laterales elásticos entre los dos pisos del entrepiso en consideración.

Sistema resistente a sismos: Parte del sistema estructural que se considera suministra a la edificación la resistencia, rigidez y ductilidad necesarias para soportar las acciones sísmicas.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Una investigación está estructurada por un conjunto de características mediante el cual se recopila la información, así como un plan que refleja claramente qué procedimientos se registrarán para cumplir los objetivos propuestos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2006): “La metodología de la investigación son los diferentes pasos o etapas que son realizados para llevar a cabo una investigación social y científica”. Es decir, es el cómo y de qué manera se llevara a cabo la investigación objeto de estudio para luego poder responder al problema planteado. Es importante conocer a fondo la metodología aplicada ya que esto respaldará el trabajo realizado y dará una mayor credibilidad a los resultados que se obtendrán.

En este capítulo, se detallan los aspectos relacionados con la metodología que se ha aplicado en la investigación, basada principalmente en el análisis de la vulnerabilidad de la edificación ante la presencia de acciones sísmicas, por medio de un análisis estructural conforme a las normas técnicas vigentes en Venezuela (COVENIN).

3.1. TIPO DE LA INVESTIGACION.

De acuerdo a los postulados de Arias (2006), según su naturaleza este estudio se ubica en la modalidad de proyecto factible, que consiste en la elaboración de una propuesta viable, destinada atender una necesidad específica a partir de un diagnóstico.

De lo antes planteado, para llevar a cabo el proyecto factible, se realizó el diagnóstico de la condición actual que tiene la edificación en estudio, basado en las recomendaciones de FUNVISIS, en la inspección visual in situ y el análisis estructural de la edificación de acuerdo a la norma COVENIN 1756 -2001.

3.2. NIVEL DE LA INVESTIGACION.

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o evento de estudio, pueden ser: exploratoria, documental, descriptiva, explicativa o correlacional.

Fidias Arias (2006), señala que la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. En este sentido, según el nivel de conocimiento a obtener, la investigación se clasifica en un estudio descriptivo, en la que se trata de obtener información acerca de una edificación y se busca analizar el comportamiento de la estructura en estudio, sin modificar variables de ningún tipo ni se alterará el objeto de estudio.

Según la estrategia empleada en la investigación, el diseño de la misma se clasifica de documental, debido a que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes principalmente de material bibliográfico o impresos u otros tipos de documentos pertinentes al trabajo.

3.2. FASES DEL ESTUDIO.

Debido a que el estudio se encuentra ubicado dentro de la modalidad de proyecto factible, es necesario describir las fases en las cuales se desarrolló el proyecto objeto de este estudio.

3.2.1. FASE I: VERIFICAR LA INFORMACIÓN PLANIMETRICA Y ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN EN ESTUDIO, EN ACUERDO A LA PLANIMETRÍA RECABADA.

Esta fase comprendió la revisión de material bibliográfico, clasificación y procesamiento de la información obtenida, así como la realización de entrevistas a

profesionales del área y a personas expertas que aportaron ideas o formularon propuestas de interés para este estudio.

Una vez recolectada toda la información necesaria para el desarrollo de la investigación, tales como: planos estructurales, planos arquitectónicos, estudio de suelos, memoria de cálculo, planillas tipo de FUNVISIS, entre otros. Se procedió a verificar la información in situ, realizando la inspección visual de todos los detalles, para comprobar que los componentes y características de los pórticos estructurales (vigas, columnas, losas, entre otros) que conforman la edificación coinciden con los previstos en el proyecto. De esta manera, se pudo determinar la geometría, características, parámetros y factores que intervienen en el aspecto sismorresistentes de la estructura, necesarios para la valoración requerida.

3.2.2. FASE II: DETERMINAR INDICADORES DE AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO SÍSMICO Y PRIORIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN, MEDIANTE LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR FUNVISIS.

Este procedimiento se realizó, siguiendo los lineamientos establecidos por la **Fundación Venezolanas de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)**. En este sentido, en primer lugar, se aplicó un instrumento denominado “Planilla de Inspección de Edificaciones (Características Sismorresistentes)”, que sirve para recopilar información de la edificación en estudio, mediante una inspección visual. La Planilla de Inspección está disponible en la página web de FUNVISIS, es gratuita, está compuesta por dos hojas con 15 ítems, entre los que podemos citar: Ubicación, uso de la edificación, capacidad de ocupación, antigüedad (años de construcción), condición del terreno, tipo de estructura, irregularidad, grado de deterioro, croquis, otros; Para clasificar y obtener la categorización del tipo de vulnerabilidad que presenta la estructura.

En “Los anexos B y C”, se muestra la Planilla de Inspección elaborada para la

edificación en estudio.

Después de obtenida toda la información de la planilla de inspección de la edificación, se continuó con la metodología de FUNVISIS, determinando el índice de Amenaza (IA), índice de vulnerabilidad (IV) y el índice de riesgo (IR).

El índice de riesgo se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$IR = IV * IA \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde:

IV: índice de vulnerabilidad

IA: índice de amenaza

Para finalizar, se determinó el índice de importancia, también llamado índice de priorización, que permite comparar con índices de otras edificaciones y así se poder definir prioridades para que se realicen estudios detallados que permitan intervenciones y refuerzo a las edificaciones que lo requieran, para la prevención de pérdidas o daños en el momento de algún evento sísmico. A continuación, se muestran los Cuadros 17 y 18, de calificación del riesgo y vulnerabilidad, publicadas por FUNVISIS.

Cuadro 18. Calificación del riesgo según el índice de riesgo del edificio

Calificación del Riesgo	I_R Rango de Valores
Muy Elevado	$60 \leq I_R \leq 100$
Elevado	$40 \leq I_R < 60$
Alto	$25 \leq I_R < 40$
Medio Alto	$15 \leq I_R < 25$
Medio Bajo	$8 \leq I_R < 15$
Bajo	$3 \leq I_R < 8$
Muy Bajo	$0 \leq I_R < 3$

Fuente: FUNVISIS (2014).

Cuadro 19. Calificación de la vulnerabilidad según el índice de vulnerabilidad

I_v Rango de Valores	Calificación de la Vulnerabilidad
$60 \leq I_v \leq 100$	Muy Elevada
$40 \leq I_v < 60$	Elevada
$30 \leq I_v < 40$	Media Alta
$20 \leq I_v < 30$	Media Baja
$10 \leq I_v < 20$	Baja
$0 \leq I_v < 10$	Muy Baja

Fuente: FUNVISIS (2014).

Cuadro 20. Valoración del Índice de Priorización (I_p).

Calificación de la Priorización	I_p Rango de Valores
(Prioridad máxima) P1	$60 \leq I_p \leq 100$
P2	$50 \leq I_p < 60$
P3	$40 \leq I_p < 50$
P4	$30 \leq I_p < 40$
P5	$25 \leq I_p < 30$
P6	$20 \leq I_p < 25$
P7	$16 \leq I_p < 20$
P8	$12 \leq I_p < 16$
P9	$8 \leq I_p < 12$
P10	$5 \leq I_p < 8$
P11	$2 \leq I_p < 5$
(Prioridad mínima) P12	$0 \leq I_p < 2$

Fuente: FUNVISIS (2014).

Esta fase comprendió la determinación de los principales indicadores de amenaza, vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización de la edificación, mediante la metodología propuesta por **Fundación Venezolanas de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)**.

3.2.3. FASE III: COMPROBAR LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN ANTE ACCIONES SÍSMICAS, MEDIANTE MODELOS MATEMÁTICOS LINEALES DE LA EDIFICACIÓN.

En esta fase mediante el programa de análisis y diseño estructural llamado ETABS se desarrolló un modelado matemático, basado en el método por superposición modal considerando tres grados de libertad por planta. Es decir,

considerando que la losa o diafragma horizontal es completamente rígido en su plano. El método de superposición modal, permite desacoplar el sistema de ecuaciones diferenciales, para ello se trabaja con la matriz modal. Para realizar el análisis del comportamiento de la estructura haciendo uso de esta herramienta, se modelaron los elementos estructurales según las medidas obtenidas de los planos de proyecto y se asignaron las secciones geométricas correspondientes, así como todos los valores requeridos en base al estudio que se requiere. En el anexo D, se muestra todos los aspectos más resaltantes del Modelaje, Análisis y Diseño Estructural de la Edificación en estudio.

3.2.3.1 Análisis del modelo

Una vez finalizado el proceso de revisión del modelo y que todos sus parámetros estén bien definidos, se procedió al análisis estructural, haciendo uso del software (ETABS Versión 2016) para el cálculo y diseño de cada uno de los elementos en base a todos los datos suministrados antes expuestos. De esta manera se obtuvieron del programa los diferentes reportes derivados del análisis estructural, que muestren todos los resultados de interés. Así, se pudo observar el análisis dinámico con sus posibles deformadas ante un evento sísmico; se observa el área de acero longitudinal y transversal requeridos, chequeos por corte y torsión, revisión de las cuantías, derivas y la interacción viga-columna.

3.2.4. FASE IV: EVALUAR LA VULNERABILIDAD DE LA EDIFICACION MEDIANTE LA COMPARACION DE SUS CONDICIONES DE DISEÑO ESTRUCTURAL CON LAS EXIGENCIAS DE LAS NORMAS VENEZOLANAS VIGENTES.

Una vez completada toda la información de las fases anteriores, se obtuvieron los resultados de las condiciones sismorresistentes y de vulnerabilidad que presenta la estructura en estudio. Seguidamente, se realizó la verificación de

los parámetros sismorresistentes más resaltantes, tales como: solapes, zona de confinamiento, separación de estribos, empalmes en nodos, áreas de acero transversal y longitudinal en vigas y columnas, tanto los obtenidos por el software como los colocados según los planos del proyecto de la edificación. De esta manera, se pudo verificar en qué condiciones se encuentra la estructura construida con respecto a Normas Vigentes.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados de la evaluación que se le realizó al edificio número uno de la Universidad José Antonio Páez. En este sentido, a continuación, se detallan de acuerdo al tipo de revisión y verificación realizada los resultados obtenidos de: La inspección visual de vulnerabilidad, amenaza y riesgo sísmico derivada de la aplicación del instrumento de recolección de datos siguiendo los lineamientos establecidos en la metodología recomendada por FUNVISIS y la verificación estructural apoyados en el software ETABS, basados en los parámetros establecidos por la norma sismorresistente venezolana COVENIN 1756-2001.

4.1 Verificación de la información planimétrica y estructural de la edificación en estudio, en acuerdo a la planimetría recabada.

Para la verificación de la información planimétrica y estructural de la edificación en estudio se utilizaron los planos de proyecto suministrados en formato digital escaneados sin escalas, por el Departamento de Desarrollo Urbano de la Alcaldía del Municipio San Diego, Estado Carabobo, lo que sirvió para preparar y determinar el sistema estructural de la edificación y verificar in situ las secciones típicas de algunos de los elementos principales, tales como: columnas y vigas. Además de utilizar los planos para el cálculo de la estructura se usaron con la finalidad de determinar otros parámetros de interés, así como para la verificación del acero de refuerzo colocado. En el anexo “A”, se presenta el listado de todos los planos obtenidos. Es importante destacar que todos los planos utilizados para el estudio, corresponden a los planos de proyectos y no de construcción.

A continuación, se presenta la figura 4.1, donde se muestra la planta conjunto estructural del edificio en estudio, sus ejes en el sentido X (1 a 10) y sentido Y (A a I).

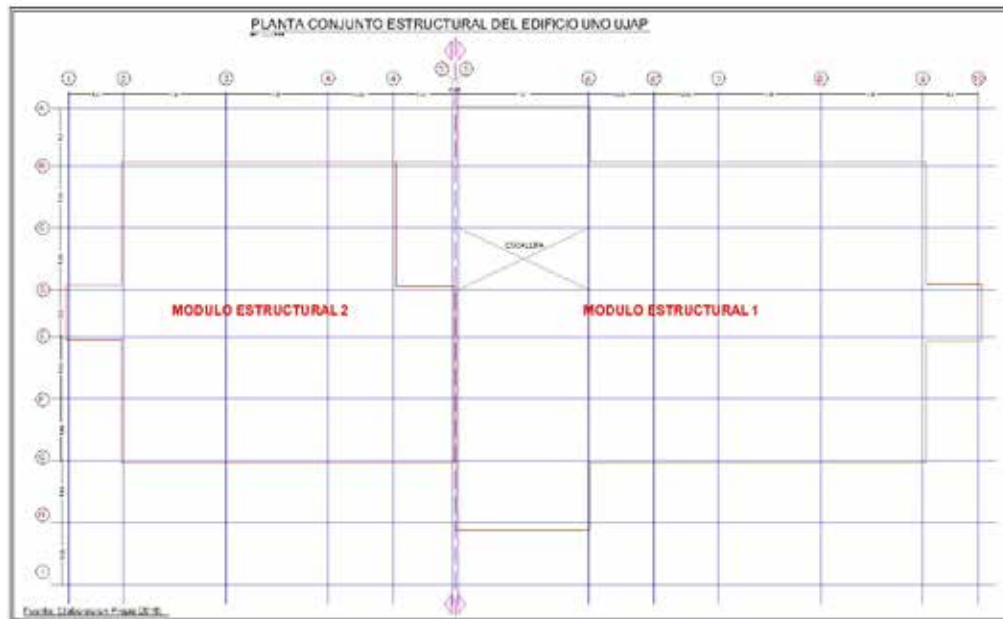


Figura 10. Vista de Planta Conjunto Estructural Edificio Uno UJAP

Fuente: Elaboración Propia (2018).

La edificación presenta una junta de construcción ubicada entre los ejes 4 (A-D) y (5'- 5) (A - I), lo que divide a la edificación en dos módulos estructurales independientes, identificados a los efectos de este estudio en Módulo 1 y 2. También se pudo observar que los módulos son de tipo rectangulares, de geometría regular y de acuerdo a sus dimensiones no los hacen ser esbeltos.

En la siguiente página, se presentan las figuras 4.1 y 4.2, donde se muestra la conformación estructural de los módulos 1 y 2 del edificio en estudio.

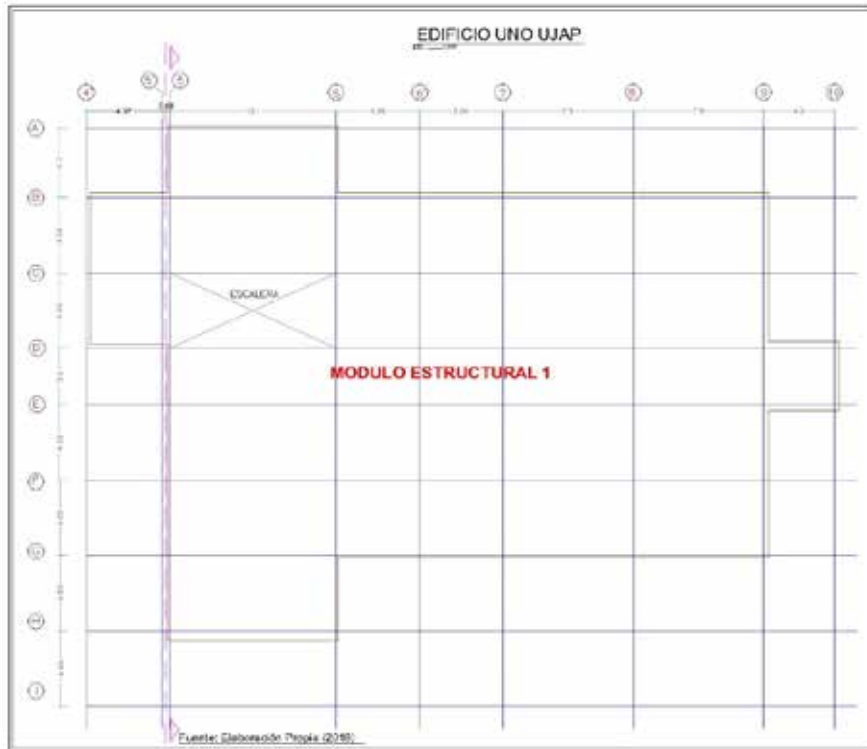


Figura 11. Vista de Planta Estructural Módulo 1
Fuente: Elaboración Propia (2018).

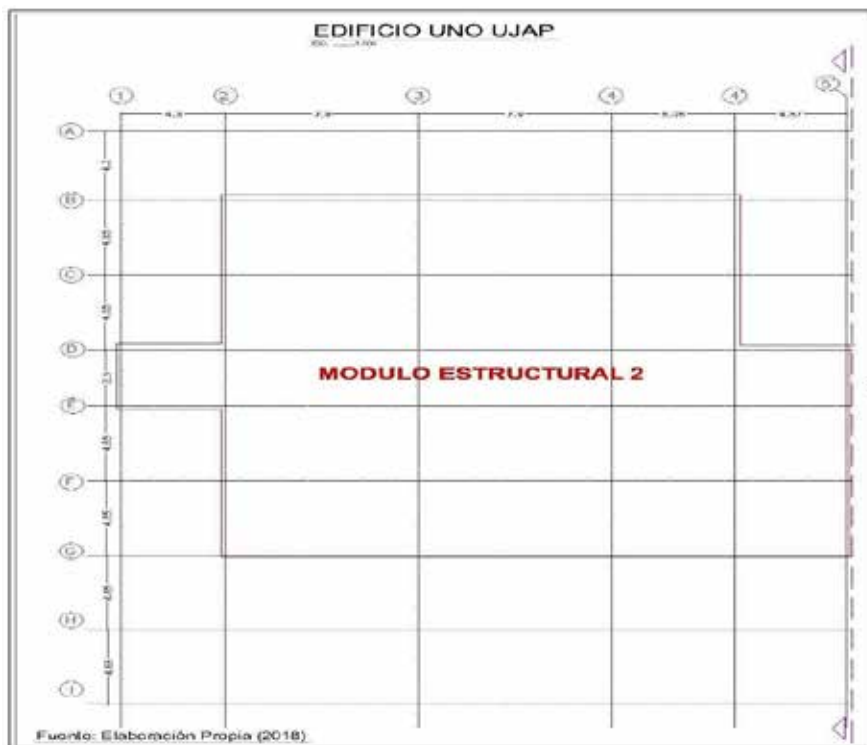


Figura 12. Vista de Planta Estructural Módulo 2
Fuente: Elaboración Propia (2018).

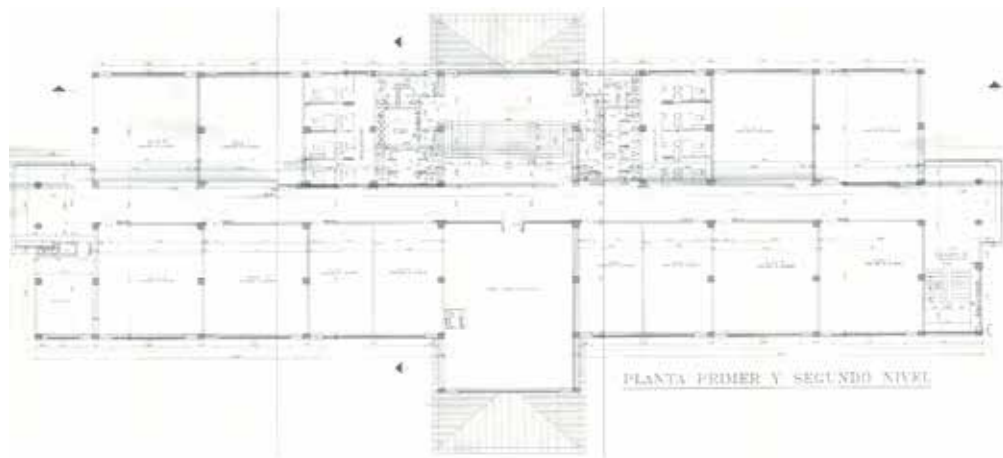


Figura 13. Vista de planta de entrepiso

Fuente: Imagen Escaneada de los Planos de Proyectos Permisados (2018).

4.1.1 Conformación del Modelo Geométrico de la Edificación

El edificio cuenta con 5 niveles, entre los cuales existe un semisótano (para ambos módulos); la altura de entrepisos es de 3,70 mts, de esta manera la altura total de la edificación es de 18,50 mts.

Módulo 1

Se pudo observar durante la inspección visual realizada al área de la edificación correspondiente al módulo 1, que el uso del mismo está conformado por salones pasillos, baños, oficinas, administrativas una escalera principal, un balcón en cada nivel y sus respectivas escaleras de emergencia en la parte lateral derecha, por su uso se tiene que es una edificación de uso educacional. El modulo en dirección “X” tiene 7 pórticos y en dirección “Y” cuenta con 8 pórticos. La edificación tiene una longitud máxima de 45.20 m, un ancho máximo de 31,60 m y un área aproximada por nivel de 980 m².

Módulo 2

Se pudo observar durante la inspección visual realizada al área de la edificación correspondiente al módulo 2, que el uso del mismo está conformado por que el uso del mismo está conformado por salones, un balcón por cada piso, aéreas de depósitos y laboratorios. Por su uso se tiene que es una edificación de uso educacional. El modulo tanto en dirección “X” y “Y” cuenta con 5 pórticos estructurales. La edificación tiene una longitud máxima de 30.10 m, un ancho máximo de 22,50 m y un área aproximada por nivel de 560 m².

4.1.2 Propiedades Mecánicas de los Materiales

Esta información fue obtenida de la memoria descriptiva del proyecto suministrado por el departamento de desarrollo urbano de la Alcaldía del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Donde se indica lo siguiente:

Resistencia a la compresión Cilíndrica del Concreto (f_c): 250
, a los 28 días.

Módulo de Elasticidad del Concreto(E_c): 238751

Tensión Cedente del Acero f_y : 4200

Módulo de Elasticidad el Acero (E_s): 2,1

Resistencia de Suelo. Indefinida

En cuanto, al Módulo de Elasticidad el Concreto (E_c), se obtuvo empleando la fórmula que establece la Norma Venezolana COVENIN 1753-2003.

4.1.3 Secciones Típicas Estructurales de la Edificación

Datos obtenidos por los planos de detalles de proyecto dimensiones de columnas, vigas y losas.

Cuadro 21. Tipos de columnas existentes en la Edificación.

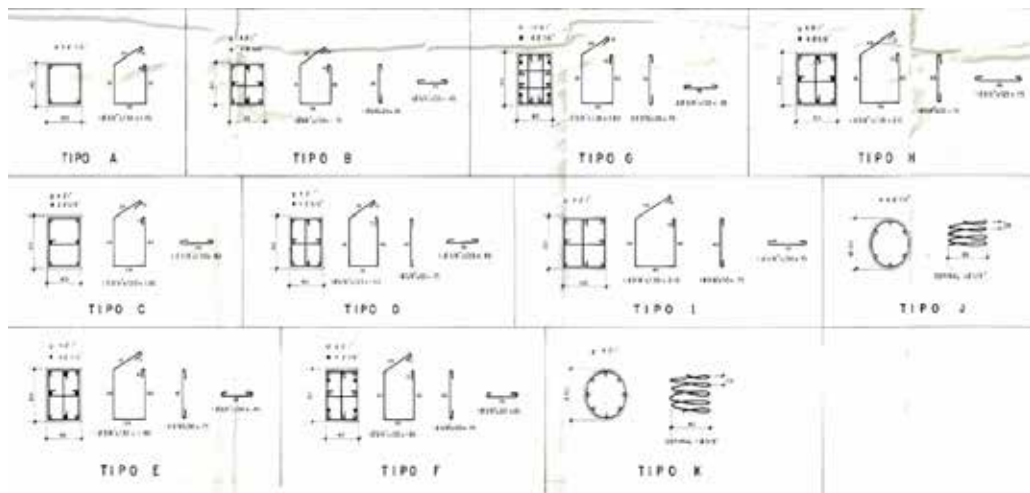
EJES NIV	I-5	I-6	H-5	H-6	G-1	G-2	G-3	G-4	C-5	G-5	G-6	G-7	G-8	G-9	G-10	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-5'	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10
T			H	H	A	G	C	C	C	F	D	C	C	C	A	A	H	N	H	G	F	H	H	H	H	A
3			H	H	A	D	C	C	D	G	D	C	C	C	A	A	H	H	H	G	F	H	H	H	H	B
2			H	H	B	E	C	C	D	G	E	D	D	D	A	B	H	N	H	G	F	H	H	H	H	B
1	I	I	I	I	B	F	D	D	D	G	F	D	D	D	A	B	H	H	H	G	F	H	H	H	H	B
PB	I	I	I	I	B	F	D	D	E	G	F	D	D	D	B	B	H	H	I	G	F	I	I	H	H	B

EJES NIV	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	D-1	D-2	D-3	D-4	D-4'	D-5	D-6	D-6'	D-7	D-8	D-9	D-10	C-2	C-3	C-4
T	J	H	H	H	D	E	H	H	H	H	J	J	H	H	C	C	H	H	C	C	H	H	J	H	H	C
3	J	H	H	H	F	G	H	H	H	H	J	J	H	H	D	C	H	H	C	C	H	H	J	H	H	D
2	K	H	H	H	F	G	H	H	H	H	K	J	H	H	D	C	I	H	D	C	H	H	J	H	H	D
1	K	H	H	H	F	G	H	H	H	H	K	J	H	H	D	C	I	H	E	D	H	H	J	H	H	F
PB	K	H	H	H	F	G	H	H	H	H	K	K	H	H	D	C	I	H	E	D	H	H	J	H	H	F

EJES NIV	C-4	C-5	C-6	C-6'	C-7	C-8	C-9	B-2	B-3	B-4	B-4'	B-5	B-6	B-6'	B-7	B-8	B-9	A-5	A-6
T	C	I	H	C	C	H	H	C	C	C	C	H	H	C	C	C	C		
3	C	I	H	C	C	H	H	C	C	C	C	H	H	C	C	C			
2	D	I	H	D	C	H	H	C	C	D	C	H	H	D	D	C			
1	D	I	I	D	D	H	H	C	D	E	D	H	H	E	D	C	C	H	H
PB	D	I	I	D	D	H	H	D	D	E	D	H	H	E	D	C	D	H	H

Fuente: Imagen Escaneada de los Planos de Proyectos Permisados (2018).

Cuadro 22. Secciones según tipo de columna



Fuente: Imagen Escaneada de los Planos de Proyectos Permisados (2018).

Tabla 1. Dimensiones de Secciones Tipo.

SECCIONES TIPO								
Columna	40X40		50X50		40X50		Ø 50	
Viga	Tipo 1		Tipo 2		Tipo L			
	L	h	L	h	L1	L2	h1	h2
	30cm	50cm	40cm	70cm	50cm	30cm	50cm	25cm

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 2. Dimensiones de Losas.

LOSAS		
Característica	Tipo	Espesor
Losa de Entrepiso	NERVADA EN UNA DIRECCION	25 cm
Losa de Techo	NERVADA EN UNA DIRECCION	25 cm
Losa de Escalera	MACIZA EN UNA DIRECCION	20 cm

Fuente: Elaboración Propia (2018).

4.1.4. Requisitos Geométricos establecidos en la norma COVENIN 1756: 2001.

Clasificación según la regularidad de la estructura.

Irregularidades Verticales

Módulo 1:

En las tablas 3 y 4 se muestra donde se verifico la presencia de entrepiso blando en niveles consecutivos en sentido “X” y “Y”. Esta condición se presenta cuando la rigidez lateral de algún entrepiso es menor a 0,70 veces la del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las rigideces de los tres entrepisos superiores.

Tabla 3. Verificación de entrepiso blando (Modulo 1) Dirección X		
Nivel	Rigidez	Verificación de Entrepiso Blando
Techo	2767934 kg/cm	-
P3	1416364 kg/cm	Entrepiso blando
P2	1521164 kg/cm	Entrepiso Normal
P1	1525587 kg/cm	Entrepiso Normal
PB	1374068 kg/cm	Entrepiso Normal

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 4. Verificación de entrepiso blando (Modulo 1) Dirección Y		
Nivel	Rigidez	Verificación de Entrepiso Blando
Techo	2024766 kg/cm	-
P3	886673 kg/cm	Entrepiso blando
P2	902435 kg/cm	Entrepiso Normal
P1	842318 kg/cm	Entrepiso blando
PB	997804 kg/cm	Entrepiso Normal

Fuente: Cálculos Propios (2018).

El modulo presenta en dos niveles esta irregularidad ya que no cumple con la condición de poseer más del 70% de la rigidez del piso siguiente.

Módulo 2:

Tabla 5. Verificación de entrepiso blando (Modulo 2) Dirección X		
Nivel	Rigidez	Verificación de Entrepiso Blando
Techo	369955 kg/cm	-
P3	314602 kg/cm	Entrepiso Normal
P2	319241 kg/cm	Entrepiso Normal
P1	327594 kg/cm	Entrepiso Normal
PB	435442 kg/cm	Entrepiso Normal

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 6. Verificación de entrepiso blando (Modulo 2) Dirección Y		
Nivel	Rigidez	Verificación de Entrepiso Blando
Techo	232373 kg/cm	-
P3	219970 kg/cm	Entrepiso Normal
P2	222223 kg/cm	Entrepiso Normal
P1	228394 kg/cm	Entrepiso Normal
PB	314383 kg/cm	Entrepiso Normal

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Los entrepisos en este módulo cumplen satisfactoriamente con la condición expuesta en la normativa venezolana.

Para otras irregularidades como entrepiso débil, Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos, Aumento de las masas con la elevación, Variaciones en la geometría del sistema estructural, Esbeltez excesiva la edificación no presenta estas condiciones.

En cuanto a la Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales, el módulo 2 posee un Machón en el nivel 3 soportando una losa de techo de un volado.

En irregularidades en Planta, no presenta estas condiciones.

4.2 Determinar indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo Sísmico y Priorización de la edificación, mediante la metodología propuesta por FUNVISIS.

Para determinar el índice de Priorización que presenta el Edificio Número Uno de La Universidad José Antonio Páez, se definieron los índices de Amenaza y Vulnerabilidad según los parámetros presentados en la **Tabla 9** y **Tabla 10**, luego se aplicó la ecuación 1. Con los respectivos valores y uso de la edificación, para la determinación de la Priorización que presenta la edificación.

Tabla 7. Vulnerabilidad según Metodología FUNVISIS (MÓDULO 1)			
Característica	Valor		Cuadro N°
Zona sísmica 5, Peligro Sísmico elevado, Ao = 0,30, Sin efectos topográficos (IA)	0.68	-	1
Edificación Construida después del año	30	0.25	3
Pórticos de concreto armado rellenos de con paredes de bloques de arcilla o de concreto (I2)	40	0.35	4
Índice de Vulnerabilidad para las irregularidades (I3)	50	0.25	5
Por ausencia de información sobre la profundidad del depósito de sedimentos, se asume perfiles del suelo clasificados como: S3 (I4)	15	0.07	6
Construcción en una planicie (I5)	0	0.04	7
Estructura de concreto ninguno = 0 Agrietamiento de paredes de relleno ninguno = 10 Estado general de mantenimiento Regular = 5(I6)	15	0.04	8
Uso de la edificación A2 (Educativa) N > 1000	0.95	-	10

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Por medio de aplicar las ecuaciones de Índice de Riesgo, Índice de Vulnerabilidad (Ecuación 2), Índice de priorización (Ecuación 1). Se obtiene los valores encontrados en la Tabla 8.

Tabla 8. Índices de Vulnerabilidad, Riesgo Sísmico, Importancia y Priorización

VALORES		CUADRO
I _A	0.68	1
I _v	35,65	Ec. 2
I _i	0.95	10
I _r	24,24	Ec. 4

Ip	23,03	Ec. 1
Calificación de la vulnerabilidad	Media alto	18
Calificación del riesgo	Medio alto	17
Calificación de la priorización	P6	20

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 9. Vulnerabilidad según Metodología FUNVISIS (MÓDULO 2)			
Característica	Valor		
Zona sísmica 5, Peligro Sísmico elevado, Ao = 0,30, Sin efectos topográficos (IA)	0.68	-	1
Edificación Construida después del año	30	0.25	3
Pórticos de concreto armado rellenos de con paredes de bloques de arcilla o de concreto (I2)	40	0.35	4
Índice de Vulnerabilidad para las irregularidades (I3)	0	0.25	5
Por ausencia de información sobre la profundidad del depósito de sedimentos, se asume perfiles del suelo clasificados como: S3 (I4)	15	0.07	6
Construcción en una planicie (I5)	0	0.04	7
Estructura de concreto ninguno = 0 Agrietamiento de paredes de relleno ninguno = 10 Estado general de mantenimiento Regular = 5(I6)	15	0.04	8
Uso de la edificación A2 (Educativa) N > 1000	0.95	-	10

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 10. Índices de Vulnerabilidad, Riesgo Sísmico, Importancia y Priorización

VALORES		TABLA
IA	0.68	1
Iv	23.15	Ec. 2
Ii	0.95	10

Ir	15.74	Ec. 4
Ip	14.95	Ec. 1
Calificación de la vulnerabilidad	Media alto	18
Calificación del riesgo	Medio alto	17
Calificación de la priorización	P6	20

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Según los valores obtenidos y comparando los resultados con las tablas correspondientes, se tiene como resultado que el Edificio Numero Uno de la Universidad José Antonio Páez presenta un índice de Priorización intermedio, donde se considera que hay que hacerle un estudio no muy extenso para los rangos y verificaciones respectivas de normativas.

4.3 Comprobar la respuesta estructural de la edificación ante acciones sísmicas, mediante modelos matemáticos lineales de la edificación.

A partir del modelo descrito anteriormente y sometido a las cargas descritas, se procede a estudiar el comportamiento dinámico de la estructura. En el cual se utilizaron 15 modos de vibración para la superposición modal.

Módulo 1

Corrección del Cortante Basal

Debido a que se utiliza un método de superposición modal de tres grados de libertad por nivel el cortante basal obtenido por el programa de análisis estructural no cumplió con el normativo, en la tabla 11 se muestra la corrección del mismo.

Tabla 11. Corrección del cortante basal MODULO 1

Descripción	Factor	Valor
Zona sísmica (tabla 4.1)	ZS	5
Coefficiente de aceleración horizontal (tabla 4.1)	Ao	0,30 g

Forma espectral (tabla 5.1)	S	S3
Valor de corrección (tabla 5.1)		0,85
Factores de tabla 7.1	T*	1
		2,8
		1
Grupo de edificación ("A", "B1", "B2", "C")(tabla 6.1)	----	A
Factor de importancia (tabla 6.1)		1,3
Nivel de diseño (tabla 6.2)	ND	ND3
Tipo de estructura ("1", "2", "3", "4") (6.3.1)	Tipo	1
Material (Concreto "C", Acero "A")	----	C
Factor de reducción R (tabla 6.4)	R	6
Factor Ct	Ct	0,07
Altura total de la edificación	Hn	18,5
Periodo fundamental	Ta	0,62
Factor de tabla 7.2	T+	0,4s
Factor de sismo	c	1,21
Aceleración de diseño	Ad	0,155 g
Numero de niveles	N	5
Peso total de la estructura	W	5591,59474 ton
Factor cortante basal		0,891
		0,781
Factor cortante basal a usar		0,891
Fuerza cortante basal	Vo	815,986503 ton
Verificación de corte mínimo	----	Ok
Fuerza lateral concentrada	Ft	14,25 ton
Relación $0,04*Vo \leq Ft \leq 0,10*Vo$	----	Menor que $0,04Vo$
Ft a usar	Ft	32,64 ton
Fuerza cortante en dirección X	Vx	749,016 ton
Fuerza cortante en dirección Y	Vy	675,180 ton
Factor de corrección X	----	1,089
Factor de corrección Y	----	1,209
Vx Corregido	Vx	815,986503 ton
Vy Corregido	Vy	815,986503 ton

Fuente: Cálculos Propios (2018).

El coeficiente sísmico cumplió con dicha normativa, se alcanzó más del 90% de la masa participativa. Luego de corregir el cortante basal se determinaron las derivas inelásticas de la edificación, (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Derivas del MÓDULO 1

Nivel	Derivas elásticas		Derivas inelásticas		Deriva limite = 0,012	
	X	Y	X	Y	X	Y
Techo	0,000704	0,000898	0,0033792	0,0043104	O.K	O.K
P3	0,001729	0,002792	0,0082992	0,0134016	O.K	No O.K
P2	0,002433	0,004204	0,0116784	0,0201792	O.K	No O.K
P1	0,003028	0,005848	0,0145344	0,0280704	No O.K	No O.K
PB	0,003765	0,005338	0,018072	0,0256224	No O.K	No O.K

Fuente: Cálculos Propios (2018).

La deriva máxima es 0,0280704, la cual no cumple con los parámetros requeridos por la norma COVENIN 1756-2001, ya que la normativa vigente es más exigente para edificaciones de gran importancia, ya que disminuyen los valores límites de derivas y en ciertos parámetros para la estimación del sismo en la normativa con la cual fue diseñada disminuye la acción del sismo.

Con respecto a la vulnerabilidad que presenta el módulo 1 según los parámetros expuestos en la norma se obtuvo que:

En Vigas

Al realizar el análisis de cada uno de los niveles de la edificación se obtuvo la cantidad de vigas que no cumplen con la cantidad de acero longitudinal requerido, a su vez el porcentaje de vigas que requieren mayor cantidad de acero longitudinal. En Anexos "E". Se muestran tablas de cálculos

Verificación De Acero Longitudinal

Tabla 13. Verificación de acero longitudinal en vigas del MÓDULO 1 PLANTA BAJA			
	Cumple	No cumple	Total

Cantidad	227,00	139,00	366,00
Porcentaje	62,02%	37,98%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 14. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Planta Baja

Fuente: Cálculos Propios (2018).

	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	260,00	106,00	366,00
Porcentaje	71,04%	28,96%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).

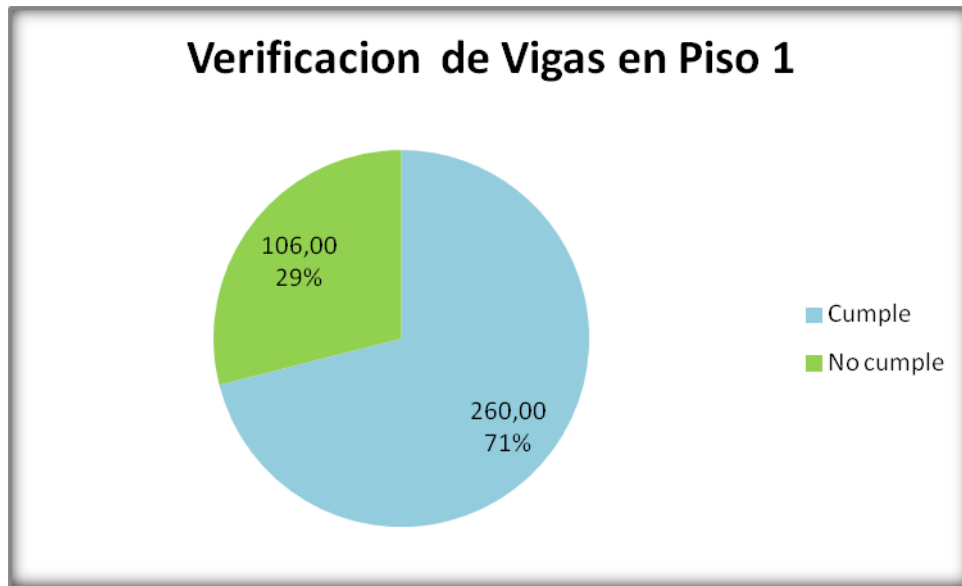


Figura 15. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 1
Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 15. Verificación de acero longitudinal en vigas del MÓDULO 1 PISO 2

	No Requiere	Requiere	Total
Cantidad	266,00	100,00	366,00
Porcentaje	72,68%	27,32%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 16. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 2
Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 16. Verificación de acero longitudinal en vigas MÓDULO 1			
PISO 3			
	No Requiere	Requiere	Total
Cantidad	301,00	65,00	366,00
Porcentaje	82,24%	17,76%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 17. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 3

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 17. Verificación de acero longitudinal en vigas en MÓDULO 1			
TECHO LOSA			
	No Requiere	Requiere	Total
Cantidad	108,00	0,00	108,00
Porcentaje	100,00%	0,00%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 18. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Techo Losa
Fuente: Cálculos Propios (2018).

El acero en vigas fue suministrado en el software como aparecen en los planos, se pudo observar que el porcentaje de vigas que requieren mayor cantidad de acero longitudinal se encuentra en Planta Baja y Piso 1. De igual manera es importante que la mayor cantidad de vigas cumplan con las condiciones de ND3, ya que en sistemas aporticados como es el caso de esta edificación, se puede dar el caso que no disipe la cantidad de energía requerida.

En Columnas

Tabla 18. Verificación de acero longitudinal en columnas MÓDULO 1				Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)
Eje	Columna	Nivel	As long colocado	Verificación
4'	B	S. Sótano-PB	28,186 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
		1-2	24,227 cm ²	No cumple
		2-3	24,227 cm ²	No cumple
		3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple
	C	S. Sótano -PB	28,186 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
		1-2	28,186 cm ²	No cumple
		2-3	24,227 cm ²	No cumple
		3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple
	D	S. Sótano -PB	24,227 cm ²	No cumple

		PB-1	24,227 cm2	No cumple	
		1-2	24,227 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
	B	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	C	S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	40,537 cm2	No cumple	
		1-2	40,537 cm2	No cumple	
		2-3	40,537 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	40,537 cm2	No cumple	
	D	S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	40,537 cm2	No cumple	
		1-2	40,537 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
			3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple
		E	S. Sótano -PB	76,323 cm2	No cumple
PB-1			76,323 cm2	No cumple	
1-2			76,323 cm2	No cumple	
2-3			76,323 cm2	No cumple	
3-Techo losa			35,786 cm2	No cumple	
F		S. Sótano -PB	56,055 cm2	No cumple	
		PB-1	56,055 cm2	No cumple	
		1-2	56,055 cm2	No cumple	
		2-3	56,055 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	56,055 cm2	No cumple	
G		S. Sótano PB	76,323 cm2	No cumple	
		PB-1	76,323 cm2	No cumple	
		1-2	76,323 cm2	No cumple	
		2-3	76,323 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	56,055 cm2	No cumple	
H		S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	40,537 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple		
6	B	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	C	S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	40,537 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	

		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	D	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	E	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	F	S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	G	S. Sótano -PB	56,055 cm2	No cumple	
			PB-1	56,055 cm2	No cumple
			1-2	35,786 cm2	No cumple
2-3			28,186 cm2	No cumple	
3-Techo losa			28,186 cm2	No cumple	
H		S. Sótano-PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	40,537 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
6'	B	S. Sótano-PB	35,786 cm2	No cumple	
		PB-1	35,786 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
	C	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
	D	S. Sótano -PB	35,786 cm2	No cumple	
		PB-1	35,786 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
7	B	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	

	C	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	24,227 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
	D	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	24,227 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
	E	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	F	S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
			2-3	28,186 cm2	No cumple
			3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple
S. Sótano -PB			28,186 cm2	No cumple	
G		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
8	B	3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	24,227 cm2	No cumple	
		PB-1	24,227 cm2	No cumple	
		1-2	24,227 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
	C	3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
	D	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
	E	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
F	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple		
	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple		
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	

	G	1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
9	B	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	24,227 cm2	No cumple	
		1-2	24,227 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
	C	3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
	D	2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
	E	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
	F	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
3-Techo losa		28,186 cm2	No cumple		
S. Sótano -PB		28,186 cm2	No cumple		
G	PB-1	28,186 cm2	No cumple		
	1-2	28,186 cm2	No cumple		
	2-3	24,227 cm2	No cumple		
	3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple		
	10	D	S. Sótano -PB	23,277 cm2	Cumple
			PB-1	23,277 cm2	Cumple
1-2			23,277 cm2	Cumple	
2-3			23,277 cm2	Cumple	
3-Techo losa			23,277 cm2	Cumple	
E		S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	40,537 cm2	No cumple	
		1-2	40,537 cm2	No cumple	

		2-3	23,277 cm2	Cumple
		3-Techo losa	23,277 cm2	Cumple
F		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple
		PB-1	28,186 cm2	No cumple
		1-2	28,186 cm2	No cumple
		2-3	28,186 cm2	No cumple
		3-Techo losa	15,518 cm2	Cumple
G		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple
		PB-1	15,518 cm2	Cumple
		1-2	15,518 cm2	Cumple
		2-3	15,518 cm2	Cumple
		3-Techo losa	15,518 cm2	Cumple

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 19. Resumen de Verificación de acero longitudinal en Columnas del MÓDULO 1			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	12,00	198,00	210,00
Porcentaje	5,71%	94,29%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).

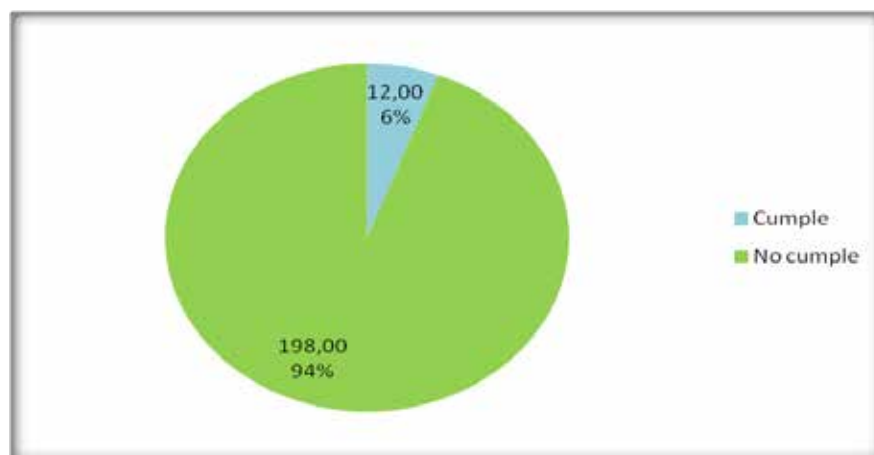


Figura 19. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero longitudinal Modulo1

Fuente: Cálculos Propios (2018).

A pesar que un 94% de las columnas se obtuvo que requieran mayor cantidad de acero de refuerzo. Luego de analizar el acero longitudinal, se analizó el acero transversal requerido de cada uno de los tipos de columnas existentes según los planos de proyecto donde se puede observar en la Tabla 22 y Figura 16.

Columna tipo	As trans colocado	Separación sugerida	Separación real
A	0,71 cm ²	10,67 cm	30 cm
B	0,71 cm ²	14,32 cm	25 cm
C	0,71 cm ²	26,23 cm	30 cm
D	0,71 cm ²	94,08 cm	25 cm
E	0,71 cm ²	49,09 cm	30 cm
F	0,71 cm ²	39,35 cm	20 cm
G	0,71 cm ²	61,18 cm	20 cm
H	0,71 cm ²	157,71 cm	25 cm
I	0,71 cm ²	11,65 cm	30 cm
J	0,71 cm ²	12,48 cm	8 cm
K	0,71 cm ²	8,70 cm	8 cm

Fuente: Cálculos Propios (2018).

	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	7,00	4,00	11,00
Porcentaje	63,64%	36,36%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 20. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero Transversal
Modulo 1

Fuente: Cálculos Propios (2018).

El 64% de las columnas del módulo requieren mayor cantidad de acero de refuerzo transversal.

Tabla 22. Verificación De Cortante en los nodos del Módulo 1			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	137,00	68,00	209,00
Porcentaje	65,55%	32,54%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 21. Porcentaje de nodos que cumplen con los requerimientos de la normativa vigente en Modulo 1

Fuente: Cálculos Propios (2018).

De acuerdo al análisis sísmico obtenido a través del software de cálculo, y en concordancia con la Tabla 22. El 67% de los nodos no tiene la capacidad a corte para resistir la demanda sísmica.

Verificación de Cuantías en las columnas

Tabla 23. Verificación de cuantía en columnas						
Columna tipo	Dimensiones		Área de la columna	Área de acero	Cuantía real	1% < <6%
	Base	Altura				

A	40,00 cm	40,00 cm	1600,000 cm ²	15,518 cm ²	0,97%	No cumple
B	40,00 cm	40,00 cm	1600,000 cm ²	28,186 cm ²	1,76%	Cumple
C	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	24,227 cm ²	1,21%	Cumple
D	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	28,186 cm ²	1,41%	Cumple
E	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	35,786 cm ²	1,79%	Cumple
F	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	56,055 cm ²	2,80%	Cumple
G	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	76,323 cm ²	3,82%	Cumple
H	50,00 cm	50,00 cm	2500,000 cm ²	28,186 cm ²	1,13%	Cumple
I	50,00 cm	50,00 cm	2500,000 cm ²	40,537 cm ²	1,62%	Cumple
Columna tipo	Diámetro		Área de la columna	Área de acero	Cuantía real	
J	50,00 cm		1963,495 cm ²	23,277 cm ²	1,19%	Cumple
K	50,00 cm		1963,495 cm ²	40,537 cm ²	2,06%	Cumple

Fuente: Cálculos Propios (2018). De los 11 tipos de columnas, solo 1 no cumple con la condición de acero mínimo y máximo requerido por la normativa vigente.

Verificación de Columna fuerte - Viga débil

Consiste en verificar en los nodos la relación del momento en las vigas entre el momento en las columnas y no puede ser mayor de 6/5, obteniendo del diseño lo siguiente:

	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	110,00	69,00	209,00
Porcentaje	52,63%	33,01%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).

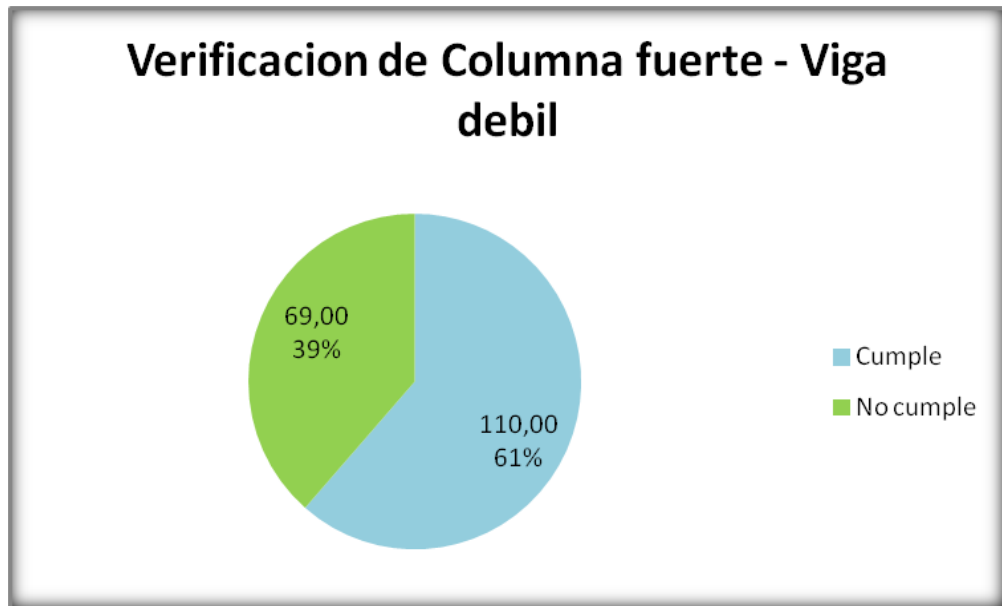


Figura 22. Porcentaje de Nodos que cumplen con los Requerimientos de la Normativa Vigente en Modulo 1

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Módulo 2

Corrección del Cortante Basal

Debido a que se utiliza un método de superposición modal de tres grados de libertad por nivel el cortante basal obtenido por el programa de análisis estructural no cumplió con el normativo, en la tabla 27 se muestra la corrección del mismo.

Tabla 25. Corrección Del Cortante Basal Modulo 2

Descripción	Factor	Valor
Zona sísmica (tabla 4.1)	ZS	5
Coefficiente de aceleración horizontal (tabla 4.1)	Ao	0,30 g
Forma espectral (tabla 5.1)	S	S3
Valor de corrección (tabla 5.1)		0,85
Factores de tabla 7.1	T*	1
		2,8
		1
Grupo de edificación ("A","B1","B2","C")(tabla 6.1)	----	A

Factor de importancia (tabla 6.1)		1,3
Nivel de diseño (tabla 6.2)	ND	ND3
Tipo de estructura ("1","2","3","4") (6.3.1)	Tip o	1
Material (Concreto "C", Acero "A")	----	C
Factor de reducción R (tabla 6.4)	R	6
Factor Ct	Ct	0,07
Altura total de la edificación	Hn	18,5
Periodo fundamental	Ta	0,62
Factor de tabla 7.2	T+	0,4
Factor de sismo	c	1,21
Aceleración de diseño	Ad	0,155 g
Numero de niveles	N	5
Peso total de la estructura	W	3320,14942 ton
Factor cortante basal		0,891
		0,781
Factor cortante basal a usar		0,891
Fuerza cortante basal	Vo	484,512422 ton
Verificación de corte mínimo	----	Ok
Fuerza lateral concentrada	Ft	8,46 ton
Relación $0,04*Vo \leq Ft \leq 0,10*Vo$	----	Menor que 0,04Vo
Ft a usar	Ft	19,38 ton
Fuerza cortante en dirección X	Vx	482,661 ton
Fuerza cortante en dirección Y	Vy	474,333 ton
Factor de corrección X	----	1,004
Factor de corrección Y	----	1,021
Vx Corregido	Vx	484,512422 ton
Vy Corregido	Vy	484,512422 ton

Fuente: Cálculos Propios (2018).

El coeficiente sísmico cumplió con dicha normativa, se alcanzó más del 90% de la masa participativa. Luego de corregir el cortante basal se determinaron las derivas inelásticas de la edificación, (Ver Tabla 26).

Nivel	Derivas elásticas		Derivas inelásticas		Deriva limite = 0,012	
	X	Y	X	Y	X	Y
Techo	0,000724	0,001925	0,0034752	0,00924	O.K	O.K
P3	0,002128	0,002927	0,0102144	0,0140496	O.K	No O.K

P2	0,00307	0,004281	0,014736	0,0205488	No O.K	No O.K
P1	0,003671	0,005134	0,0176208	0,0246432	No O.K	No O.K
PB	0,003021	0,004107	0,0145008	0,0197136	No O.K	No O.K

Tabla 26. Derivas del Módulo 2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

La deriva máxima es 0,0246432, la cual no cumple con los parámetros requeridos por la norma COVENIN 1756-2001, ya que la normativa vigente es más exigente para edificaciones de gran importancia, ya que disminuyen los valores límites de derivas y en ciertos parámetros para la estimación del sismo en la normativa con la cual fue diseñada disminuye la acción del sismo.

Con respecto a la vulnerabilidad que presenta el módulo 2 según los parámetros expuestos en la norma se obtuvo que:

En Vigas

ACERO LONGITUDINAL

Tabla 27. Verificación de acero longitudinal en vigas Modulo 2			
PLANTA BAJA			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	81,00	165,00	246,00
Porcentaje	32,93%	67,07%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 23. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Planta Baja Modulo 2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 28. Verificación de acero longitudinal en vigas Modulo 2			
PISO 1			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	106,00	164,00	270,00
Porcentaje	39,26%	60,74%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 24. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 1 Modulo 2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 29. Verificación de acero longitudinal en vigas Modulo 2 - PISO 2			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	121,00	149,00	270,00
Porcentaje	44,81%	55,19,00%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 25. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 2 Modulo 2
Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 30. Verificación de acero longitudinal en vigas en Piso 3 Modulo 2 – PISO 3			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	206,00	64,00	270,00
Porcentaje	76,30%	23,70%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 26. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 3 Modulo 2
Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 31. Verificación de acero longitudinal en vigas Modulo2 - TECHO LOSA			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	114,00	0,00	114,00
Porcentaje	100,00%	0,00%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 27. Porcentaje de Vigas que Requieren acero longitudinal en Piso 3 Modulo 2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Luego de verificar cada uno de los pórticos en cada nivel del módulo se obtuvo que en los pisos planta baja, 1, 2 y 3 la cantidad de acero longitudinal colocado no es el adecuado para lo establecido con la normativa vigente, ya que la edificación fue diseñada con la normativa COVENIN 1756-1988 y las condiciones de diseño para dicha norma no eran tan exigentes como la vigente.

En Columnas

Tabla 32. Verificación de acero longitudinal en columnas	Diferencia de
--	---------------

MÓDULO 2				Acero (Requerido- Colocado)	
Eje	Columna	Nivel	As long colocado	Verificación	
1	D	S. Sótano-PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	23,277 cm2	Cumple	
		1-2	23,277 cm2	Cumple	
		2-3	23,277 cm2	Cumple	
		3-Techo losa	23,277 cm2	Cumple	
	E	S. Sótano -PB	40,537 cm2	No cumple	
		PB-1	40,537 cm2	No cumple	
		1-2	40,537 cm2	No cumple	
		2-3	23,277 cm2	Cumple	
		3-Techo losa	23,277 cm2	Cumple	
	F	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	15,518 cm2	Cumple	
		3-Techo losa	15,518 cm2	Cumple	
	G	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	15,518 cm2	Cumple	
		3-Techo losa	15,518 cm2	Cumple	
2	B	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	24,227 cm2	No cumple	
		1-2	24,227 cm2	No cumple	
		2-3	24,227 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
	C	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
			1-2	28,186 cm2	No cumple
			2-3	28,186 cm2	No cumple
			3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple
D		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple	
E		S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		PB-1	28,186 cm2	No cumple	
		1-2	28,186 cm2	No cumple	
		2-3	28,186 cm2	No cumple	
		3-Techo losa		28,186 cm2	No cumple
				28,186 cm2	No cumple
				28,186 cm2	No cumple
F	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple		
	PB-1	28,186 cm2	No cumple		

		1-2	28,186 cm2	No cumple		
		2-3	28,186 cm2	No cumple		
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple		
		G	S. Sótano -PB	56,055 cm2	No cumple	
			PB-1	56,055 cm2	No cumple	
			1-2	35,786 cm2	No cumple	
			2-3	28,186 cm2	No cumple	
			3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
			S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
		3	B	PB-1	28,186 cm2	No cumple
1-2	24,227 cm2			No cumple		
2-3	24,227 cm2			No cumple		
3-Techo losa	24,227 cm2			No cumple		
S. Sótano -PB	28,186 cm2			No cumple		
C	PB-1		28,186 cm2	No cumple		
	1-2		28,186 cm2	No cumple		
	2-3		28,186 cm2	No cumple		
	3-Techo losa		28,186 cm2	No cumple		
	S. Sótano -PB		28,186 cm2	No cumple		
D	PB-1	28,186 cm2	No cumple			
	1-2	28,186 cm2	No cumple			
	2-3	28,186 cm2	No cumple			
	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple			
	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple			
E	PB-1	28,186 cm2	No cumple			
	1-2	28,186 cm2	No cumple			
	2-3	28,186 cm2	No cumple			
	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple			
	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple			
F	PB-1	28,186 cm2	No cumple			
	1-2	28,186 cm2	No cumple			
	2-3	28,186 cm2	No cumple			
	3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple			
		3-Techo losa	28,186 cm2	No cumple		
		G	S. Sótano -PB	28,186 cm2	No cumple	
			PB-1	28,186 cm2	No cumple	
			1-2	24,227 cm2	No cumple	
			2-3	24,227 cm2	No cumple	
			3-Techo losa	24,227 cm2	No cumple	
		4	B	S. Sótano -PB	35,786 cm2	No cumple
				PB-1	35,786 cm2	No cumple
				1-2	28,186 cm2	No cumple
				2-3	28,186 cm2	Cumple
3-Techo losa	24,227 cm2			Cumple		
C	S. Sótano -PB		56,055 cm2	No cumple		
	PB-1		56,055 cm2	No cumple		
	1-2		28,186 cm2	No cumple		
	2-3		24,227 cm2	No cumple		

		3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple
	D	S. Sótano -PB	28,186 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
		1-2	28,186 cm ²	No cumple
		2-3	28,186 cm ²	No cumple
		3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple
	E	S. Sótano -PB	28,186 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
		1-2	28,186 cm ²	No cumple
		2-3	28,186 cm ²	No cumple
	F	3-Techo losa	28,186 cm ²	No cumple
		S. Sótano -PB	40,537 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
		1-2	28,186 cm ²	No cumple
		2-3	28,186 cm ²	No cumple
	G	3-Techo losa	28,186 cm ²	No cumple
		S. Sótano -PB	28,186 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
		1-2	24,227 cm ²	No cumple
		2-3	24,227 cm ²	No cumple
4'	B	3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple
		S. Sótano -PB	28,186 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
		1-2	24,227 cm ²	No cumple
		2-3	24,227 cm ²	No cumple
	C	3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple
		S. Sótano -PB	28,186 cm ²	No cumple
		PB-1	28,186 cm ²	No cumple
1-2		28,186 cm ²	No cumple	
	D	2-3	24,227 cm ²	No cumple
		3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple
		S. Sótano -PB	24,227 cm ²	No cumple
		PB-1	24,227 cm ²	No cumple
		1-2	24,227 cm ²	No cumple
		2-3	24,227 cm ²	No cumple
		3-Techo losa	24,227 cm ²	No cumple

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Tabla 33. Resumen de Verificación de acero longitudinal en Columnas del MÓDULO 2			
	Cumple	No cumple	Total

Cantidad	12,00	128,00	140,00
Porcentaje	8,57%	91,43%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).

De acuerdo a lo analizado en la tabla según la diferencia de acero entre lo requerido y colocado, el déficit en todas las columnas que no cumplen es menor al 1% del área requerida, situándose esta diferencia entre todos los niveles de módulo exceptuando el techo. Esto tiene relacion a que la edificación fue diseñada bajo la normativa COVENIN 1756-1988 y las condiciones de diseño para dicha norma no eran tan exigentes como la vigente.



Figura 28. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero longitudinal Modulo2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Luego de analizar el acero longitudinal, se analizó el acero transversal requerido de cada uno de los tipos de columnas existentes según los planos de proyecto donde se puede observar en la Tabla 34, Tabla 35 y Figura 29.

Tabla 34. Separación de acero transversal en Columnas Modulo 2			
Columna tipo	As trans colocado	Separación sugerida	Separación real

A	0,71 cm ²	42,20 cm	30 cm
B	0,71 cm ²	34,63 cm	25 cm
C	0,71 cm ²	12,97 cm	30 cm
D	0,71 cm ²	19,91 cm	25 cm
E	0,71 cm ²	23,06 cm	30 cm
F	0,71 cm ²	22,69 cm	20 cm
G	0,71 cm ²	24,10 cm	20 cm
H	0,71 cm ²	15,50 cm	25 cm
I	0,71 cm ²	17,14 cm	30 cm
J	0,71 cm ²	17,92 cm	8 cm
K	0,71 cm ²	13,98 cm	8 cm

Fuente: Cálculos Propios (2018).

	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	6,00	5,00	11,00
Porcentaje	54,55%	45,45%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).



Figura 29. Porcentaje de Columnas que Requieren mayor acero Transversal Modulo 2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Requerimiento para verificar cuantía según Norma COVENIN 1756-2001, Se obtuvo:

Tabla 36. Verificación de cuantía en columnas						
Columna tipo	Dimensiones		Área de la columna	Área de acero	Cuantía real	Verificación 1% < <6%
	Base	Altura				
A	40,00 cm	40,00 cm	1600,000 cm ²	15,518 cm ²	0,97%	No cumple
B	40,00 cm	40,00 cm	1600,000 cm ²	28,186 cm ²	1,76%	Cumple
C	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	24,227 cm ²	1,21%	Cumple
D	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	28,186 cm ²	1,41%	Cumple
E	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	35,786 cm ²	1,79%	Cumple
F	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	56,055 cm ²	2,80%	Cumple
G	40,00 cm	50,00 cm	2000,000 cm ²	76,323 cm ²	3,82%	Cumple
H	50,00 cm	50,00 cm	2500,000 cm ²	28,186 cm ²	1,13%	Cumple
I	50,00 cm	50,00 cm	2500,000 cm ²	40,537 cm ²	1,62%	Cumple
Columna tipo	Diámetro		Área de la columna	Área de acero	Cuantía real	Verificación
J	50,00 cm		1963,495 cm ²	23,277 cm ²	1,19%	Cumple
K	50,00 cm		1963,495 cm ²	40,537 cm ²	2,06%	Cumple

Fuente: Cálculos Propios (2018).

Un solo tipo de columna de las 11 existentes en el módulo no cumplen con la condición establecida en la normativa vigente.

Cortante en los Nodos

Tabla 37. Verificación De Cortante en los nodos			
	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	30,00	110,00	140,00
Porcentaje	21,43%	78,57%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).

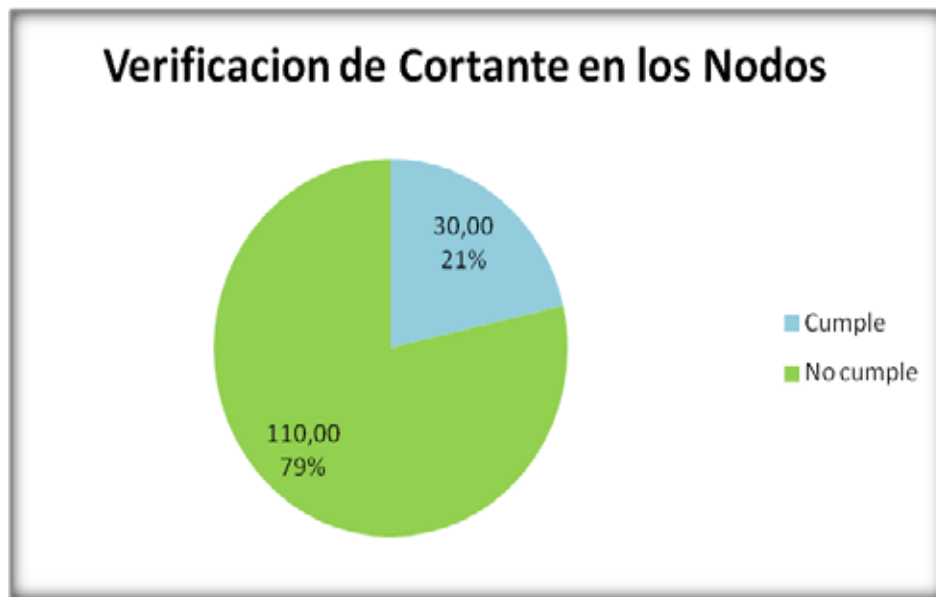


Figura 30. Porcentaje de nodos que cumplen con los requerimientos de la normativa vigente en Modulo 2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

De acuerdo al análisis sísmico obtenido a través del software de cálculo, y en concordancia con la Tabla 30. El 79% de los nodos no tiene la capacidad a corte para resistir la demanda sísmica.

Verificación de Columna fuerte - Viga débil

Consiste en verificar en los nodos la relación del momento en las vigas entre el momento en las columnas y no puede ser mayor de 6/5, obteniendo del diseño lo siguiente:

	Cumple	No cumple	Total
Cantidad	30,00	110,00	140,00
Porcentaje	21,43%	78,57%	100,00%

Fuente: Cálculos Propios (2018).

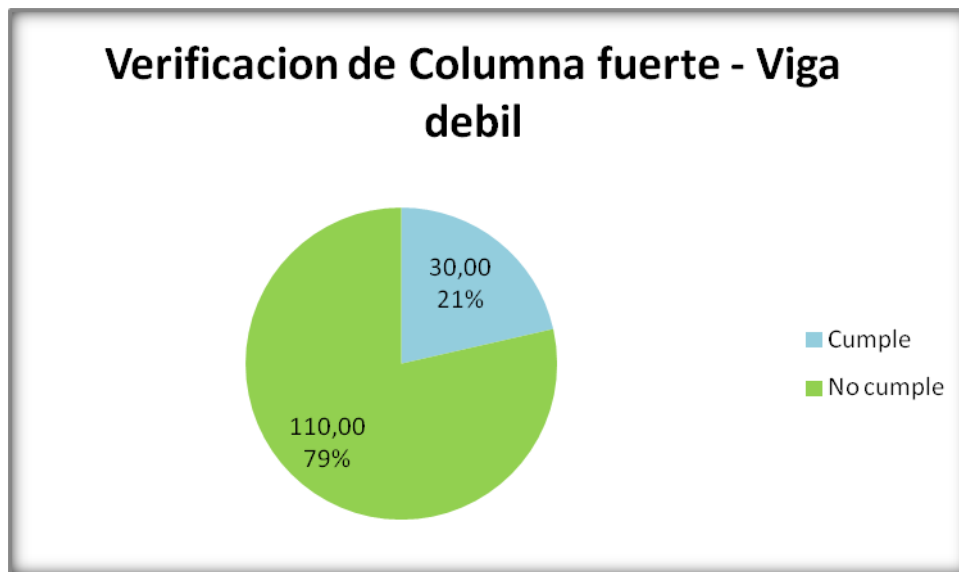


Figura 31. Porcentaje de Nodos que cumplen con los Requerimientos de la Normativa Vigente en Modulo 2

Fuente: Cálculos Propios (2018).

4.4 Evaluar la vulnerabilidad estructural de la edificación mediante la comparación de sus condiciones de diseño estructural con las exigencias de las normas venezolanas vigentes.

Verificación de diseño estructural sismorresistente nd3 según la norma COVENIN 1753-2003

MODULO 1

18.2.3 EMPALMES

Criterios de empalmes por solape:

- a) No se permiten empalmes en los nodos:

Este criterio no se cumple en la vigas D, Nodo 6' y en la viga E, Nodo 6.

b) No se permiten empalmes en una distancia igual a $2h$ medida desde la cara del apoyo:

Este criterio no cumple en los siguientes tramos de viga:

Pórtico G tramo (7-8)

Pórtico 5 tramo (E-F)

Pórtico 6 tramo (E-F)

Pórtico F tramo (7-8) Nivel techo

Pórtico E tramos (6-7) (7-8) Nivel techo

Pórtico D tramos (6-6') (7-8) Nivel techo

Pórtico D tramos (6'-7) (7-8) Niveles 3,2,1 y Planta baja

Pórtico C tramos (6-6') (7-8) Nivel techo

Pórtico C tramo (6-6') Niveles 3,2,1 y Planta baja

Pórtico B tramos (6-6') (7-8) Nivel techo

Pórtico B tramo (6-6') Niveles 3,2,1 y Planta baja

Ejemplo empalmes en una distancia igual a $2h$ medida desde la cara del apoyo.

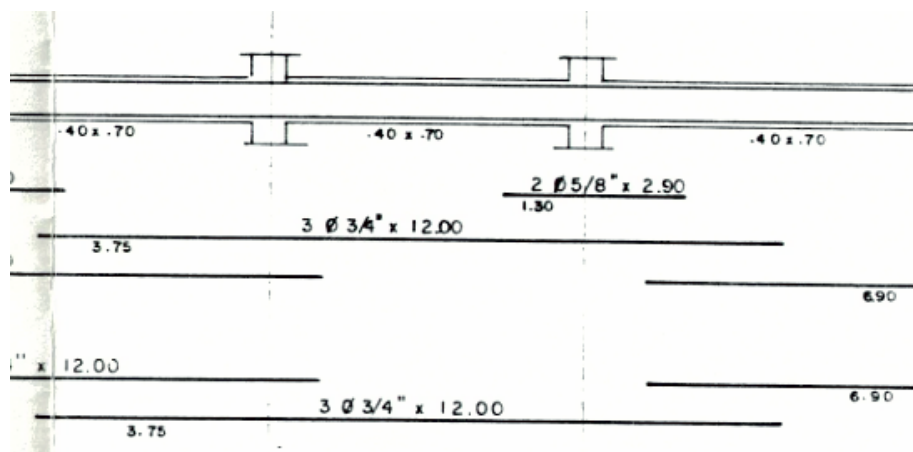


Figura 32. Pórtico D tramos (6'-7) (7-8) Niveles 3, 2,1 y Planta baja

Fuente: Departamento Desarrollo urbano Alcaldía San Diego (2018).

- c) En toda la longitud de solape se colocara acero de refuerzo transversal formado por estribos cerrados que cumplen con los requisitos del acápite b.4 de la sección 7.2.2, y la separación no será mayor que $d/4$ ó 10 cm.

Este criterio no cumple debido a que la separación en las longitudes de solape en las siguientes vigas es mayor de 10cm.

Vigas L: $S = 11\text{cm}$

Vigas (30x50)cm: $S = 11\text{cm}$

Vigas (40x70)cm: $S = 16\text{cm}$

- d) En las columnas, solo se permite solapar dentro del tercio central de la altura libre del miembro. Estos empalmes se diseñarán como empalmes por tracción y deberán quedar confinados por ligaduras cerradas separadas a una distancia no mayor que $d/4$ ó 10 cm. En caso de utilizarse zunchos, el paso del zuncho no será mayor de 7.5 cm.

Revisando los planos, los empalmes en las columnas fueron colocados en la mitad de la altura de las columnas y las ligaduras cerradas cuentan con una separación exacta de 10cm.

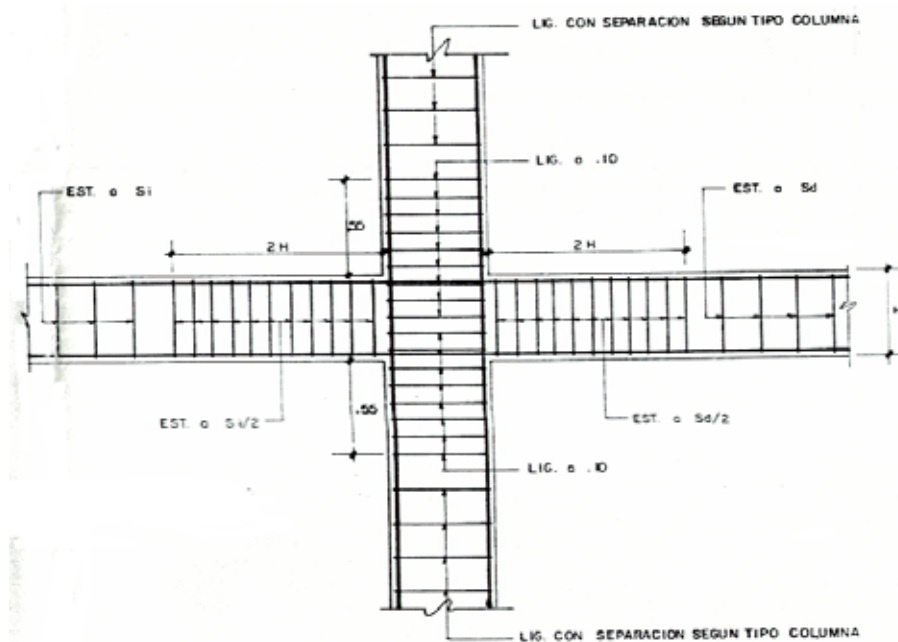


Figura 33. Detalle unión VIGA- COLUMNA

Fuente: Departamento Desarrollo urbano Alcaldía San Diego (2018).

18.3 NIVEL DE DISEÑO ND3

18.3.2. Requisitos (miembros solicitados a flexión)

- a)** La luz libre L_n , debe ser por lo menos 4 veces su altura útil, **d**.

Para las vigas L: $d = 45$ cm. No se presentan tramos entre apoyos de $L_n < 180$ cm.

Para las vigas (30x50) cm: $d = 45$ cm No se presentan tramos de $L_n < 180$ cm, pero hay un voladizo en el tramo de viga G-10 cuya luz no cumple con lo mínimo.

Para las vigas (40x70)cm: $d = 65$ cm No se presentan tramos de $L_n < 260$ cm

- b)** La relación anchura/altura de su sección transversal debe ser mayor o igual a 0,3.

Para las vigas L: $30/50 > 0,3$ (Cumple).

Para las vigas (30x50)cm: $30/50 > 0,3$ (Cumple)

Para las vigas (40x70)cm: $40/70 > 0,3$ (Cumple)

- c)** La anchura mínima debe ser 25cm

Para las vigas L: Anchura > 25 cm (Cumple)

Para las vigas (30x50)cm: Anchura > 25 cm (Cumple)

Para las vigas (40x70)cm: Anchura > 25 cm (Cumple)

- d)** La anchura máxima no debe exceder la anchura del miembro que le sirve de soporte, medido en un plano perpendicular al eje longitudinal de la viga, más una distancia, a cada lado, no superior al 75% de la altura total de la viga.

Para las vigas L: Anchura máxima de viga = 50cm, anchura de los miembros que le sirven de apoyo, perpendiculares al plano longitudinal de la viga = 50cm (Cumple)

Para las vigas (30x50)cm: Anchura máxima de viga = 30cm, anchura de los miembros que le sirven de apoyo, perpendiculares al plano longitudinal de la viga = 40 y 50cm (Cumple)

Para las vigas (40x70)cm: perpendiculares al plano longitudinal de la viga = 40 y 50cm (Cumple)

- e) Cuando excepcionalmente por razones arquitectónicas, la viga plana, forme parte del sistema resistente a sismos, tendrá una altura mayor o igual a 15 veces el diámetro de la mayor barra longitudinal de las columnas donde se apoya.

Vigas pertenecientes al sistema resistente a sismos: viga (40x70) cm, el acero de refuerzo longitudinal en las columnas de apoyo es de 1" = 2,54 cm, $15 * 2,54\text{cm} = 38,1\text{cm}$, altura de las vigas = 70cm (Cumple).

- f) La viga acartelada se analizará y detallará tomando en consideración sus características geométricas y de comportamiento.

No hay presencia de vigas acarteladas.

18.3.4. Diseño del refuerzo de confinamiento.

En las zonas confinadas, los estribos deben ser cerrados y su separación S, no debe exceder el menor de los valores siguientes:

- a) $d/4$
- b) 8 veces el diámetro de la barra longitudinal más delgada
- c) 24 veces el diámetro del estribo
- d) 30cm

No cumple en los siguientes tramos:

Pórtico G tramo (5-6) para el nivel techo: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico G tramos (5-6) (6-7) (7-8) (8-9) para el nivel 3: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico G tramos (6-7) (7-8) (8-9) (9-10) para los niveles 2,1 y Planta baja: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico F tramos (5-6) (6-7) (7-8) (8-9) para el nivel techo: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico F tramo (8-9) para los niveles 3,2,1 y Planta baja: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico F tramo (9-10) para los niveles 1 y Planta baja: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico E tramos (9-10) (10-Voladizo) para el nivel techo: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico D tramos (9-10) (10-Voladizo) para el nivel techo: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico D tramos (5-6) (6-7) para los niveles 3 y 2: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico C tramos (7-8) (8-9) para los niveles 1 y Planta baja: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico C tramos (7-8) (8-9) para los niveles 3,2 1 y Planta baja: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico B todos los tramos para los niveles 3 y 2: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico B tramos (5-6) (6-6´) para los niveles 1 y Planta baja: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 5 todos los tramos para el nivel 3: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 5 tramos (B-C) (C-D) (E-F) (F-G) (G-H) para el nivel 2: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 5 tramos (A-B) (H-I) para el nivel 1: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 6 todos los tramos para los niveles 3 y 2: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 6 tramos (A-B) (H-I) para el nivel 1: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 7 tramos (B-C) (C-D) (E-F) (F-G) para los niveles 3 y 2: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$

Pórtico 8 tramos (B-C) (C-D) (E-F) (F-G) para los niveles 3 y 2: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$

Pórtico 9 todos los tramos para los niveles techo y 3: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 9 tramos (B-C) (E-F) (F-G) para el nivel 2: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 9 tramos (D-E) (E-F) para los niveles 1 y Planta baja: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 10 tramos (E-F') (F'-G) para los niveles techo y 3: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 10 todos los tramos para los niveles 2, 1 y Planta baja: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

En las zonas no confinadas, y a menos que el diseño por corte resulte más exigente, se colocará acero de refuerzo transversal mínimo con una separación no mayor que $d/2$

Este requisito cumple para todas las vigas ya que la separación máxima puesta en los planos en las vigas de (40x70) cm es $S_{znc} = 32\text{cm}$ y $d/2 = 32,5\text{cm}$, y en las vigas L y de (30x50) cm es $S_{znc} = 22\text{cm}$ y $d/2 = 22,5\text{cm}$.

18.4.2. Requisitos (miembros solicitados a flexión y carga axial)

- a) La menor dimensión transversal, medida a lo largo de una recta que pase por su centro geométrico, no sea menor que 30 cm. (Cumple).
- b) La relación entre la menor dimensión de la sección transversal y la correspondiente en una dirección perpendicular, no sea inferior a 0.4.

- c) La dimensión mínima de columnas de concreto de peso normal y de cualquier sección, **h**, en la dirección paralela a acero de refuerzo de la viga no será menor que lo obtenido con la fórmula **(18-3)**, donde **db**, es el diámetro de la barra longitudinal de mayor diámetro de la viga, cuando esta se extiende a través del nodo viga - columna.

_____ Ecuación 5.

Para las vigas L:

Para las vigas (30x50)cm:

Para las vigas (40x70)cm:

18.4.4. Acero de refuerzo longitudinal

La cuantía geométrica no será menor que 0.01 ni mayor que 0.06.

Este criterio no cumple para las columnas tipo A ya que su área es de 1600cm² (40x40) cm y su refuerzo de acero es de 4 Ø7/8” para un As = 15,518 cm², dando como resultado una cuantía de 0,97% lo cual es menor al 1% requerido por norma.

18.4.5. Diseño de refuerzo de confinamiento

El acero de refuerzo transversal especificado en las Subsecciones 18.4.5.1 a 18.4.5.3, se dispondrá a lo largo de la longitud L_o , medida desde cada cara del nodo y a ambos lados de cualquier sección donde sea previsible que ocurra la cadencia del acero de refuerzo como resultado de la incursión inelástica de la estructura o de alguno de sus miembros. La longitud L_o será la mayor de:

- a. La mayor dimensión de la sección transversal del miembro;
- b. $1/6$ de la altura libre del miembro;
- c. 45 cm.

Cumple el criterio para las columnas.

En la dirección del acero de refuerzo longitudinal, las ligaduras cerradas quedarán separadas a una distancia no mayor que:

- i. Un cuarto de la menor dimensión del miembro;
- ii. Seis veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro;
- iii. El valor **sx**, definido por la fórmula **(18-5)** y acotado entre 10 y 15 cm.


Cumple el criterio para las columnas y vigas.

18.5.4.1 Barras con ganchuras

En concretos con agregados normales y cuando se trate de barras No. 3 a No. 11, la longitud de anclaje **Ldh** para una barra con un ganchura estándar de 90° , no será menor que 8 db , 15 cm. o la longitud requerida por la fórmula **(18-12)**:

Ecuación 6. 

En todos los pórticos las longitudes de anclaje son de 30cm, por lo tanto cumplen con el criterio ya que las barras son de $\text{Ø}5/8''$ y $\text{db} = 1,5875\text{cm}$.

 ; $L_{dh} = 25,30\text{cm}$

MÓDULO 2

18.2.3 EMPALMES

Criterios de empalmes por solape:

- e) No se permiten empalmes en los nodos:

Este criterio se cumple ya que para los planos de vigas del modulo 2 no se presentan empalmes dentro de los nodos.

- f) No se permiten empalmes en una distancia igual a $2h$ medida desde la cara del apoyo:

Este criterio no cumple en los siguientes tramos de viga:

Pórtico 5 tramo (E-F)

Pórtico 1 tramo (D-E)

Pórtico 2 tramo (D-E)

Pórtico D tramo (4'5')

- g) En toda la longitud de solape se colocara acero de refuerzo transversal formado por estribos cerrados que cumplen con los requisitos del acápite b.4 de la sección **7.2.2**, y la separación no será mayor que $d/4$ ó 10 cm.

Este criterio no cumple debido a que la separación en las longitudes de solape en las siguientes vigas es mayor de 10cm.

Vigas L: $S = 11\text{cm}$

Vigas (30x50)cm: $S = 11\text{cm}$

Vigas (40x70)cm: $S = 16\text{cm}$

- h) En las columnas, solo se permite solapar dentro del tercio central de la altura libre del miembro. Estos empalmes se diseñarán como empalmes por tracción y deberán quedar confinados por ligaduras cerradas separadas a una distancia no mayor que $d/4$ ó 10 cm. En caso de utilizarse zunchos, el paso del zuncho no será mayor de 7.5 cm.

Revisando los planos, los empalmes en las columnas fueron colocados en la mitad de la altura de las columnas y las ligaduras cerradas cuentan con una separación exacta de 10cm.

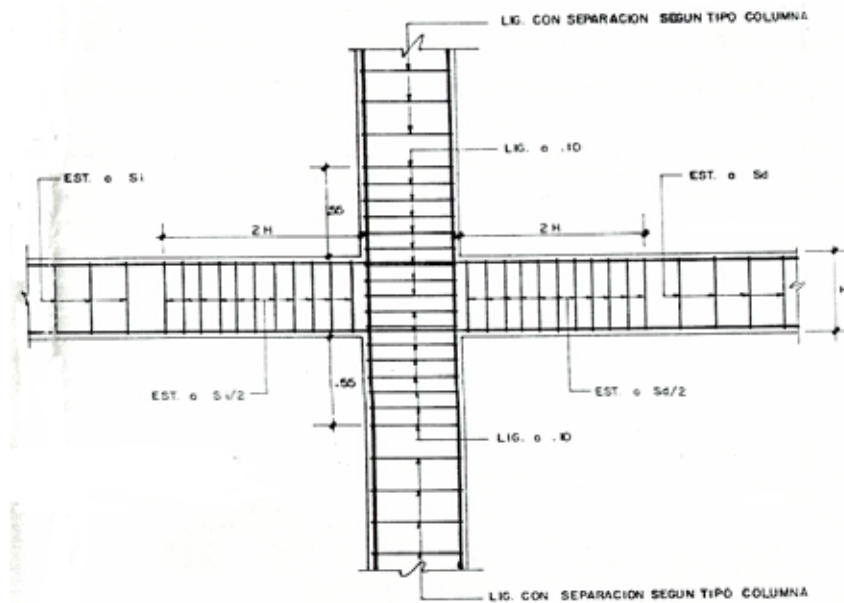


Figura 33. Detalle unión VIGA- COLUMNA

Fuente: Departamento Desarrollo urbano Alcaldía San Diego (2018).

18.3 NIVEL DE DISEÑO ND3

18.3.2. Requisitos (miembros solicitados a flexión)

g) La luz libre L_n , debe ser por lo menos 4 veces su altura útil, **d**.

Para las vigas L: $d = 45$ cm. No se presentan tramos entre apoyos de $L_n < 180$ cm y no hay presencia de voladizos

Para las vigas (30x50) cm: $d = 45$ cm No se presentan tramos de $L_n < 180$ cm, pero hay un voladizo en el tramo de viga F-1 cuya luz no cumple con lo mínimo.

Para las vigas (40x70) cm: $d = 45$ cm No se presentan tramos de $L_n < 260$ cm, pero hay un voladizo en el tramo de viga G-1 cuya luz no cumple con lo mínimo.

h) La relación anchura/altura de su sección transversal debe ser mayor o igual a 0,3.

Para las vigas L: $30/50 > 0,3$ (Cumple)

Para las vigas (30x50) cm: $30/50 > 0,3$ (Cumple)

Para las vigas (40x70) cm: $40/70 > 0,3$ (Cumple)

i) La anchura mínima debe ser 25cm

Para las vigas L: Anchura > 25 cm (Cumple)

Para las vigas (30x50) cm: Anchura > 25 cm (Cumple)

Para las vigas (40x70) cm: Anchura > 25 cm (Cumple)

j) La anchura máxima no debe exceder la anchura del miembro que le sirve de soporte, medido en un plano perpendicular al eje longitudinal de la viga, más una distancia, a cada lado, no superior al 75% de la altura total de la viga.

Para las vigas L: Anchura máxima de viga = 50cm, anchura de los miembros que le sirven de apoyo, perpendiculares al plano longitudinal de la viga = 50cm (Cumple).

Para las vigas (30x50) cm: Anchura máxima de viga = 30cm, anchura de los miembros que le sirven de apoyo, perpendiculares al plano longitudinal de la viga = 40 y 50cm (Cumple)

Para las vigas (40x70) cm: perpendiculares al plano longitudinal de la viga = 40 y 50cm (Cumple)

k) Cuando excepcionalmente por razones arquitectónicas, la viga plana, forme parte del sistema resistente a sismos, tendrá una altura mayor o igual a 15 veces el diámetro de la mayor barra longitudinal de las columnas donde se apoya.

Vigas pertenecientes al sistema resistente a sismos: viga (40x70) cm, el acero de refuerzo longitudinal en las columnas de apoyo es de $1'' = 2,54$ cm, $15 * 2,54$ cm = 38,1cm, altura de las vigas = 70cm (Cumple).

l) La viga acartelada se analizará y detallará tomando en consideración sus características geométricas y de comportamiento.

No hay presencia de vigas acarteladas.

18.3.4. Diseño del refuerzo de confinamiento.

En las zonas confinadas, los estribos deben ser cerrados y su separación S , no debe exceder el menor de los valores siguientes:

- e) $d/4$
- f) 8 veces el diámetro de la barra longitudinal más delgada
- g) 24 veces el diámetro del estribo
- h) 30cm

No cumple en los siguientes tramos:

Pórtico G tramos (1-2) (2-3) para los niveles 2 y 3: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico F tramo (1-2) para el nivel 1: $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico E tramo voladizo para el nivel techo: $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 1 tramos (G-F) (F-E) (E-D): $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico 2 tramos (G-F) (F-E) (E-D) (D-C): $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico B tramos (2-3) (3-4) (4-4'): $S_{zc} = 11\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

Pórtico C tramos (2-3) (3-4) (4-4'): $S_{zc} = 16\text{cm} > S_{cal} = 10,16\text{cm}$.

En las zonas no confinadas, y a menos que el diseño por corte resulte más exigente, se colocará acero de refuerzo transversal mínimo con una separación no mayor que $d/2$

Este requisito cumple para todas las vigas ya que la separación máxima puesta en los planos en las vigas de (40x70) cm es $S_{znc} = 32\text{cm}$ y $d/2 = 32,5\text{cm}$, y en las vigas L y de (30x50) cm es $S_{znc} = 22\text{cm}$ y $d/2 = 22,5\text{cm}$.

18.4.2. Requisitos (miembros solicitados a flexión y carga axial)

- a) La menor dimensión transversal, medida a lo largo de una recta que pase por su centro geométrico, no sea menor que 30 cm. (Cumple).
- b) La relación entre la menor dimensión de la sección transversal y la correspondiente en una dirección perpendicular, no sea inferior a 0.4.
- c) La dimensión mínima de columnas de concreto de peso normal y de cualquier sección, **h**, en la dirección paralela a acero de refuerzo de la viga no será menor que lo obtenido con la fórmula **(18-3)**, donde **db**, es el diámetro de la barra longitudinal de mayor diámetro de la viga, cuando esta se extiende a través del nodo viga - columna.

Usando la Ecuación 5.

Para las vigas L:

Para las vigas (30x50)cm:

Para las vigas (40x70)cm:

18.4.4. Acero de refuerzo longitudinal

La cuantía geométrica no será menor que 0.01 ni mayor que 0.06.

Este criterio no cumple para las columnas tipo A ya que su área es de 1600cm^2 (40x40) cm y su refuerzo de acero es de 4 Ø7/8" para un $A_s = 15,518\text{cm}^2$, dando como resultado una cuantía de 0,97% lo cual es menor al 1% requerido por norma.

18.4.5. Diseño de refuerzo de confinamiento

El acero de refuerzo transversal especificado en las Subsecciones 18.4.5.1 a 18.4.5.3, se dispondrá a lo largo de la longitud L_o , medida desde cada cara del nodo y a ambos lados de cualquier sección donde sea previsible que ocurra la cedencia del acero de refuerzo como resultado de la incursión inelástica de la estructura o de alguno de sus miembros. La longitud L_o será la mayor de:

- a. La mayor dimensión de la sección transversal del miembro.
- b. $1/6$ de la altura libre del miembro;
- c. 45 cm.

Cumple el criterio para las columnas y vigas.

En la dirección del acero de refuerzo longitudinal, las ligaduras cerradas quedarán separadas a una distancia no mayor que:

- i. Un cuarto de la menor dimensión del miembro;
- ii. Seis veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro;
- iii. El valor s_x , definido por la fórmula (18-5) y acotado entre 10 y 15 cm.

Cumple el criterio para las columnas y vigas

18.5.4.1 Barras con ganchuras

En concretos con agregados normales y cuando se trate de barras No. 3 a No. 11, la longitud de anclaje L_{dh} para una barra con un ganchura estándar de 90° , no será menor que 8 db , 15 cm. o la longitud requerida por la fórmula (18-12): Usando la Ecuación 6.

En todos los pórticos las longitudes de anclaje son de 30cm, por lo tanto, cumplen con el criterio ya que las barras son de Ø5/8” y $db = 1,5875\text{cm}$.

$$L_{dh} = 25,30\text{cm}$$

CONCLUSIONES

De acuerdo a la información planimétrica recabada no se observó alteración alguna en la construcción con respecto a los planos recabados.

De acuerdo a la inspección in situ no se observó ningún tipo de daño que pongan en evidencias algunas posibles deficiencias estructurales. Es decir, grietas, fisuras, aplastamientos, otros. La grieta que se observó corresponde a la junta de conexión entre los dos edificios.

Según el índice de priorización estimado siguiendo la metodología de FUNVISIS, la edificación se encuentra en el nivel P8, que representa un nivel medio alto.

Las derivas máximas de la edificación no satisfacen las exigencias de la normativa vigente.

En las columnas aproximadamente el 90% requieren mayor acero de refuerzo longitudinal.

En las vigas aproximadamente un 26% requieren mayor acero de refuerzo longitudinal. El déficit por punto de verificación presenta variaciones de hasta un 130%.

La verificación del cortante en los nodos de la edificación y el criterio columna fuerte – viga débil exceptuando el nivel techo, no cumple con el requerimiento normativo vigente.

Se recomienda la elaboración de un estudio que permite estudiar la posible adecuación estructural de la edificación, de manera que satisfaga los requerimientos normativos vigentes para el diseño sísmico.

RECOMENDACIONES

En acuerdo a los niveles de vulnerabilidad estimado se recomienda la comprobación de la respuesta estructural mediante un análisis no lineal de la edificación, que permite evidenciar si lo adoptado en el diseño se corresponde con lo analizado, así como ver los posibles mecanismos de fallas de la edificación.

Así mismo, se recomienda realizar el análisis de la vulnerabilidad sísmicas a todos los edificios que conforman la comunidad educativa, que hayan sido construidos en las mismas condiciones de diseño del edificio uno. Para que de esta manera se puede priorizar y determinar los niveles de adecuación para cada edificación en acuerdo a la vulnerabilidad sísmica presente.

Se recomienda la elaboración de un estudio que permite estudiar la posible adecuación estructural de la edificación, de manera que satisfaga lo requerimientos normativos vigentes para el diseño sísmico.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO G., José L. (2014). “Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones”. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial SIDETUR.

AMUNDARAY P., José I. Y Otros (2006). “Ingeniería Forense y Estudios de Sitio”. Guía para la prevención y gestión de riesgos. 1ra Edición. Caracas, Venezuela: Editado por José Grases.

CAMPOS, CARLOS Y GARCÍA, PEDRO, (2016): Evaluación de la vulnerabilidad ante acciones sísmicas de la Unidad Educativa Instituto Experimental Simón Bolívar “APUCITO”, Universidad de Carabobo, trabajo de grado. Abril de 2016.

COVENIN (2001): Edificaciones Sismorresistente. Norma COVENIN 1756:01, Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN, FONDONORMA y FUNVISIS. Caracas, Venezuela.

FARFÁN, JUAN Y DÍAZ, EDUARDO (2009): Estudio de vulnerabilidad sísmica en un sector de la zona 12, de la ciudad de Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, trabajo de grado. Abril de 2009.

LAFUENTE, Marianela. Y Otros (2009). “Ingeniería Forense y Estudios de Sitio”. Guía para la prevención y gestión de riesgos. Volumen II. 1ra Edición. Caracas, Venezuela: Editado por Centro CITECI y Consulibris.

MIJARES, HÉCTOR Y GARCÍA, LUIS, (2007): Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado, Universidad José Antonio Páez, San Diego, Venezuela.

SABINO, CARLOS (1992). El proceso de la Investigación. Caracas 2da Edición. PANAPO.

SANDOVAL, JULIO Y VELÁSQUEZ, KAREM (2015): Evaluación de los posibles niveles de vulnerabilidad sísmica que presenta el Módulo 1 del Edificio nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez, Universidad José Antonio Páez, trabajo de grado. Noviembre de 2015.

ANEXOS

ANEXO A: JUEGO DE PLANOS

En este anexo se presenta un listado de los planos de proyectos obtenido de la Dirección de Desarrollo Urbano de la Alcaldía del Municipio San Diego, en el Estado Carabobo, que se encuentra en formato digital (Escaneados). Los planos (14) representan 3 series diferentes, tal como se indica en la tabla siguiente, en la que se indican las series con sus nombres y cantidad de planos por serie.

SERIE DE PLANOS	NOMBRE DE LA SERIE	CANTIDAD DE PLANOS
------------------------	---------------------------	---------------------------

T	TOPOGRAFIA	1
A	ARQUITECTURA	4
E	ESTRUCTURA	9

A continuación, se presenta una tabla en la que se listan todos los planos del proyecto.

SERIE DE PLANOS	NUMERO DEL PLANO	TÍTULO DEL PLANO
T	T - 1	PARCELA E-1: TOPOGRAFIA ORIGINAL
A	A - 1	UNIDAD DOCENTE: PLANTA SEMI SOTANO
	A - 2	UNIDAD DOCENTE: PLANTA BAJA
	A - 3	UNIDAD DOCENTE: PLANTAS PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
	A - 4	UNIDAD DOCENTE: PLANTAS TERCER Y CUARTO NIVEL

E	E - 1	UNIDAD DOCENTE: DE FUNDACIONES – DETALLE MUROS – COLUMNAS – CABEZALES – VIGA DE RIOSTRA
	E - 2	UNIDAD DOCENTE: ENVIGADO PLANTA BAJA – DETALLE DE LOSAS ENTREPISO
	E - 3	UNIDAD DOCENTE: ENVIGADOS PLANTAS TIPO – DETALLES ESCALERAS 1 Y 2
	E - 4	UNIDAD DOCENTE: ENVIGADOS PLANTA TECHO - DETALLES LOSAS DE TECHO
	E - 5	UNIDAD DOCENTE: PORTICOS A, B, C, I – VIGAS AUX., 0, 10', F'
	E - 6	UNIDAD DOCENTE: PORTICOS D, 10, 1, 2, 9 - DETALES
	E - 7	UNIDAD DOCENTE: PORTICOS E, 3, 4, 5', 6, 8 - DETALES
	E - 8	UNIDAD DOCENTE: PORTICOS F, H, 6', 4' - DETALES
	E - 9	UNIDAD DOCENTE: PORTICOS G, 5, 6 - DETALES

ANEXO B: PLANILLA FUNVISIS MÓDULO 1

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)		
Versión 06/2013		PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes)				G-20007752-2
1. Datos generales						
1.1 Fecha:	07/05/18	1.2 Hora inicio:	10:00am	1.3 Hora culminación:	12:00pm	
				1.4 Código:		
2. Datos de los participantes						
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico			
2.1 Inspector:	Maria B. Ortiz, ANA DE NOBREGA	0416-3526089	mbol0329@gmail.com			
2.2 Revisor:	Ahmad IDRES	0412-4430690	amaclidres90@gmail.com			
2.3 Supervisor:						
3. Datos del entrevistado						
3.1 Relación con la Edif.	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo Electrónico			
4. Identificación y ubicación de la edificación						
4.1 Nombre o N°:	EDIFICACION "I" MODULO	4.2 N° de pisos:	5	4.3 N° de semi-sótanos:	1	
4.4 N° de sótanos:	-	4.5 Estado:	CARABOBO	4.6 Ciudad:		
4.7 Municipio:	SAN DIEGO	4.8 Parroquia:		4.9 Urb., Barrio:	JUNTA II	
4.10 Sector:		4.11 Calle, Vereda:	N° 3	4.12 Pto. de Referencia:	2° Semforo de la Esmeralda	
4.13 Coord. X:		4.14 Coord. Y:		4.15 Huso:		
5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)						
<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Medico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Otro (Especifique)		
<input type="checkbox"/> Bomberos	<input type="checkbox"/> Vivienda Popular	<input checked="" type="checkbox"/> Educativo	<input type="checkbox"/> Comercial			
<input type="checkbox"/> Protección Civil	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar	<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo	<input checked="" type="checkbox"/> Oficina			
<input type="checkbox"/> Policial	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso			
6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", múltiples opciones)						
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble:	5000	6.2 Ocupación durante:	<input checked="" type="checkbox"/> Mañana	<input checked="" type="checkbox"/> Tarde	<input checked="" type="checkbox"/> Noche	
7. Año de construcción (rellenar y marcar con "x", una opción)						
Año:	<input type="checkbox"/> Antes de 1939	<input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947	<input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955	<input type="checkbox"/> Entre 1956 y 1967		
	<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998	<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	<input type="checkbox"/> Después de 2001		
8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)						
8.1 Edificación en:	<input checked="" type="checkbox"/> Planicie	8.2 Pendiente del terreno:	<input type="checkbox"/> 20° - 45°	<input type="checkbox"/> Mayor a 45°		
	<input type="checkbox"/> Ladera	8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No		
	<input type="checkbox"/> Base	8.4 Pendiente del talud:	<input type="checkbox"/> 20° - 45°	<input type="checkbox"/> Mayor a 45°		
8.6 Drenajes:	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	8.5 Separación al talud:	<input type="checkbox"/> Menor a H del Talud	<input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud		
	<input type="checkbox"/> Cima					
9. Tipo estructural						
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:						
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado	<input type="checkbox"/> 9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos					
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada					
<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada					
<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo túnel)	<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos					
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero	<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos					
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares	<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso					
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados	<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)					
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas						
9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:						
10. Esquema de planta (marcar con "x")			11. Esquema de elevación (marcar con "x")			
<input type="checkbox"/> "H"	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal	<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "U"	<input type="checkbox"/> Esbeltez vertical	
<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> Cajón	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Pirámide invertida	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> Ninguno	
<input type="checkbox"/> "U" ó "C"	<input checked="" type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Piramidal	<input checked="" type="checkbox"/> Rectangular		

12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones | <input type="checkbox"/> 12.7 Aberturas significativas en losas |
| <input type="checkbox"/> 12.2 Ausencia de muros en una dirección | <input type="checkbox"/> 12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta |
| <input type="checkbox"/> 12.3 Estructura frágil | <input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra losa |
| <input type="checkbox"/> 12.4 Presencia de al menos un entrepiso débil ó blando | <input type="checkbox"/> 12.10 Adosamiento: Losa contra columna |
| <input type="checkbox"/> 12.5 Presencia de columnas cortas | <input type="checkbox"/> 12.11 Separación entre edificios (cm): _____ |
| <input type="checkbox"/> 12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes | |

13. Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)

- | | | | |
|---|---|--|---------------------------------|
| 13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo: | <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno | <input type="checkbox"/> Moderado | <input type="checkbox"/> Severo |
| 13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo: | <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno | <input type="checkbox"/> Moderado | <input type="checkbox"/> Severo |
| 13.3 Agrietamiento en paredes de relleno: | <input type="checkbox"/> Ninguno | <input checked="" type="checkbox"/> Moderado | <input type="checkbox"/> Severo |
| 13.4 Estado general de mantenimiento: | <input type="checkbox"/> Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Bajo |

14. Observaciones

15. Croquis de ubicación, fachada y planta

<p>Croquis de ubicación</p>	<p>Croquis de fachada</p>
-----------------------------	---------------------------

Croquis de planta

- Fotos a tomar:
- | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| - Fachadas | - Identificación de la edificación | - Pendiente del terreno | - Talud cercano | - Tipo estructural |
| - Elementos estructurales | - Losas | - Juntas | - Ausencia de vigas altas | - Presencia columna corta |
| - Discontinuidad de elementos | - Aberturas excesivas en planta | - Asimetría en planta | - Adosamiento | - Grietas en paredes |
| - Grietas o fisuras en elementos de concreto | - Corrosión o deterioro en elementos de acero | - Observaciones o casos especiales | | |

ANEXO C: PLANILLA FUNVISIS MÓDULO 2

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación	Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	funvisis
Versión 06/2013		PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes)		G-20007752-2
1. Datos generales:				
1.1 Fecha:	03/05/18	1.2 Hora inicio:	12:00pm	1.3 Hora culminación:
				3:00pm
1.4 Código:				
2. Datos de los participantes				
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico	
2.1 Inspector	Hain B OZM, Ana del Corral	04163926087	mbol0320@gmail.com	
2.2 Revisor	Ahmad IDEES	0412-4430290	ahmadides90@gmail.com	
2.3 Supervisor				
3. Datos del entrevistado				
3.1 Relación con la Edif.	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo Electrónico	
4. Identificación y ubicación de la edificación				
4.1 Nombre o N°:	Edificación N°1 Módulo 2	4.2 N° de pisos:	5	4.3 N° de semi-sótanos:
				1
4.4 N° de sótanos:		4.5 Estado:	CARABOBO	4.6 Ciudad:
4.7 Municipio:	SAN DIEGO	4.8 Parroquia:		4.9 Urb., Barrio:
				YURIA II
4.10 Sector:		4.11 Calle, Vereda:	N°3	4.12 Pto. de Referencia:
				Plaza del Mercado de la Estación
Proy. UTM (REGVEN)	4.13 Coord. X:	4.14 Coord. Y:	4.15 Huso:	
5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)				
<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Médico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Otro (Especifique)
<input type="checkbox"/> Bomberos	<input type="checkbox"/> Vivienda Popular	<input checked="" type="checkbox"/> Educativo	<input type="checkbox"/> Comercial	
<input type="checkbox"/> Protección Civil	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar	<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo	<input type="checkbox"/> Oficina	
<input type="checkbox"/> Policial	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso	
6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", múltiples opciones)				
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble:		6.2 Ocupación durante:		
		<input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche		
7. Año de construcción (rellenar y marcar con "x", una opción)				
Año:	<input type="checkbox"/> Antes de 1939	<input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947	<input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955	<input type="checkbox"/> Entre 1956 y 1967
	<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998	<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	<input type="checkbox"/> Después de 2001
8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)				
8.1. Edificación en:	<input checked="" type="checkbox"/> Planicie	8.2 Pendiente del terreno:	<input type="checkbox"/> 20° - 45°	<input type="checkbox"/> Mayor a 45°
	<input type="checkbox"/> Ladera	8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> Base	8.4 Pendiente del talud:	<input type="checkbox"/> 20° - 45°	<input type="checkbox"/> Mayor a 45°
8.6 Drenajes:	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	8.5 Separación al talud:	<input type="checkbox"/> Menor a H del Talud	<input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud
9. Tipo estructural				
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:				
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado	<input type="checkbox"/> 9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos		<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada		<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos	
<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos		<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso	
<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo túnel)	<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)			
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero				
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares				
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados				
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas				
9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:				
10. Esquema de planta (marcar con "x")		11. Esquema de elevación (marcar con "x")		
<input type="checkbox"/> *H*	<input type="checkbox"/> *L*	<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal	<input type="checkbox"/> *T*	<input type="checkbox"/> *U*
<input type="checkbox"/> *T*	<input type="checkbox"/> Cajón	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Pirámide invertida	<input type="checkbox"/> *L*
<input type="checkbox"/> *U* ó *C*	<input checked="" type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Piramidal	<input checked="" type="checkbox"/> Rectangular
				<input type="checkbox"/> Esbeltez vertical
				<input type="checkbox"/> Ninguno

12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones | <input type="checkbox"/> 12.7 Aberturas significativas en losas |
| <input type="checkbox"/> 12.2 Ausencia de muros en una dirección | <input type="checkbox"/> 12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta |
| <input type="checkbox"/> 12.3 Estructura frágil | <input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra losa |
| <input type="checkbox"/> 12.4 Presencia de al menos un entrepiso débil ó blando | <input type="checkbox"/> 12.10 Adosamiento: Losa contra columna |
| <input type="checkbox"/> 12.5 Presencia de columnas cortas | 12.11 Separación entre edificios (cm): _____ |
| <input type="checkbox"/> 12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes | |

13. Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)

- | | | | |
|---|---|--|---------------------------------|
| 13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo: | <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno | <input type="checkbox"/> Moderado | <input type="checkbox"/> Severo |
| 13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo: | <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno | <input type="checkbox"/> Moderado | <input type="checkbox"/> Severo |
| 13.3 Agrietamiento en paredes de relleno: | <input type="checkbox"/> Ninguno | <input checked="" type="checkbox"/> Moderado | <input type="checkbox"/> Severo |
| 13.4 Estado general de mantenimiento: | <input type="checkbox"/> Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Bajo |

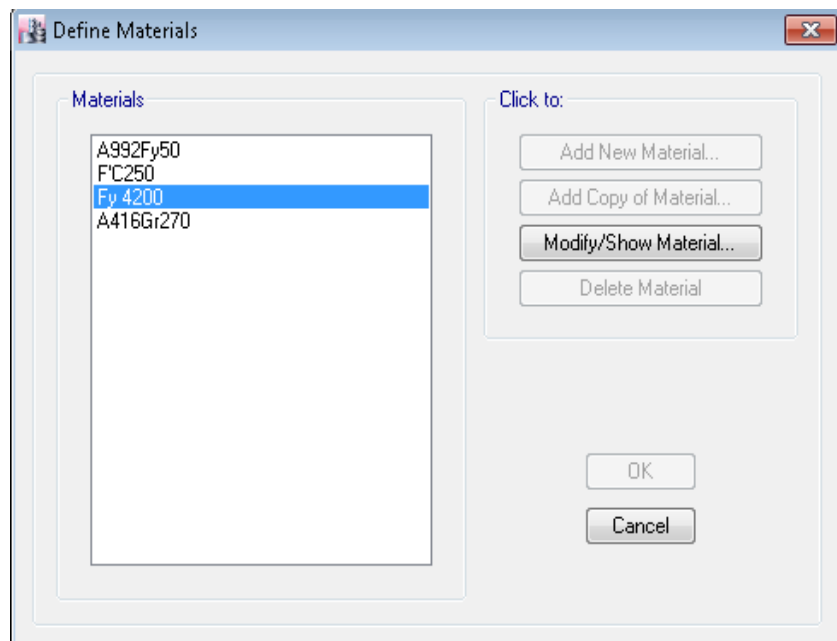
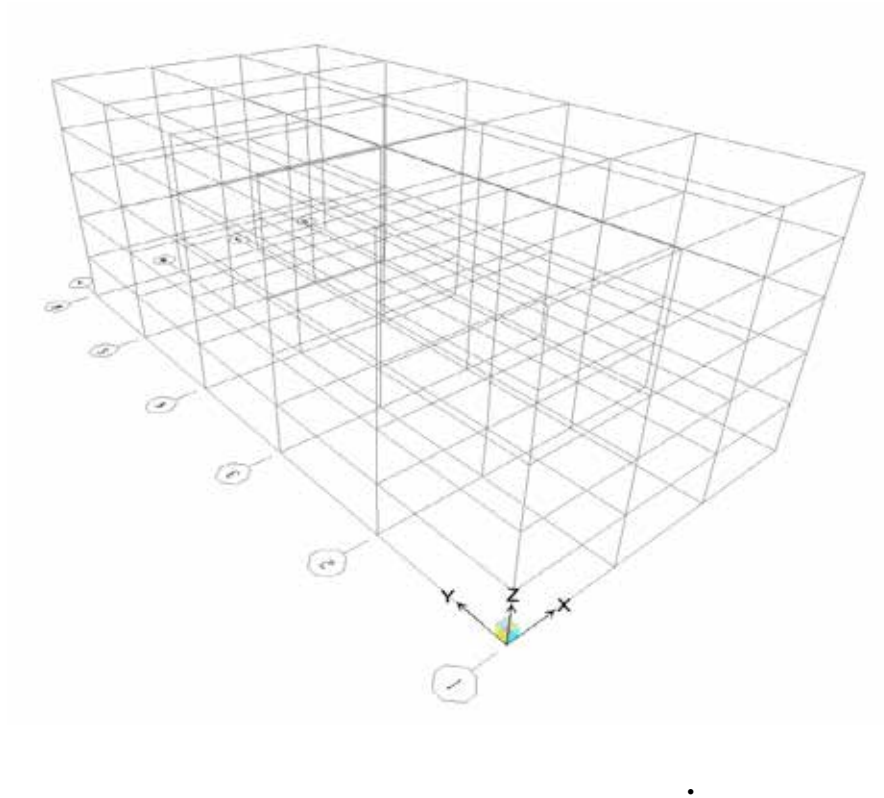
14. Observaciones

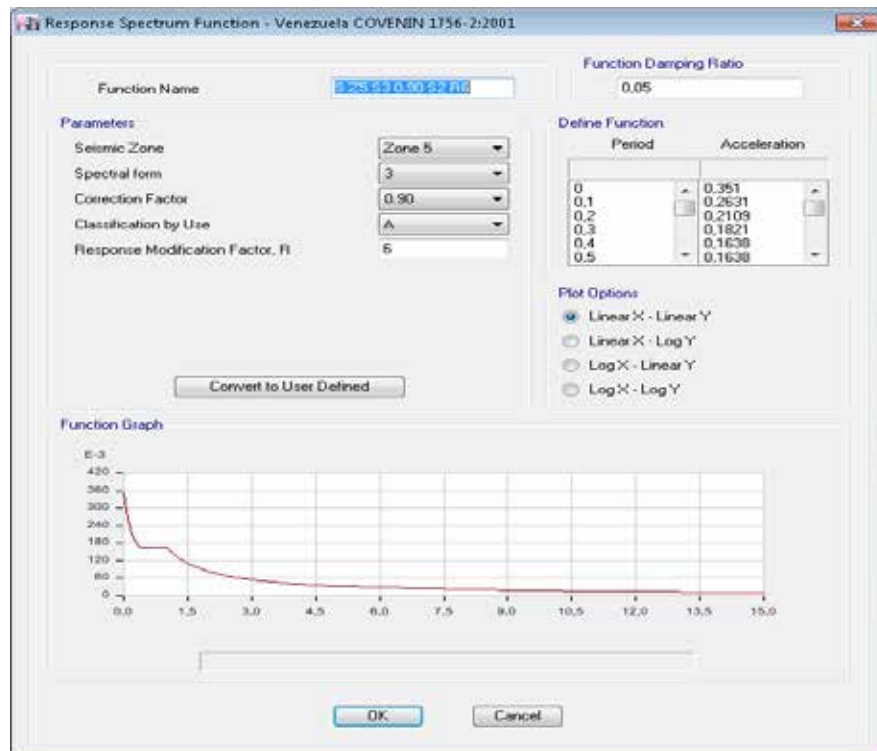
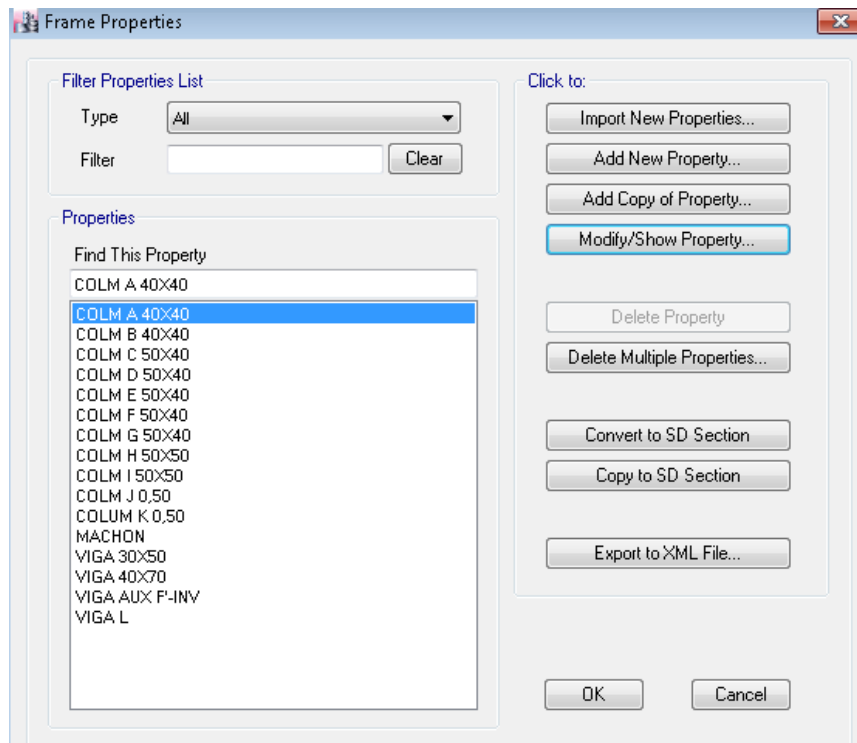
15. Croquis de ubicación, fachada y planta

<p>Croquis de ubicación</p>	<p>Croquis de fachada</p>
<p>Croquis de planta</p>	

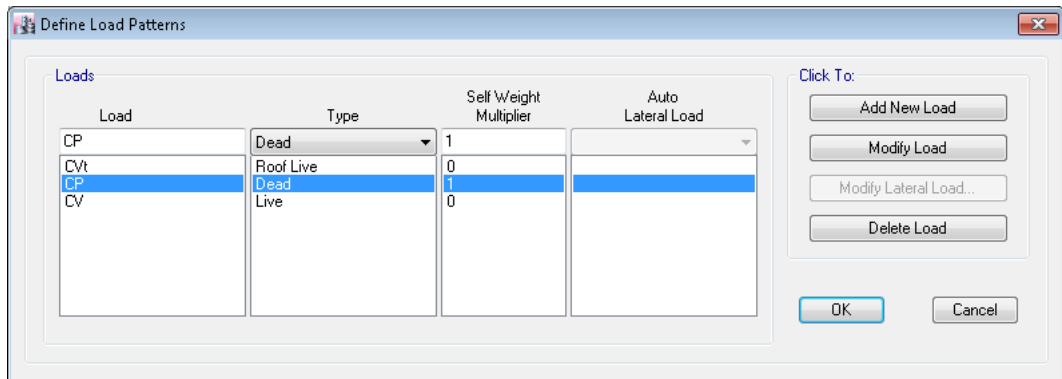
- Fotos a tomar:
- | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| - Fachadas | - Identificación de la edificación | - Pendiente del terreno | - Talud cercano | - Tipo estructural |
| - Elementos estructurales | - Losas | - Juntas | - Ausencia de vigas altas | - Presencia columna corta |
| - Discontinuidad de elementos | - Aberturas excesivas en planta | - Asimetría en planta | - Adosamiento | - Grietas en paredes |
| - Grietas o fisuras en elementos de concreto | - Corrosión o deterioro en elementos de acero | - Observaciones o casos especiales | | |

ANEXO D: APLICACIÓN DEL PROGRAMA ETABS (2016)

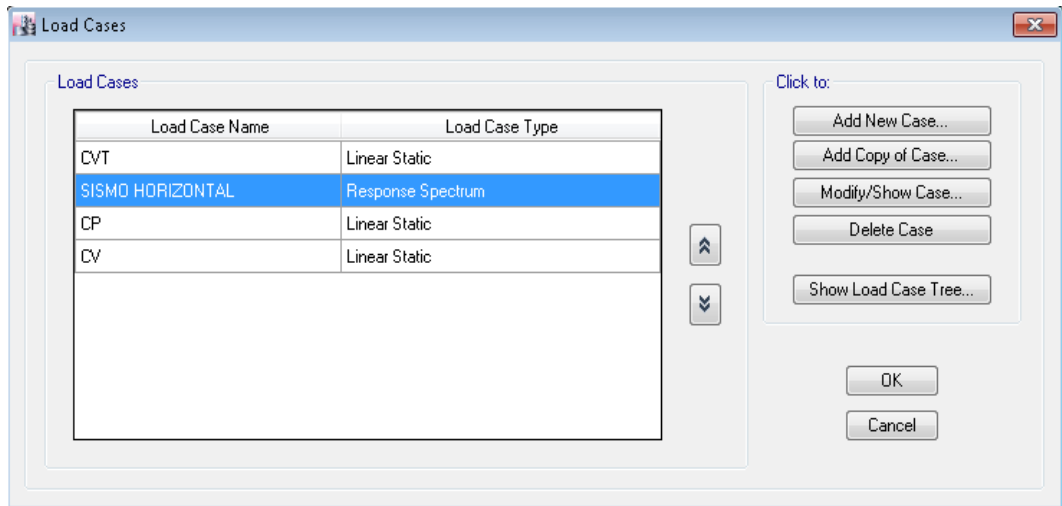




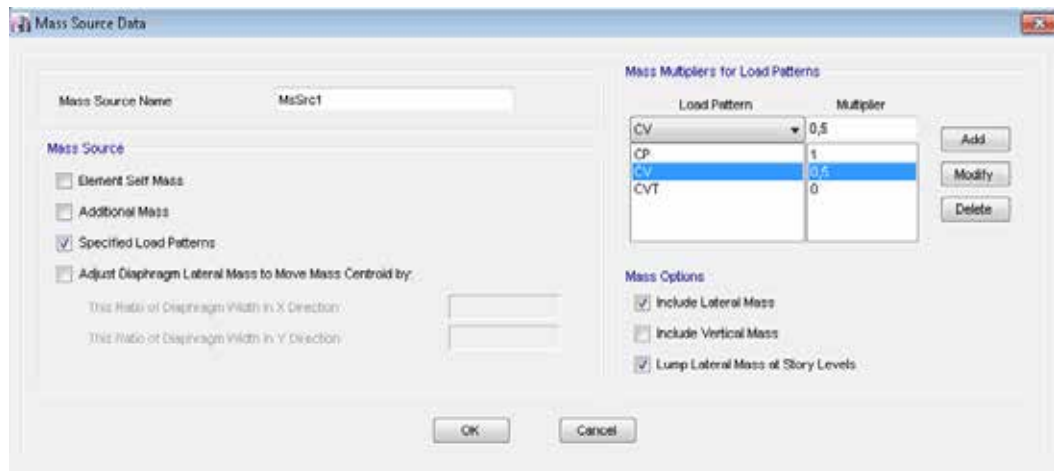
PATRONES DE CARGA



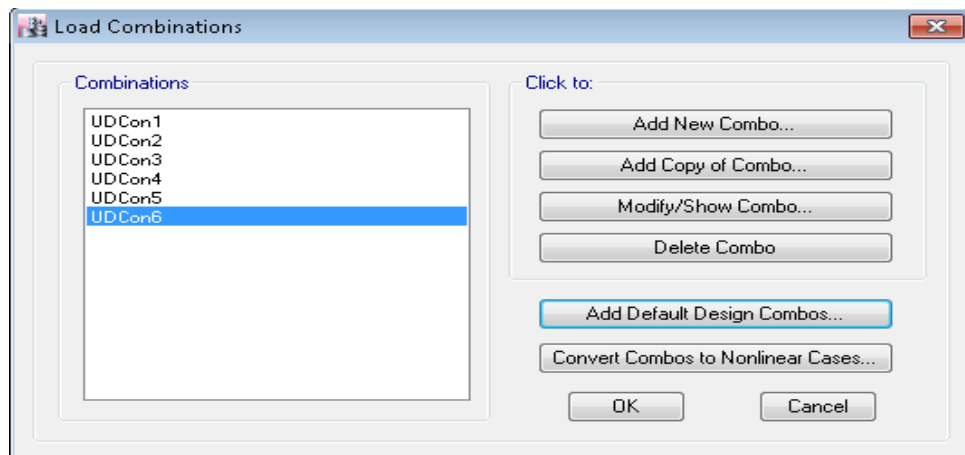
CASOS DE CARGA



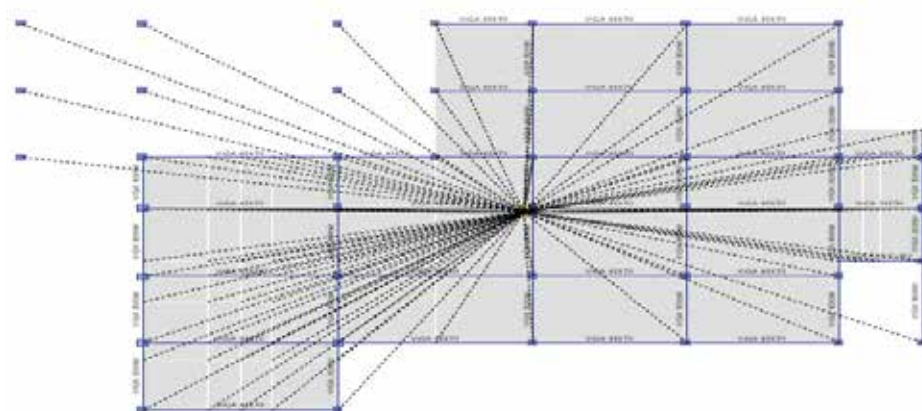
FUENTE DE MASA Ó MASA PARTICIPATIVA



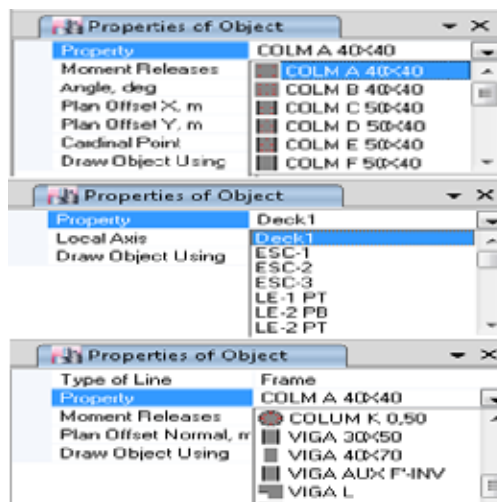
COMBINACIÓN MODAL



APLICACIÓN DE DIAFRAGMA



DIBUJO DE MIEMBROS Y ASIGNACIÓN DE ELEMENTOS TIPO ÁREA



ASIGNACIÓN DE CARGAS

The dialog box is titled "Shell Load Assignment - Uniform". It contains the following fields and options:

- Load Pattern Name:** A dropdown menu with "CVT" selected.
- Uniform Load:**
 - Load:** A text input field containing "0" followed by the unit "kgf/m²".
 - Direction:** A dropdown menu with "Gravity" selected.
- Options:** Three radio buttons:
 - Add to Existing Loads
 - Replace Existing Loads
 - Delete Existing Loads

At the bottom, there are three buttons: "OK", "Close", and "Apply".

REVISIÓN DEL MODELO

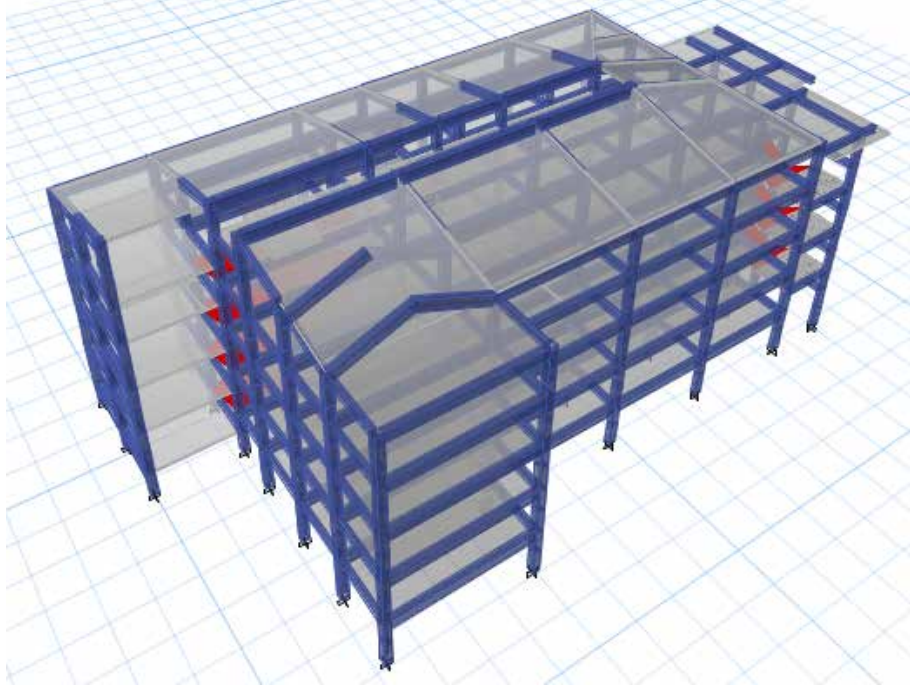
The dialog box is titled "Check Model". It contains the following sections and options:

- Length Tolerance for Checks:** A text input field containing "0,001" followed by the unit "m".
- Joint Checks:** Three checked checkboxes:
 - Joints/Joints within Tolerance
 - Joints/Frames within Tolerance
 - Joints/Shells within Tolerance
- Frame Checks:** Three checked checkboxes:
 - Frame Overlaps
 - Frame Intersections within Tolerance
 - Frame Intersections with Area Edges
- Shell Checks:** One checked checkbox:
 - Shell Overlaps
- Other Checks:** Three checked checkboxes:
 - Check Meshing for All Stories
 - Check Loading for All Stories
 - Check for Duplicate Self Mass
- Fix:** Two checkboxes:
 - Trim or Extend Frames and Move Joints to Fix Problems
 - Joint Story Assignment

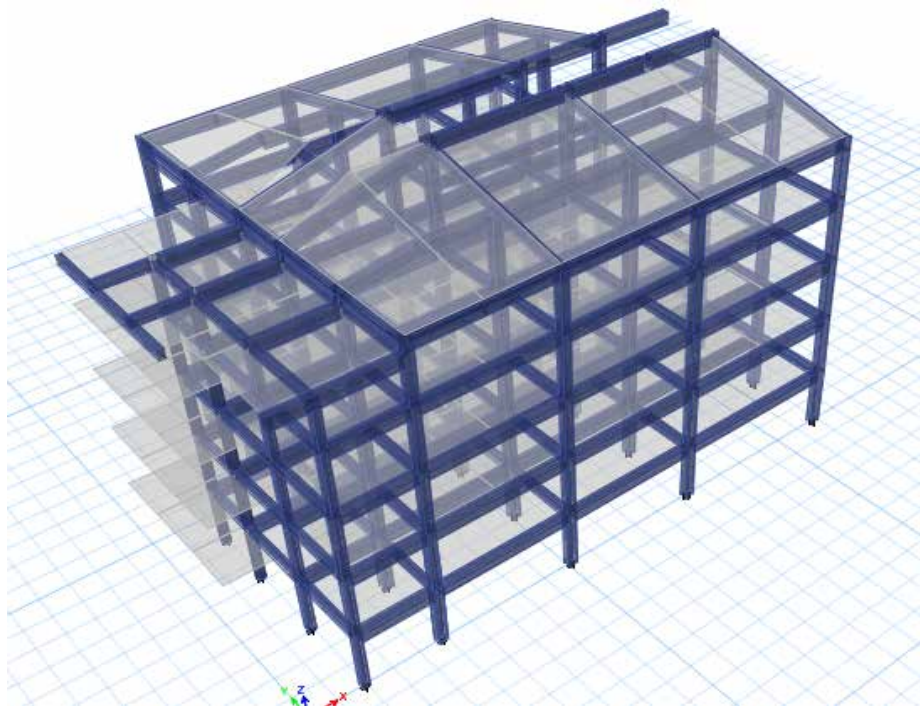
At the bottom, there is a checkbox "Check Selected Objects Only" which is unchecked. Below it is a "Select/Deselect All" button, and at the very bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

MODELOS

Módulo 1



Módulo 2



ANEXO E: VERIFICACIÓN DE ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS

MÓDULO 1

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
PB	5	A-B	X	X			X	X		
		B-C	5,94	4,52			11,64	7,65		
		C-D	5,94	4,51			5,94	6,02	0,08	1,38
		D-E	9,9	4,94			9,9	4,52		
		E-F	11,88	3,18			11,88	4,17		
		F-G	5,94	3,66			5,94	3,88		
		G-H	5,94	4,52			5,94	5,13		
	6	A-B	X	X			X	X	X	X
		B-C	5,94	4,52			11,64	5,39		
		C-D	5,94	4,52			5,94	4,64		
		D-E	9,9	7,05			9,9	7,58		
		E-F	11,88	4,05			11,88	4,52		
		F-G	5,94	4,02			5,94	4,52		
		G-H	5,94	4,52			5,94	4,52		
	6'	B-C	5,94	4,52			5,94	4,52		
		C-D	5,94	4,52			5,94	5,43		
	7	B-C	5,94	4,51			5,94	5,31		
		C-D	5,94	3,6			5,94	4,52		
		D-E	11,88	3,85			11,88	4,08		
		E-F	5,94	4,52			5,94	4,75		
		F-G	5,94	4,52			5,94	5,3		
	8	B-C	5,94	4,52			5,94	6,46	0,52	8,79
		C-D	5,94	5,21			5,94	5,85		
		D-E	11,88	4,52			11,88	4,52		
		E-F	5,94	4,83			5,94	5,86		
		F-G	5,94	4,52			5,94	6,27	0,33	5,59

		B-C	5,94	6,57	0,63	10,64	5,94	7,87	1,93	32,54
	9	C-D	5,94	7,2	1,26	21,25	5,94	7,65	1,71	28,83
		D-E	11,88	9,05			11,88	8,54		
		E-F	5,94	5,8			5,94	6,86	0,92	15,53
		F-G	5,94	6,93	0,99	16,71	5,94	7,58	1,64	27,65
	10	D-E	11,88	10,75			11,88	11,03		
		E-F'	5,94	4,67			5,94	4,99		
Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)										
MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
PB	5	A-B	X	X			X	X		
		B-C	16,07	14,01			11,64	10,3		
		C-D	13,7	11,87			9,9	7,78		
		D-E	13,86	11,84			13,86	9,77		
		E-F	11,64	6,66			11,64	5,36		
		F-G	13,7	6,34			11,64	5,46		
		G-H	13,7	9,44			13,7	9,02		
	6	A-B	X	X	X	X	X	X	X	X
		B-C	16,07	9,32			11,64	9,01		
		C-D	13,7	9,54			9,9	7,51		
		D-E	13,86	12,3			13,86	10,99		
		E-F	11,64	8,32			11,64	6,21		
		F-G	13,7	5,55			11,64	4,98		
	6'	B-C	11,64	8,24			8,47	6,35		
		C-D	13,7	10,83			9,9	8,96		
	7	B-C	11,64	8,32			11,64	6,08		
		C-D	13,86	7,94			13,86	6,52		
		D-E	15,6	9,02			15,6	7,34		
		E-F	11,64	10,59			11,64	8,1		
		F-G	11,64	8,52			11,64	8,77		
		B-C	11,64	13,06	1,42	12,21	9,9	10,18	0,28	2,86
		C-D	13,86	13,83			13,86	12		
		D-E	11,64	12	0,36	3,11	9,9	10,14	0,24	2,46

	8									
		E-F	11,64	13,48	1,84	15,82	9,9	10,7	0,8	8,12
		F-G	11,64	10,3			9,9	11,16	1,26	12,77
	9	B-C	13,7	17,8	4,1	29,96	11,64	15,19	3,55	30,52
		C-D	17,66	15,99			13,86	14,34	0,48	3,5
		D-E	16,07	23,46	7,39	45,97	14,17	20,85	6,68	47,12
		E-F	13,7	22,41	8,71	63,61	11,64	16,73	5,09	43,75
		F-G	11,64	18,43	6,79	58,35	11,64	16,59	4,95	42,54
	10	D-E	13,7	18,18	4,48	32,73	12,43	16,46	4,03	32,42
		E-F'	11,64	19,2	7,56	64,97	9,9	18,1	8,2	82,89

**Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)
MÓDULO 1**

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
5	5	A-B	X	X			X	X		
		B-C	5,94	4,52			5,94	6,34	0,4	6,77
		C-D	5,94	3,42			5,94	4,66		
		D-E	9,9	5,57			9,9	4,69		
		E-F	11,88	3,57			11,88	4,37		
		F-G	5,94	3,4			5,94	4,07		
		G-H	5,94	4,52			5,94	4,69		
		A-B	X	X	X	X	X	X	X	X
	6	B-C	5,94	4,52			5,94	4,52		
		C-D	5,94	3,48			5,94	4,52		
		D-E	9,9	6,49			9,9	6,87		
		E-F	11,88	3,89			11,88	4,52		
		F-G	5,94	3,58			5,94	4,52		
		G-H	5,94	4,52			5,94	4,52		
6'	B-C	5,94	3,98			5,94	4,48			
	C-D	5,94	4,13			5,94	4,68			
7	B-C	5,94	3,92			5,94	4,54			
	C-D	5,94	4,41			5,94	4,42			

1		D-E	11,88	4,18			11,88	3,98		
		E-F	5,94	4,52			5,94	4,52		
		F-G	5,94	3,89			5,94	4,52		
	8	B-C	5,94	4,52			5,94	5,54		
		C-D	5,94	6,02	0,08	1,38	5,94	5,77		
		D-E	11,88	5,82			11,88	5,47		
		E-F	5,94	4,56			5,94	4,92		
		F-G	5,94	4,52			5,94	5,2		
		B-C	5,94	5,36			5,94	6,59	0,65	10,98
	9	C-D	5,94	4,67			5,94	5,6		
		D-E	11,88	7,07			11,88	7,47		
		E-F	5,94	11,4	5,46	91,98	5,94	13,07	7,13	120,1
		F-G	5,94	6,14	0,2	3,4	5,94	6,54	0,6	10,14
		D-E	11,88	8,45			11,88	9,13		
	10	E-F'	5,94	6,19	0,25	4,24	5,94	6,44	0,5	8,45

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
5		A-B	X	X			X	X		
		B-C	13,7	13,48			9,9	8,73		
		C-D	13,7	10,21			9,9	4,9		
		D-E	13,86	12,76			13,86	10,11		
		E-F	11,64	7,03			9,9	5,63		
		F-G	11,64	6,45			9,9	5,68		
		G-H	11,64	9,68			9,9	8,09		

1										
		A-B	X	X	x	X	X	X	x	X
		B-C	13,7	8,7			9,9	7,7		
		C-D	13,7	8,11			9,9	4,95		
	6	D-E	13,86	12,29			13,86	10,41		
		E-F	11,64	8,28			9,9	6,13		
		F-G	11,64	5,64			9,9	5,03		
		G-H	11,64	9,59			9,9	6,6		
	6'	B-C	11,64	7,12			8,47	5,26		
		C-D	13,7	9,67			9,9	7,38		
		B-C	11,64	7,33			11,64	5,5		
	7	C-D	13,86	6,82			13,86	4,83		
		D-E	15,6	9,11			15,6	7,57		
		E-F	11,64	9,61			11,64	7,1		
		F-G	11,64	8			11,64	7,24		
		B-C	11,64	11,17			9,9	8,53		
	8	C-D	13,86	11,15			13,86	8,7		
		D-E	11,64	12,39	0,75	6,46	9,9	10,4	0,5	5,09
		E-F	11,64	11,79	0,15	1,3	9,9	8,99		
		F-G	11,64	10,19			9,9	9,08		
		B-C	13,7	14,61	0,91	6,67	11,64	12,09	0,45	3,88
	9	C-D	17,66	13,87			13,86	12,03		
		D-E	16,07	15,73			14,17	13,33		
		E-F	13,7	13,81	0,11	0,83	11,64	15,18	3,54	30,43
		F-G	11,64	16,03	4,39	37,73	11,64	13,96	2,32	19,95
		D-E	13,7	15,17	1,47	10,75	12,43	12,77	0,34	2,73
	10	E-F'	11,64	16,36	4,72	40,57	9,9	15,52	5,62	56,82

**Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)
MÓDULO 1**

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm ²	%	colocado	Requerido	cm ²	%
		B-C	13,7	13,56			8,47	6,51		
		C-D	11,64	5,36			8,47	3,5		

2	5	D-E	11,64	11,47			11,64	12,61	0,97	8,35
		E-F	11,64	5,14			9,9	4,52		
		F-G	8,47	6,12			8,47	4,52		
		G-H	9,9	5,5			8,47	5,48		
	6	B-C	11,64	8,52			8,47	5,63		
		C-D	9,9	2,88			8,47	3,05		
		D-E	9,9	10,77	0,87	8,82	9,9	10,55	0,65	6,6
		E-F	9,9	6,02			9,9	4,67		
		F-G	8,47	6,41			8,47	4,52		
	6'	G-H	8,47	4,52			8,47	5,09		
		B-C	9,9	5,76			5,94	4,52		
	7	C-D	9,9	4,79			5,94	4,52		
		B-C	14,41	6,05			14,41	5,14		
		C-D	8,47	5,59			8,47	4,52		
		D-E	9,9	6,04			9,9	4,87		
		E-F	9,9	6,82			9,9	5,69		
	8	F-G	8,47	6,51			8,47	5,01		
		B-C	14,41	7,03			14,41	7,02		
		C-D	8,47	8,36			8,47	7,15		
		D-E	9,9	8,63			9,9	8,07		
E-F		9,9	8,22			9,9	7,03			
9	F-G	8,47	7,73			8,47	6,33			
	B-C	14,41	9,68			14,41	9,92			
	C-D	9,9	11,37	1,47	14,89	8,47	9,74	1,27	14,9	
	D-E	11,64	10,8			9,9	10,62	0,72	7,31	
	E-F	11,64	12,4	0,76	6,54	9,9	10,37	0,47	4,78	
10	F-G	8,47	10,09	1,62	19,11	8,47	9,6	1,13	13,3	
	D-E	11,64	12,57	0,93	8	8,47	11,5	3,03	35,75	
	E-F'	9,9	13,2	3,3	33,38	8,47	11,15	2,68	31,6	
Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocad	Requerid	cm	%	colocad	Requerid	cm2	%

			o	o	2		o	o		
2	5	B-C	5,94	4,17			5,94	5,59		
		C-D	5,94	2,45			5,94	4,52		
		D-E	5,94	4,94			5,94	4,52		
		E-F	11,88	2,99			11,88	3,62		
		F-G	5,94	2,69			5,94	3,47		
		G-H	5,94	4,47			5,94	4,52		
	6	B-C	5,94	3,7			5,94	4,52		
		C-D	5,94	2,02			5,94	3,2		
		D-E	5,94	5,38			5,94	5,66		
		E-F	11,88	3,2			11,88	4,17		
		F-G	5,94	2,93			5,94	3,86		
		G-H	5,94	4,52			5,94	3,82		
	6'	B-C	5,94	2,84			5,94	3,24		
		C-D	5,94	2,79			5,94	4,52		
	7	B-C	5,94	2,89			5,94	4,52		
		C-D	5,94	2,72			5,94	3,64		
		D-E	11,88	3,31			11,88	3,07		
		E-F	5,94	3,14			5,94	4,52		
		F-G	5,94	2,9			5,94	4,52		
	8	B-C	5,94	3,68			5,94	4,56		
		C-D	5,94	3,6			5,94	4,52		
		D-E	11,88	4,52			11,88	4,52		
		E-F	5,94	3,95			5,94	4,52		
		F-G	5,94	3,65			5,94	4,52		
	9	B-C	5,94	4,52			5,94	5,21		
		C-D	5,94	4,52			5,94	4,52		
		D-E	11,88	5,49			11,88	5,62		
		E-F	5,94	7,14	1,2	20,24	5,94	8,92	2,98	50,22
		F-G	5,94	4,52			5,94	4,95		
	10	D-E	11,88	5,99			11,88	7,1		
E-F'		5,94	4,52			5,94	4,52			
Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y) MÓDULO 1										
						Diferencia			Diferencia	

Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
2	5	B-C	11,64	11,47			8,47	6,89		
		C-D	11,64	7,68			8,47	4,52		
		D-E	11,64	11,4			9,9	8,19		
		E-F	8,47	6,14			8,47	4,52		
		F-G	9,9	5,32			8,47	4,54		
		G-H	11,64	8,41			9,9	6,17		
	6	B-C	9,9	6,81			8,47	6,08		
		C-D	9,9	5,66			8,47	3,69		
		D-E	9,9	10,5	0,6	6,1	9,9	8,53		
		E-F	8,47	7,24			8,47	4,86		
		F-G	8,47	4,52			8,47	4,52		
		G-H	8,47	8,72	0,25	2,93	8,47	4,83		
	6'	B-C	9,9	5,26			5,94	4,52		
		C-D	9,9	7,28			5,94	5,09		
	7	B-C	8,47	5,64			8,47	4,52		
		C-D	9,9	5,82			9,9	4,52		
		D-E	9,9	7,18			9,9	5,67		
		E-F	8,47	7,82			8,47	5,25		
		F-G	8,47	6,19			8,47	5,33		
	8	B-C	8,47	8,57	0,1	1,16	8,47	6,16		
		C-D	9,9	9,14			9,9	6,73		
		D-E	9,9	9,62			9,9	7,68		
		E-F	8,47	9,38	0,91	10,72	8,47	6,64		
		F-G	8,47	7,69			8,47	6,6		
	9	B-C	9,9	11,06	1,16	11,76	8,47	8,84	0,37	4,35
		C-D	11,64	10,61			9,9	9,09		
		D-E	11,64	12,02	0,38	3,28	9,9	9,84		
		E-F	11,64	10,2			8,47	11,44	2,97	35,04
		F-G	8,47	12,09	3,62	42,71	8,47	9,9	1,43	16,86
	10	D-E	9,9	11,96	2,06	20,85	8,47	8,31		
E-F'		8,47	13,58	5,11	60,3	8,47	12,7	4,23	49,91	

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	5	B-C	11,64	24,93	13,29	114,2	8,47	23,76	15,29	180,47
		C-D	9,9	2,65			8,47	1,31		
		D-E	9,9	7,36			9,9	8,14		
		E-F	9,9	4,7			9,9	4,32		
		F-G	8,47	5,03			8,47	4,02		
		G-H	8,47	4,52			8,47	4,52		
	6	B-C	11,64	6,58			8,47	4,24		
		C-D	9,9	2,25			8,47	1,19		
		D-E	9,9	7,09			9,9	6,57		
		E-F	9,9	5,05			9,9	4,41		
		F-G	8,47	5,06			8,47	3,47		
		G-H	8,47	3,54			8,47	4,52		
	6'	B-C	9,9	4,52			5,94	2,61		
		C-D	9,9	4,26			5,94	2,75		
	7	B-C	14,41	4,63			14,41	3,7		
		C-D	8,47	4,6			8,47	3,79		
		D-E	9,9	4,52			9,9	3,99		
		E-F	9,9	5,14			9,9	4,52		
		F-G	8,47	4,53			8,47	3,95		
	8	B-C	14,41	5,05			14,41	4,52		
		C-D	8,47	6,03			8,47	4,54		
		D-E	9,9	5,7			9,9	4,77		
		E-F	9,9	6,05			9,9	4,52		
		F-G	8,47	5,22			8,47	4,52		
	9	B-C	11,88	6,34			11,88	5,51		
		C-D	8,47	7,94			5,94	5,75		
		D-E	8,47	6,97			5,94	6,22	0,28	4,75
E-F		8,47	9,18	0,71	8,36	5,94	6,05	0,11	1,89	
F-G		8,47	6,86			5,94	5,47			
		D-E	11,64	7,72			8,47	6,27		

	10	E-F'	9,9	10,08	0,18	1,85	8,47	7,54		
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	5	B-C	5,94	7,95	2,01	33,88	5,94	16,87	10,93	184,1
		C-D	5,94	0,72			5,94	0,78		
		D-E	5,94	4,52			5,94	3,94		
		E-F	11,88	2,28			11,88	2,92		
		F-G	5,94	1,98			5,94	2,97		
		G-H	5,94	2,86			5,94	3,16		
	6	B-C	5,94	2,39			5,94	4,39		
		C-D	5,94	0,88			5,94	2,06		
		D-E	5,94	4,52			5,94	4,52		
		E-F	11,88	2,21			11,88	3,28		
		F-G	5,94	1,83			5,94	3,2		
		G-H	5,94	3,25			5,94	3,12		
	6'	B-C	5,94	1,54			5,94	1,65		
		C-D	5,94	1,38			5,94	3,4		
	7	B-C	5,94	1,74			5,94	3,11		
		C-D	5,94	1,94			5,94	2,82		
		D-E	11,88	2,38			11,88	2,03		
		E-F	5,94	1,86			5,94	3,06		
		F-G	5,94	1,64			5,94	3,47		
	8	B-C	5,94	2,05			5,94	3,92		
		C-D	5,94	2,95			5,94	3,97		
		D-E	11,88	3,6			11,88	3,44		
		E-F	5,94	2,26			5,94	3,44		
		F-G	5,94	2,03			5,94	3,83		
	B-C	5,94	3,04			5,94	4,25			
	C-D	5,94	3,93			5,94	4,4			

	9									
		D-E	11,88	4,41			11,88	4,46		
		E-F	5,94	4,52			5,94	7,38	1,44	24,28
		F-G	5,94	3,4			5,94	4,2		
	10	D-E	11,88	4,51			11,88	4,52		
		E-F'	5,94	3,86			5,94	4,52		

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	5	B-C	9,9	12	2,1	21,25	8,47	8,1		
		C-D	9,9	2,01			8,47	1,4		
		D-E	9,9	8,89			9,9	6,06		
		E-F	8,47	4,93			8,47	4,52		
		F-G	8,47	4,52			8,47	4,52		
		G-H	8,47	6,15			8,47	4,52		
	6	B-C	9,9	4,52			8,47	4,78		
		C-D	9,9	3,36			8,47	1,73		
		D-E	9,9	7,38			9,9	6,2		
		E-F	8,47	5,38			8,47	4,52		
		F-G	8,47	4,42			8,47	3,88		
		G-H	8,47	6,8			8,47	4,52		
	6'	B-C	9,9	3,78			5,94	2,61		
		C-D	9,9	4,52			5,94	3,43		
	7	B-C	8,47	4,52			8,47	3,38		
		C-D	9,9	4,59			9,9	3,71		
		D-E	9,9	4,52			9,9	4,52		
		E-F	8,47	5,59			8,47	4,52		
		F-G	8,47	4,52			8,47	4,23		
	8	B-C	8,47	5,29			8,47	4,52		
		C-D	9,9	6,35			9,9	4,52		
		D-E	9,9	5,91			9,9	4,7		
		E-F	8,47	6,47			8,47	4,52		
		F-G	8,47	5,05			8,47	4,52		
9	B-C	8,47	6,5			5,94	5,24			
	C-D	8,47	6,6			5,94	5,75			

		D-E	8,47	7,32			5,94	5,93		
		E-F	8,47	6,44			5,94	9,22	3,28	55,27
		F-G	5,94	7,05	1,11	18,73	5,94	5,8		
	10	D-E	9,9	7,78			8,47	4,65		
		E-F'	8,47	8,32			8,47	8,51	0,04	0,45

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y) MÓDULO 1

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	5	E-D	5,94	4,52			5,94	5,43		
		G-H	5,94	1,8			5,94	2,99		
	6	E-D	5,94	4,82			5,94	4,52		
		G-H	5,94	1,62			5,94	4,06		
	7	E-D	5,94	2,79			5,94	1,96		
9	B-C	11,88	2,58			11,88	1,87			
Nivel 1	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	5	E-D	5,94	2			5,94	3,25		
		G-H	5,94	1,63			5,94	2,43		
	6	E-D	5,94	2,26			5,94	4,17		
		G-H	5,94	2,07			5,94	2,91		
	7	E-D	5,94	0,87			5,94	1,8		
	9	B-C	5,94	0,64			5,94	1,16		
		C-D	5,94	0,86			5,94	1,18		
		D-E	11,88	0,47			11,88	0,71		
		E-F	5,94	0,27			5,94	0,81		
		F-G	5,94	0,18			5,94	1,06		

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección X) MÓDULO 1

Nivel 1	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%	
	B	5-6	14,25	17,64	3,39	23,78	8,55	8,7	0,15	1,75	
		6-6'	21,06	14,58			19,63	8,7			
		6'-7	11,08	14,38	3,3	29,73	8,55	13,43	4,88	57,06	
		7-8	14,25	12,55			8,55	8,28			
		8-9	14,25	15,4	1,15	8,06	8,55	8,7	0,15	1,75	
	C	5-6	24,07	19,99			14,25	9,58			
		6-6'	30,56	16,53			22,8	8,7			
		6'-7	8,55	13,5	4,95	57,88	8,55	11,85	3,3	38,59	
		7-8	19,95	17,22			8,55	8,7	0,15	1,75	
			8-9	24,07	22,27			11,08	10,73		
			5-6	12,51	26,33	13,82	110,48	8,55	17,74	9,19	107,47
			6-6'	12,51	12,35			8,55	8,7	0,15	1,75

1	D											
			6'-7	17,1	10,23			17,1	6,77			
			7-8	12,51	15,46	2,95	23,59	8,55	8,7	0,15	1,75	
			8-9	18,68	19,44	0,76	4,04	8,55	9,43	0,88	10,28	
			9-10	8,47	11,23	2,76	32,56	5,94	5,41			
			E	5-6	19,95	21,34	1,39	6,96	16,31	10,36		
				6'-7	28,82	25,74			20,27	12,28		
				7-8	22,64	20,54			12,51	9,95		
				8-9	16,31	20,16	3,85	23,61	8,55	9,76	1,21	14,14
			F	5-6	19,4	26,98	7,58	39,09	16,31	12,91		
				6-7	31,91	33,59	1,68	5,28	24,07	15,74		
				7-8	23,2	24,76	1,56	6,73	20,27	11,87		
				8-9	15,83	24,42	8,59	54,22	15,6	11,71		
			G	5-6	27,16	28,9	1,74	6,42	18,68	13,75		
				6-7	29,53	23,14			18,68	11,09		
				7-8	11,08	17,28	6,2	55,9	8,55	8,7	0,15	1,75
				8-9	11,08	18,59	7,51	67,72	8,55	9,04	0,49	5,72
			H	5-6	31,91	24,62			16,31	11,79		
		Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
colocado	Requerido				cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%		
1	B	5-6	8,55	5,57			8,55	8,83	0,28	3,27		
		6-6'	8,55	5,18			8,55	7,62				
		6'-7	8,55	5,6			8,55	8,7	0,15	1,75		
		7-8	17,1	4,53			17,1	7,4				
		8-9	8,55	4,94			8,55	8,7	0,15	1,75		
		C	5-6	8,55	7,6			14,25	10,61			
			6-6'	8,55	5,26			8,55	8,82	0,27	3,15	
			6'-7	8,55	5,42			8,55	8,7	0,15	1,75	
			7-8	8,55	6,82			11,08	10,86			
			8-9	8,55	6,98			11,08	11,25	0,17	1,5	
		D	5-6	17,1	11,3			17,1	17,08			
			6-6'	17,1	4,58			17,1	4,96			
			6'-7	8,55	4,33			8,55	5,4			
			7-8	17,1	6,03			17,1	9			
			8-9	17,1	6,15			17,1	9,23			
			9-10	5,94	3,53			5,94	4,95			
		E	5-6	17,1	8,7			24,86	14,4			
				6'-7	17,1	7,99			21,06	13,4		
				7-8	17,1	6,47			17,1	8,75		
8-9	17,1			6,36			17,1	9,46				
9-10	8,55			3,38			8,55	4,55				

F	5-6	23,28	8,7			24,86	19,33		
	6-7	23,28	8,7			24,86	18,38		
G	7-8	23,28	7,7			24,15	10,2		
	8-9	23,28	7,6			22,72	11,19		
	5-6	23,28	8,7			27,24	18,89		
	6-7	23,28	7,31			17,1	8,7		
G	7-8	23,28	5,51			17,1	7,29		
	8-9	23,28	5,9			17,1	9,57		
	5-6	11,64	7,69			16,31	10,82		

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección X) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
I	B	5-6	21,06	17,2			19,63	8,7		
		6-6'	11,08	13,53	2,45	22,07	11,08	11,85	0,77	6,91
		6'-7	14,25	14,34	0,09	0,62	8,55	8,7	0,15	1,75
		7-8	14,25	14,03			8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	12,51	14,59	2,08	16,63	8,55	8,7	0,15	1,75
	C	5-6	22,01	17,12			14,25	8,7		
		6-6'	8,55	16,59	8,04	94,02	8,55	10,65	2,1	24,55
		6'-7	19,95	17,04			8,55	8,7	0,15	1,75
		7-8	24,07	21,73			11,08	10,48		
	D	8-9	18,68	20	1,32	7,04	11,08	6,96		
		5-6	12,51	28,42	15,91	127,19	8,55	18,69	10,14	118,58
		6-6'	17,1	12,28			17,1	8,7		
		6'-7	12,51	13,44	0,93	7,44	8,55	8,7	0,15	1,75
		7-8	18,68	19,05	0,37	1,95	8,55	9,25	0,7	8,18
	E	8-9	14,25	17,49	3,24	22,73	8,55	8,7	0,15	1,75
		9-10	8,47	8,18			5,94	5,34		
		5-6	28,82	28,98	0,16	0,56	20,27	13,75		
		6'-7	22,64	23,77	1,13	4,97	12,51	11,43		
		7-8	16,31	18,89	2,58	15,82	8,55	9,19	0,64	7,48
	F	8-9	14,25	17,92	3,67	25,74	8,55	8,72	0,17	1,98
		9-10	14,49	8,25			14,49	5,36		
		5-6	31,91	35,03	3,12	9,79	24,07	16,35		
		6-7	23,2	30,06	6,86	29,58	20,27	14,22		
	G	7-8	15,83	21,67	5,84	36,85	15,6	10,48		
		8-9	17,34	21,23	3,89	22,44	5,7	10,24	4,54	79,63
		5-6	29,53	31,34	1,81	6,12	18,68	14,8		
		6-7	11,08	17,77	6,69	60,32	8,55	8,7	0,15	1,75
	H	7-8	11,08	14,59	3,51	31,63	8,55	8,7	0,15	1,75
8-9		11,08	16,6	5,52	49,76	8,55	9,91	1,36	15,9	
5-6		31,91	24,06			16,31	11,57			

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección X) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
B		5-6	11,08	15,23	4,15	37,4	8,55	8,7	0,15	1,75
		6-6'	19,63	11,42			17,1	7,44		

2										
		6'-7	8,55	11,48	2,93	34,26	8,55	10,26	1,71	19,99
		7-8	11,08	11,05			8,55	7,35		
		8-9	11,08	13,11	2,03	18,28	8,55	8,67	0,12	1,4
	C	5-6	18,68	15,46			14,25	8,7		
		6-6'	27,24	13,91			17,1	8,7		
		6'-7	11,08	10,71			8,55	9,1	0,55	6,42
		7-8	14,25	15,75	1,5	10,52	8,55	8,7	0,15	1,75
	D	8-9	11,08	20,03	8,95	80,71	8,55	9,73	1,18	13,79
		5-6	11,08	21,04	9,96	89,82	8,55	14,08	5,53	64,67
		6-6'	11,08	10,59			8,55	8,7	0,15	1,75
		6'-7	17,1	8,75			17,1	5,83		
	E	7-8	12,51	13,84	1,33	10,64	8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	14,25	17,54	3,29	23,08	8,55	8,7	0,15	1,75
		9-10	8,55	9,26	0,71	8,3	8,55	4,52		
		5-6	18,68	19,06	0,38	2,01	16,31	9,33		
	F	6'-7	28,03	23,68			20,27	11,32		
		7-8	19,95	18,46			12,51	9		
		8-9	14,25	18,19	3,94	27,64	8,55	8,87	0,32	3,73
		9-10	8,55	8,39			8,55	4,52		
	G	5-6	19,4	24,42	5,02	25,89	14,25	11,79		
		6-7	27,16	31,43	4,27	15,74	24,86	13,76		
		7-8	27,47	22,26			20,27	10,72		
		8-9	21,77	22,47	0,7	3,2	15,6	10,81		
	H	5-6	27,16	25,76			18,68	12,4		
		6-7	29,53	21,05			18,68	10,13		
		7-8	11,08	14,83	3,75	33,79	8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	11,08	16,05	4,97	44,8	8,55	8,7	0,15	1,75

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección X) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
	B	5-6	8,55	4,88			8,55	8,7	0,15	1,75
		6-6'	8,55	3,68			8,55	5,81		
		6'-7	8,55	4,3			8,55	7,91		
		7-8	17,1	4,08			17,1	7,1		
		8-9	8,55	4,25			8,55	8,7	0,15	1,75
	C	5-6	8,55	4,92			14,25	8,7		
		6-6'	8,55	4,45			8,55	8,7	0,15	1,75
		6'-7	8,55	4,7			8,55	8,7	0,15	1,75
		7-8	8,55	6,36			11,08	10,86		
		8-9	8,55	6,33			11,08	11,31	0,23	2,04
		5-6	17,1	8,7			17,1	12,9		

2	D									
		6-6'	17,1	3,72			17,1	4,06		
		6'-7	8,55	3,76			8,55	4,71		
		7-8	8,55	5,62			8,55	9,03	0,48	5,61
		8-9	17,1	5,59			17,1	9,29		
		9-10	8,55	2,95			8,55	4,32		
	E	5-6	17,1	8,2			24,86	14,28		
		6'-7	17,1	7,52			21,06	13,36		
		7-8	17,1	5,87			17,1	8,74		
		8-9	17,1	5,78			17,1	9,53		
		9-10	17,1	2,7			8,55	3,94		
	F	5-6	23,28	8,7			19,95	19,47		
		6-7	23,28	8,7			24,86	18,38		
		7-8	23,28	6,99			24,15	10,15		
		8-9	23,28	7,04			22,72	11,23		
	G	5-6	23,28	8,7			27,24	18,96		
		6-7	23,28	6,7			17,1	8,7		
		7-8	23,28	4,76			17,1	6,35		
		8-9	23,28	5,13			17,1	8,7		
	H	5-6	8,55	6,7			8,55	10,3	1,75	20,46
	Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)
colocado				Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
2	B	5-6	19,63	15,33			17,1	8,7		
		6-6'	8,55	10,01	1,46	17,07	8,55	8,7	0,15	1,75
		6'-7	11,08	11,7	0,62	5,56	8,55	7,81		
		7-8	11,08	12,52	1,44	12,95	8,55	8,26		
		8-9	11,08	12,48	1,4	12,59	8,55	8,37		
	C	5-6	18,68	13,22			14,25	8,58		
		6-6'	8,55	13,71	5,16	60,34	8,55	8,7	0,15	1,75
		6'-7	14,25	14,63	0,38	2,66	8,55	8,7	0,15	1,75
		7-8	11,08	20,11	9,03	81,43	8,55	9,76	1,21	14,14
		8-9	16,31	17,69	1,38	8,46	8,55	8,7	0,15	1,75
	D	5-6	11,08	22,51	11,43	103,08	8,55	14,8	6,25	73,09
		6-6'	17,1	11,4			17,1	7,5		
		6'-7	12,51	11,6			8,55	7,66		
		7-8	14,25	17,64	3,39	23,78	8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	12,51	15,5	2,99	23,91	8,55	8,7	0,15	1,75
	E	9-10	8,55	8,35			8,55	4,52		
		5-6	28,03	26,44			20,27	12,65		
		6'-7	19,95	22,09	2,14	10,72	12,51	10,63		
		7-8	14,25	17,3	3,05	21,39	8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	12,51	15,91	3,4	27,18	8,55	8,7	0,15	1,75
	F	9-10	8,55	8,19			8,55	4,52		
		5-6	27,16	32,86	5,7	21	24,86	15,45		
		6-7	27,47	28,05	0,58	2,1	20,27	13,26		
		7-8	21,77	19,51			15,6	9,46		
	G	8-9	17,34	20,14	2,8	16,16	5,7	9,74	4,04	70,86
5-6		29,53	28,89			18,68	13,76			
6-7		11,08	16,13	5,05	45,52	8,55	8,7	0,15	1,75	

		7-8	11,08	12,79	1,71	15,39	8,55	8,41		
		8-9	11,08	14,37	3,29	29,64	8,55	8,7	0,15	1,75
	H	5-6	16,31	20,93	4,62	28,34	8,55	10,19		

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección X) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	B	5-6	11,08	13,22	2,14	19,2	8,55	8,46		
		6-6'	19,63	8,7			17,1	5,33		
		6'-7	8,55	8,7	0,15	1,75	8,55	7,73		
		7-8	11,08	9,86			8,55	6,61		
		8-9	11,08	10,3			8,55	6,9		
	C	5-6	18,68	13,61			14,25	8,7		
		6-6'	27,24	11,88			17,1	7,88		
		6'-7	11,08	8,7			8,55	8,18		
		7-8	14,25	14,72	0,47	3,29	8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	11,08	16,95	5,87	52,9	8,55	8,7	0,15	1,75
	D	5-6	11,08	15,83	4,75	42,8	8,55	10,73	2,18	25,49
		6-6'	11,08	8,84			8,55	7,83		
		6'-7	17,1	8,7			17,1	4,92		
		7-8	12,51	12,56	0,05	0,4	8,55	8,36		
		8-9	14,25	15,07	0,82	5,75	8,55	8,7	0,15	1,75
	E	9-10	8,55	7,19			8,55	4,52		
		5-6	18,68	18,08			16,31	8,85		
		6'-7	28,03	21,39			20,27	10,34		
		7-8	19,95	15,95			12,51	8,7		
		8-9	14,25	15,79	1,54	10,8	8,55	8,7	0,15	1,75
	F	9-10	8,55	6,03			8,55	4		
		5-6	19,4	23,29	3,89	20,0	14,25	11,3		
		6-7	27,16	28,69	1,53	5,65	24,86	13,71		
		7-8	27,47	19,42			20,27	9,5		
G	8-9	21,77	19,83			15,6	9,68			
	5-6	16,31	23,9	7,59	46,5	18,68	11,6			
	6-7	26,6	17,94			27,24	8,74			
	7-8	11,08	12,42	1,34	12,0	8,55	8,24			
H	8-9	11,08	12,57	1,49	13,4	8,55	8,47			
	5-6	16,31	17,21	0,9	5,52	8,55	8,7	0,15	1,75	
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
	B	5-6	8,55	5,25			8,55	9,45	0,9	10,52
		6-6'	8,55	2,61			8,55	3,63		
		6'-7	8,55	2,98			8,55	5,48		

3		7-8	17,1	3,71			17,1	7,16		
		8-9	8,55	3,6			8,55	7,39		
	C	5-6	8,55	7,7			14,25	10,45		
		6-6'	8,55	3,87			8,55	7,47		
		6'-7	8,55	3,95			8,55	7,52		
		7-8	8,55	5,92			11,08	10,77		
		8-9	8,55	5,43			11,08	11,08		
		D	5-6	17,1	5,61			17,1	9,36	
	6-6'		17,1	3,43			17,1	3,63		
	6'-7		8,55	3,28			8,55	4,65		
	7-8		8,55	5,26			8,55	9,05	0,5	5,84
	8-9		17,1	4,85			17,1	9,16		
	9-10		8,55	2,33			8,55	3,69		
	E	5-6	17,1	7,44			24,86	14,47		
		6'-7	17,1	6,78			21,06	13,24		
		7-8	17,1	5,15			17,1	8,8		
		8-9	17,1	5,07			17,1	9,4		
		9-10	17,1	2,16			8,55	3,66		
	F	5-6	23,28	8,7			19,95	19,07		
		6-7	23,28	8,7			24,86	18,36		
		7-8	23,28	6,17			24,15	10,23		
		8-9	23,28	6,29			22,72	11,02		
	G	5-6	8,55	8,29			18,68	18,49		
		6-7	8,55	5,83			8,55	8,7	0,15	1,75
		7-8	8,55	4,05			8,55	6,47		
		8-9	17,1	4,15			17,1	8,37		
	H	5-6	8,55	5,78			8,55	9,92	1,37	16,01

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección X) MÓDULO 1										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm 2	%	colocado	Requerido	cm 2	%
3	B	5-6	19,63	14,9		1,75	17,1	8,7		
		6-6'	8,55	8,7	0,15		8,55	5,71		
		6'-7	11,08	9,09		1,86	8,55	6,05		
		7-8	11,08	11,29	0,21		8,55	7,5		
		8-9	11,08	10,93			8,55	7,26		
	C	5-6	18,68	16,26		33,67	14,25	8,7		
		6-6'	8,55	11,43	2,88		8,55	7,6		
		6'-7	14,25	12,16		67,6	8,55	8,08		
		7-8	11,08	18,58	7,5	0,8	8,55	9,11	0,56	6,54
		8-9	16,31	16,44	0,13	57,1	8,55	8,7	0,15	1,75
	D	5-6	11,08	17,42	6,34		8,55	11,52	2,97	34,73
		6-6'	17,1	10,44			17,1	6,91		
		6'-7	12,51	10,02		15,0	8,55	6,7		
		7-8	14,25	16,4	2,15	15,2	8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	12,51	14,42	1,91		8,55	8,7	0,15	1,75
		9-10	8,55	6,46			8,55	4,28		
	E	5-6	28,03	23,67		5,71	20,27	11,39		
		6'-7	19,95	21,09	1,14	12,5	12,51	10,27		
		7-8	14,25	16,04	1,79	19,0	8,55	8,7	0,15	1,75
		8-9	12,51	14,89	2,38		8,55	8,7	0,15	1,75
		9-10	8,55	6,58		10,5	8,55	4,34		
	F	5-6	27,16	30,01	2,85		24,86	14,27		
		6-7	27,47	27,21			20,27	13,04		
		7-8	21,77	18,05		9,35	15,6	8,87		
		8-9	17,34	18,96	1,62	0,07	5,7	9,25	3,55	62,27
	G	5-6	26,6	26,62	0,02	37,5	27,24	12,8		
		6-7	11,08	15,25	4,17	3,3	8,55	8,7	0,15	1,75
		7-8	11,08	11,45	0,37	47,0	8,55	7,61		
8-9		8,55	12,57	4,02	10,3	8,55	8,32			
H	5-6	16,31	18	1,69		8,55	8,87	0,32	3,73	
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm 2	%	colocado	Requerido	cm 2	%
Techo losa	B	5-6	17,1	4,67			17,1	2,32		
		6-6'	17,1	2,31			17,1	1,3		
		6'-7	8,55	3,05			8,55	1,52		
		7-8	8,55	3,42			8,55	1,7		
		8-9	8,55	3,45			8,55	1,71		

	G	6-7	8,55	4,02			8,55	2		
		7-8	8,55	4,1			8,55	2,04		
		8-9	8,55	3,41			8,55	1,7		
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm 2	%	colocado	Requerido	cm 2	%
Techo losa	B	5-6	8,55	1,27			8,55	2,93		
		6-6'	8,55	0,94			8,55	0,91		
		6'-7	8,55	0,95			8,55	0,76		
		7-8	17,1	0,85			17,1	2,15		
		8-9	17,1	0,87			17,1	2,4		
	G	6-7	8,55	1,41			8,55	2,59		
		7-8	8,55	1,01			8,55	1,44		
8-9		17,1	0,88			17,1	1,8			
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm 2	%	colocado	Requerido	cm 2	%
Techo losa	B	5-6	17,1	5,16			17,1	2,56		
		6-6'	8,55	3,49			8,55	1,73		
		6'-7	8,55	2,12			8,55	1,06		
		7-8	8,55	2,79			8,55	1,67		
		8-9	8,55	3,51			8,55	2		
	G	6-7	8,55	5,7			8,55	2,83		
		7-8	8,55	3,24			8,55	1,61		
		8-9	8,55	3,56			8,55	1,77		

Fuente: Cálculos Propios.

ANEXO F: VERIFICACIÓN DE ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS MÓDULO 2

Verificación de Acero Longitudinal en Vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
1	1	D-E	14,25	20,44	6,19	43,43	16,31	15,41		
		E-F	X	X	X	X	X	X	X	X
		F-G	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	B-C	17,58	15,56			17,58	15,16		
		C-D	13,7	17,98	4,28	31,27	11,64	14,31	2,67	22,95
		D-E	6,03	17,75	11,72	194,36	9,9	15,81	5,91	59,75
		E-F	7,3	14,89	7,59	103,9	11,11	12,86	1,75	15,73

PB										
		F-G	7,3	15,74	8,44	115,54	8,47	12,79	4,32	50,98
	3	B-C	17,58	13,85			15,83	13,87		
		C-D	11,64	15,89	4,25	36,53	9,9	13,35	3,45	34,89
		D-E	13,86	17,36	3,5	25,3	13,86	15,77	1,91	13,82
		E-F	13,86	15	1,14	8,26	13,86	13,19		
		F-G	11,64	15,76	4,12	35,41	9,9	12,86	2,96	29,94
	4	B-C	17,58	14,64			17,58	14,3		
		C-D	11,64	11,94	0,3	2,59	11,64	9,55		
		D-E	13,86	14,75	0,89	6,46	13,86	13,3		
		E-F	15,6	16,53	0,93	5,98	15,6	15		
		F-G	11,64	17,14	5,5	47,27	11,64	14,34	2,7	23,21
	4'	B-C	16,07	17,7	1,63	10,13	11,64	17,53	5,89	50,62
		C-D	16,07	14,94			11,64	13,04	1,4	12,04
	5'	E-F	16,07	17,83	1,76	10,94	16,07	15,83		
		F-G	16,07	16,41	0,34	2,1	16,07	14,78		
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
PB	1	D-E	16,31	8,47			17,89	8,61		
		E-F	X	X	X	X	X	X	X	X
		F-G	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	B-C	5,94	6,1	0,16	2,73	5,94	7,23	1,29	21,76
		C-D	5,94	5,01			5,94	6,57	0,63	10,64
		D-E	11,88	8,26			11,88	7,84		
		E-F	5,94	4,87			5,94	5,77		
	3	F-G	5,94	5,55			5,94	7,39	1,45	24,45
		B-C	5,94	5,53			5,94	7,41	1,47	24,79
		C-D	5,94	5,91			5,94	6,5	0,56	9,46
		D-E	11,88	8,01			11,88	7,82		
	4	E-F	5,94	5,9			5,94	6,55	0,61	10,31
		F-G	5,94	5,58			5,94	7,44	1,5	25,3
		B-C	5,94	6,14	0,2	3,4	5,94	8,12	2,18	36,75
		C-D	5,94	4,52			5,94	4,85		
	4'	D-E	11,88	6,02			11,88	5,81		
		E-F	5,94	6,47	0,53	8,96	5,94	7,27	1,33	22,43
		F-G	5,94	6,1	0,16	2,73	5,94	8,05	2,11	35,57
		B-C	5,94	7,58	1,64	27,65	5,94	8,93	2,99	50,39
	5'	C-D	5,94	6,72	0,78	13,17	5,94	6,76	0,82	13,84
E-F		16,07	7,13			16,07	7,43			
		F-G	16,07	7,97			16,07	9,39		
Verificación de Acero Longitudinal en Vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	

			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
PB	1	D-E	16,31	16,44	0,13	0,8	7,3	13,99	6,69	91,58
		E-F	X	X	X	X	X	X	X	X
		F-G	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	B-C	13,7	16,21	2,51	18,35	11,64	14,23	2,59	22,27
		C-D	11,64	14,51	2,87	24,67	11,11	13,52	2,41	21,66
		D-E	7,3	16,8	9,5	130,06	11,11	15,89	4,78	42,99
		E-F	7,3	15,26	7,96	108,97	8,47	12,23	3,76	44,37
		F-G	8,47	13,91	5,44	64,2	8,47	13,97	5,5	64,91
	3	B-C	11,64	15,57	3,93	33,78	9,9	12,9	3	30,35
		C-D	13,86	14,83	0,97	7,03	13,86	13,22		
		D-E	13,86	17,16	3,3	23,85	13,86	15,88	2,02	14,61
		E-F	11,64	15,74	4,1	35,24	9,9	13,39	3,49	35,3
		F-G	11,64	13,73	2,09	17,97	9,9	14,02	4,12	41,66
	4	B-C	11,64	13,58	1,94	16,68	11,64	11,09		
		C-D	13,86	11,14			13,86	9,46		
		D-E	15,6	17,65	2,05	13,16	15,6	16	0,4	2,58
		E-F	11,64	17,52	5,88	50,54	11,64	14,89	3,25	27,94
		F-G	11,64	15,28	3,64	31,29	11,64	13,45	1,81	15,57
	4'	B-C	16,07	15,82			11,64	13,74	2,1	18,06
		C-D	16,07	16,91	0,84	5,21	13,7	14,78	1,08	7,91
	5'	E-F	16,07	15,77			16,07	13,91		
F-G		16,07	18,96	2,89	17,97	16,07	18,56	2,49	15,48	

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
	1	D-E	18,61	18,43			13,7	14,03	0,33	2,43
		E-F	13,7	13,31			12,43	9,27		
		F-G	11,64	11,36			9,9	9,35		
	2	B-C	17,58	14,79			17,58	13,79		
		C-D	13,7	17,33	3,63	26,52	11,64	13,45	1,81	15,5
		D-E	6,03	16,55	10,5	174,4	9,9	14,69	4,79	48,4
		E-F	7,3	14,62	7,32	100,2	11,11	12,27	1,16	10,4

1	3	F-G	7,3	14,22	6,92	94,73	8,47	11,94	3,47	40,9	
		B-C	17,58	13,32			15,83	12,58			
		C-D	11,64	14,92	3,28	28,2	9,9	12,69	2,79	28,2	
		D-E	13,86	16,15	2,29	16,56	13,86	14,6	0,74	5,37	
		E-F	13,86	14,53	0,67	4,87	13,86	18,48	4,62	33,3	
		F-G	11,64	14,33	2,69	23,13	9,9	11,87	1,97	19,9	
	4	B-C	17,58	14,02			17,58	12,84			
		C-D	11,64	11,66	0,02	0,19	11,64	9,55			
		D-E	13,86	14	0,14	1,04	13,86	12,44			
		E-F	15,6	15,82	0,22	1,43	15,6	14,03			
		F-G	11,64	15,31	3,67	31,55	11,64	13,23	1,59	13,6	
	4'	B-C	16,07	16,21	0,14	0,86	11,64	15,74	4,1	35,2	
		C-D	16,07	14,7			11,64	12,33	0,69	5,94	
	5'	E-F	16,07	16,42	0,35	2,16	16,07	14,66			
		F-G	16,07	14,9			16,07	13,78			
	Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)										

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
1	1	D-E	11,88	7,64			11,88	8,05		
		E-F	5,94	4,52			5,94	6,01	0,07	1,21
		F-G	5,94	5,33			5,94	6,43	0,49	8,29
	2	B-C	5,94	5,06			5,94	6,57	0,63	10,64
		C-D	5,94	4,8			5,94	6,46	0,52	8,79
		D-E	11,88	7,7			11,88	7,34		
		E-F	5,94	4,74			5,94	5,52		
	3	F-G	5,94	5,11			5,94	6,8	0,86	14,52
		B-C	5,94	5,04			5,94	6,74	0,8	13,51
		C-D	5,94	4,7			5,94	5,7		
		D-E	11,88	7,46			11,88	7,29		
		E-F	5,94	4,73			5,94	5,64		
	4	F-G	5,94	5,1			5,94	6,82	0,88	14,85
		B-C	5,94	5,69			5,94	7,26	1,32	22,26
		C-D	5,94	4,78			5,94	5,33		
		D-E	11,88	5,77			11,88	5,51		
		E-F	5,94	5,23			5,94	6,34	0,4	6,77
4'	F-G	5,94	5,53			5,94	7,29	1,35	22,77	
	B-C	5,94	6,86	0,92	15	5,94	8	2,06	34,73	

		C-D	5,94	5,99	0,05	0,8	5,94	6,01	0,07	1,21
	5'	E-F	16,07	6,05			16,07	6,42		
		F-G	16,07	7,24			16,07	8,23		
Verificación de Acero longitudinal en Vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
1	1	D-E	13,7	15,36	1,66	12,1	12,43	12,03		
		E-F	11,64	12,27	0,63	5,4	9,9	8,95		
		F-G	8,47	12,4	3,93	46	8,47	11,97	3,5	41,3
	2	B-C	13,7	14,67	0,97	7,1	11,64	13,34	1,7	14,62
		C-D	11,64	13,72	2,08	17	11,11	13,02	1,91	17,17
		D-E	7,3	15,58	8,28	113	11,11	14,84	3,73	33,54
		E-F	7,3	14,41	7,11	97	8,47	12,75	4,28	50,5
		F-G	8,47	13,3	4,83	57	8,47	12,76	4,29	50,62
	3	B-C	11,64	14,08	2,44	20	9,9	11,97	2,07	20,95
		C-D	13,86	14,38	0,52	3,7	13,86	12,54		
		D-E	13,86	15,91	2,05	14	13,86	14,72	0,86	6,24
		E-F	11,64	14,77	3,13	26,9	9,9	12,74	2,84	28,73
		F-G	11,64	13,03	1,39	11	9,9	12,67	2,77	28,02
	4	B-C	11,64	12,3	0,66	5,6	11,64	10,43		
		C-D	13,86	11,25			13,86	9,37		
		D-E	15,6	16,19	0,59	3,8	15,6	14,82		
		E-F	11,64	16,31	4,67	40	11,64	14,06	2,42	20,81
		F-G	11,64	14,55	2,91	25	11,64	13,84	2,2	18,92
	4'	B-C	16,07	14,74			11,64	12,7	1,06	9,12
		C-D	16,07	15,44			13,7	14,05	0,35	2,58
5'	E-F	16,07	14,98			16,07	13,14			
	F-G	16,07	17,63	1,56	9,6	16,07	16,47	0,4	2,48	

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%

2	1	D-E	11,64	13,76	2,12	18,23	8,47	9,82	1,35	15,92		
		E-F	9,9	10,76	0,86	8,2	8,47	7,1				
		F-G	8,47	8,57	0,1	1,16	8,47	6,81				
	2	B-C	14,41	11,09			14,41	10,1				
		C-D	9,9	13,77	3,87	39,14	8,47	9,91	1,44	16,98		
		D-E	11,64	12,32	0,68	5,86	9,9	10,6	0,7	7,11		
		E-F	11,64	11,4			9,9	9,19				
		F-G	11,64	10,8			8,47	8,69	0,22	2,58		
	3	B-C	14,41	10			14,41	9,18				
		C-D	8,47	11,61	3,14	37,05	8,47	9,59	1,12	13,2		
		D-E	9,9	11,91	2,01	20,34	9,9	10,48	0,58	5,89		
		E-F	8,47	11,38	2,91	34,33	8,47	9,4	0,93	10,96		
	4	F-G	8,47	10,8	2,33	27,49	8,47	8,61	0,14	1,63		
		B-C	14,41	10,54			14,41	9,21				
		C-D	8,47	9,25	0,78	9,19	8,47	7,24				
		D-E	9,9	10,41	0,51	5,19	9,9	8,85				
		E-F	9,9	12,18	2,28	23,07	9,9	10,45	0,55	5,59		
	4'	F-G	8,47	11,27	2,8	33,03	8,47	9,57	1,1	12,97		
		B-C	11,64	11,8	0,16	1,39	8,47	11,38	2,91	34,33		
	5'	C-D	11,64	11,65	0,01	0,1	8,47	8,97	0,5	5,88		
E-F		11,64	12,18	0,54	4,65	9,9	10,61	0,71	7,21			
5'	F-G	9,9	10,84	0,94	9,53	9,9	9,95	0,05	0,54			
Nive l	Ej e	Vig a	As Long Superior Central (cm2)		Diferenci a de Acero (Requerido -Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferenci a de Acero (Requerido -Colocado)			
			colocad o	Requerid o	cm2	%	colocad o	Requerid o	cm 2	%		
2	1	D-E	11,88	5,58			11,88	6,01				
		E-F	5,94	4,52			5,94	5,18				
		F-G	5,94	4,52			5,94	5,03				
2	2	B-C	5,94	4,52			5,94	5,08				
			C-D	5,94	4,52			5,94	5,32			
			D-E	11,88	5,79			11,88	5,47			
			E-F	5,94	4,52			5,94	4,52			
			F-G	5,94	4,52			5,94	5,38			
	3			B-C	5,94	4,52			5,94	5,33		
				C-D	5,94	4,52			5,94	4,53		
				D-E	11,88	5,55			11,88	5,38		
				E-F	5,94	4,52			5,94	4,52		
	4			F-G	5,94	4,52			5,94	5,41		
				B-C	5,94	4,52			5,94	5,59		
			C-D	5,94	4,52			5,94	4,52			
			D-E	11,88	4,52			11,88	4,52			
			E-F	5,94	4,52			5,94	5			

		F-G	5,94	4,52			5,94	5,68		
	4'	B-C	5,94	5			5,94	6,12	0,18	3,07
		C-D	5,94	4,75			5,94	4,68		
	5'	E-F	5,94	4,58			5,94	4,85		
		F-G	5,94	5,27			5,94	6,25		
Verificación de Acero longitudinal en Vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
2	1	D-E	9,9	11,59	1,69	17,11	8,47	8,26		
		E-F	8,47	10,11	1,64	19,34	8,47	6,72		
		F-G	8,47	9,34	0,87	10,25	5,94	8,84	2,9	48,87
	2	B-C	9,9	10,93	1,03	10,44	8,47	9,75	1,28	15,09
		C-D	11,64	10,37			9,9	9,95	0,05	0,54
		D-E	11,64	11,47			9,9	10,76	0,86	8,72
		E-F	11,64	11,09			8,47	9,56	1,09	12,85
	3	F-G	8,47	9,98	1,51	17,81	8,47	9,34	0,87	10,25
		B-C	8,47	10,51	2,04	24,06	8,47	8,74	0,27	3,17
		C-D	9,9	11,27	1,37	13,88	9,9	9,45		
		D-E	9,9	11,69	1,79	18,12	9,9	10,59	0,69	7,01
		E-F	8,47	11,48	3,01	35,51	8,47	9,51	1,04	12,26
	4	F-G	8,47	9,71	1,24	14,62	8,47	9,28	0,81	9,54
		B-C	8,47	9,04	0,57	6,71	8,47	7,53		
		C-D	9,9	8,95			9,9	7,13		
		D-E	9,9	11,76	1,86	18,83	9,9	10,64	0,74	7,51
		E-F	8,47	12,52	4,05	47,79	8,47	10,49	2,02	23,83
	4'	F-G	8,47	10,83	2,36	27,84	8,47	9,98	1,51	17,81
		B-C	11,64	11,04			8,47	9,11	0,64	7,54
		C-D	13,7	11,36			9,9	10,47	0,57	5,79
E-F		9,9	11,35	1,45	14,69	9,9	9,56			
5'	F-G	11,64	12,94	1,3	11,18	9,9	11,77	1,87	18,93	
Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
	1	D-E	11,64	7,66			5,94	4,68		
		E-F	8,47	7,88			5,94	4,12		
		F-G	8,47	5,08			5,94	4,52		
	2	B-C	11,88	6,59			11,88	5,51		
		C-D	8,47	9,37	0,9	10,61	5,94	5,4		

3											
		D-E	8,47	7,48				5,94	5,8		
		E-F	8,47	7,47				5,94	5,31		
		F-G	8,47	6,59				5,94	4,73		
	3	B-C	14,41	5,4				14,41	4,75		
		C-D	8,47	6,83				8,47	4,86		
		D-E	9,9	6,56				9,9	5,44		
		E-F	8,47	6,87				8,47	5,22		
		F-G	8,47	6,03				8,47	4,52		
	4	B-C	14,41	6,08				14,41	4,8		
		C-D	8,47	5,81				8,47	4,52		
		D-E	9,9	6,45				9,9	4,76		
		E-F	9,9	7,31				9,9	5,97		
		F-G	8,47	6,23				8,47	4,56		
	4'	B-C	9,9	6,68				5,94	6,06	0,12	2,05
		C-D	9,9	7,26				5,94	4,53		
	5'	E-F	11,64	7,22				9,9	6,04		
		F-G	9,9	5,99				9,9	4,97		

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	1	D-E	11,88	5,58			11,88	6,01		
		E-F	5,94	4,52			5,94	5,18		
		F-G	5,94	4,52			5,94	5,03		
	2	B-C	5,94	4,52			5,94	5,08		
		C-D	5,94	4,52			5,94	5,32		
		D-E	11,88	5,79			11,88	5,47		
		E-F	5,94	4,52			5,94	4,52		
		F-G	5,94	4,52			5,94	5,38		
	3	B-C	5,94	4,52			5,94	5,33		
		C-D	5,94	4,52			5,94	4,53		
		D-E	11,88	5,55			11,88	5,38		
		E-F	5,94	4,52			5,94	4,52		
		F-G	5,94	4,52			5,94	5,41		
	4	B-C	5,94	4,52			5,94	5,59		
		C-D	5,94	4,52			5,94	4,52		
		D-E	11,88	4,52			11,88	4,52		
		E-F	5,94	4,52			5,94	5		
		F-G	5,94	4,52			5,94	5,68		
	4'	B-C	5,94	5			5,94	6,12		
		C-D	5,94	4,75			5,94	4,68		
5'	E-F	5,94	4,58			5,94	4,85			
	F-G	5,94	5,27			5,94	6,25			

Verificación de Acero longitudinal en Vigas (Dirección Y)

					Diferencia					Diferencia
--	--	--	--	--	------------	--	--	--	--	------------

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Derecho (cm2)		de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Derecho (cm2)		de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	1	D-E	8,47	4,86			5,94	4,52		
		E-F	8,47	7,04			5,94	4,52		
		F-G	4,76	5,93	1,17	24,51	5,94	4,6		
	2	B-C	8,47	6,25			4,76	5,38	0,62	12,97
		C-D	8,47	6,16			5,94	6,03	0,09	1,55
		D-E	8,47	6,55			5,94	6,09	0,15	2,56
		E-F	8,47	6,96			5,94	5,58		
		F-G	5,94	6	0,06	1,04	5,94	5,12		
	3	B-C	8,47	5,69			8,47	4,52		
		C-D	9,9	6,73			9,9	5,26		
		D-E	9,9	6,62			9,9	5,59		
		E-F	8,47	6,76			8,47	4,9		
		F-G	8,47	5,08			8,47	4,88		
	4	B-C	8,47	4,93			8,47	4,52		
		C-D	9,9	5,62			9,9	4,52		
		D-E	9,9	6,96			9,9	5,87		
		E-F	8,47	7,4			8,47	5,44		
		F-G	8,47	5,93			8,47	5,35		
	4'	B-C	9,9	6,18			5,94	4,52		
		C-D	9,9	6,68			5,94	6,12	0,18	3,07
	5'	E-F	9,9	6,68			9,9	4,97		
F-G		11,64	7,32			9,9	6,35			

Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y)

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	2	B-C	11,88	0,91			11,88	0,46		
		C-D	8,47	1,53			5,94	0,76		
		D-E	8,47	0,54			5,94	1,09		
	3	E-F	8,47	1,3			5,94	0,62		
		F-G	8,47	0,22			5,94	0,6		
		D-E	5,94	0,23			5,94	0,61		
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	2	B-C	5,94	0,22			5,94	0,6		
		C-D	5,94	0,78			5,94	0,66		
		D-E	11,88	0,27			11,88	0,81		
		E-F	5,94	0,31			5,94	0,72		

	3									
		F-G	5,94	0,2			5,94	0,8		
		D-E	11,88	0,21			11,88	0,82		
Verificación de Acero longitudinal en Vigas (Dirección Y)										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Derecho(cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Derecho(cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	2	B-C	8,47	0,79			4,76	0,39		
		C-D	8,47	0,89			5,94	0,72		
		D-E	8,47	1,89			5,94	0,54		
	3	E-F	8,47	0,79			5,94	0,74		
		F-G	5,94	0,79			5,94	0,74		
		D-E	5,94	0,84			5,94	0,46		
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido - Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
PB	B	2-3	14,25	22,82	8,57	60,13	8,55	15,93	7,38	86,3
		3-4	14,25	20,12	5,87	41,18	8,55	9,71	1,16	13,56
		4-4'	14,25	21,41	7,16	50,23	11,08	15,65	4,57	41,19
	C	2-3	18,68	29,27	10,59	56,65	12,51	15	2,49	19,91
		3-4	22,64	28,9	6,26	27,63	17,02	13,65		
		4-4'	16,31	23,68	7,37	45,19	11,08	12,73	1,65	14,85
	D	1-2	8,47	20,9	12,43	146,71	8,47	15,74	7,27	85,8
		2-3	16,31	22,6	6,29	38,57	8,55	10,84	2,29	26,77
		3-4	18,68	26,38	7,7	41,18	8,55	12,54	3,99	46,65
		4-4'	14,25	21,13	6,88	48,27	8,55	11,9	3,35	39,17
		4'-5'	19,63	16,57			17,1	8,7		
	E	1-2	8,47	22,33	13,86	163,59	8,47	14,94	6,47	76,36
		2-3	16,31	22,64	6,33	38,81	8,55	10,86	2,31	27,01
		3-4	18,68	26,07	7,39	39,52	8,55	12,4	3,85	45,02
		4-5'	24,62	31,36	6,74	27,36	14,49	14,68	0,19	1,32
	F	1-2	X	X	X	X	X	X	X	X
		2-3	19,4	25,89	6,49	33,47	11,08	12,32	1,24	11,15
		3-4	21,77	28,86	7,09	32,55	11,08	13,64	2,56	23,06
		4-5'	30,32	38,63	8,31	27,39	20,19	17,74		
	G	1-2	X	X	X	X	X	X	X	X
		2-3	12,51	18,56	6,05	48,37	8,55	9,43	0,88	10,28
		3-4	14,25	20,64	6,39	44,83	8,55	10,38	1,83	21,39
		4-5'	16,31	25,91	9,6	58,86	8,55	12,29	3,74	43,73

Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido -Colocado)		As long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido -Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
PB	B	2-3	8,55	8,1			8,55	11,74	3,19	37,3
		3-4	17,1	6,34			17,1	8,7		
		4-4'	8,55	8,7	0,15	1,75	8,55	9,16	0,61	7,13
	C	2-3	8,55	8,7	0,15	1,75	12,51	14,98	2,47	19,75
		3-4	17,1	8,7			19,63	10,98		
		4-4'	8,55	7,53			8,55	10,06	1,51	17,65
	D	1-2	5,94	8,7	2,76	46,51	5,94	7,8	1,86	31,36
		2-3	8,55	8,18			8,55	9,69	1,14	13,32
		3-4	17,1	8,13			17,1	9,31		
		4-4'	8,55	6,92			8,55	8,7	0,15	1,75
		4'-5'	8,55	8,7	0,15	1,75	8,55	6,69		
	E	1-2	5,94	8,7	2,76	46,51	5,94	7,84	1,9	32,03
		2-3	8,55	7,93			8,55	9,66	1,11	12,97
		3-4	17,1	8,46			17,1	9,06		
		4-5'	17,1	8,7			23,04	13,97		
	F	1-2	X	X	X	X	X	X	X	X
		2-3	11,64	8,7			11,08	11,11	0,03	0,23
		3-4	23,28	8,7			19,63	10,06		
		4-5'	23,28	8,7			28,74	18,28		
	G	1-2	X	X	X	X	X	X	X	X
		2-3	8,55	6,2			8,55	8,7	0,15	1,75
3-4		17,1	6,66			17,1	8,7			
4-5'		17,1	8,04			17,1	13,25			
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido -Colocado)		As Long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido -Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
PB	B	2-3	14,25	23,05	8,8	61,74	8,55	11,5	2,95	34,49
		3-4	14,25	17,36	3,11	21,81	11,08	8,83		
		4-4'	14,25	22,64	8,39	58,86	12,51	20,54	8,03	64,2
	C	2-3	22,64	32,37	9,73	42,95	17,02	15,15		
		3-4	16,31	22,99	6,68	40,96	11,08	11,03		
		4-4'	12,51	22,44	9,93	79,39	8,55	18,77	10,22	119,51
	D	1-2	9,9	22,86	12,96	130,99	8,47	15,01	6,54	77,18
		2-3	18,68	26,56	7,88	42,15	8,55	12,62	4,07	47,59
		3-4	14,25	20,67	6,42	45,04	8,55	9,97	1,42	16,6
		4-4'	19,63	22,16	2,53	12,86	17,1	14,67		
		4'-5'	8,55	5,3			8,55	5,3		
	E	1-2	8,47	22,17	13,7	161,7	8,47	14,84	6,37	75,18
		2-3	18,68	25,65	6,97	37,28	8,55	12,22	3,67	42,91
		3-4	24,62	27,55	2,93	11,89	14,49	13,05		
			4-5'	18,68	26,51	7,83	41,88	14,49	13	

F	1-2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2-3	21,77	28,62	6,85	31,45	11,08	13,53	2,45	22,07	
	3-4	30,32	31,44	1,12	3,68	20,19	14,75			
	4-5'	21,77	30,87	9,1	41,78	20,19	15,67			
	1-2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2-3	14,25	19,67	5,42	38,02	8,55	9,92	1,37	16,01	
	3-4	16,31	21,22	4,91	30,11	8,55	10,2	1,65	19,29	
	4-5'	14,25	23,53	9,28	65,11	8,55	13,13	4,58	53,55	
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
1	B	2-3	14,25	21,7	7,45	52,27	8,55	13,76	5,21	60,92
		3-4	14,25	19,6	5,35	37,53	8,55	9,49	0,94	10,99
		4-4'	14,25	19,2	4,95	34,73	11,08	14,33	3,25	29,28
	C	2-3	18,68	28,23	9,55	51,09	12,51	13,32	0,81	6,48
		3-4	22,64	28,08	5,44	24,01	17,02	13,31		
		4-4'	16,31	20,88	4,57	28,02	11,08	11,81	0,73	6,55
	D	1-2	8,47	18,64	10,17	120,03	8,47	14,44	5,97	70,45
		2-3	16,31	22,76	6,45	39,52	8,55	10,89	2,34	27,36
		3-4	18,68	25,57	6,89	36,85	8,55	12,19	3,64	42,56
		4-4'	14,25	19,55	5,3	37,18	8,55	10,98	2,43	28,41
	E	4'-5'	19,63	16,32			17,1	8,7		
		1-2	8,47	20,37	11,9	140,45	8,47	13,53	5,06	59,71
		2-3	16,31	22,71	6,4	39,24	8,55	10,87	2,32	27,12
		3-4	18,68	25,25	6,57	35,14	8,55	12,05	3,5	40,92
		4-5'	24,62	29,83	5,21	21,15	14,49	14,03		
	F	1-2	8,47	15,97	7,5	88,51	8,47	12,39	3,92	46,25
		2-3	19,4	25,55	6,15	31,72	11,08	12,14	1,06	9,53
		3-4	21,77	28	6,23	28,6	11,08	13,27	2,19	19,72
		4-5'	30,32	36,67	6,35	20,93	20,19	16,93		
	G	1-2	11,08	15,38	4,3	38,76	11,08	13,3	2,22	19,99
2-3		12,51	18,53	6,02	48,13	11,08	9,09			
3-4		14,25	20,08	5,83	40,9	8,55	9,71	1,16	13,56	
4-5'		16,31	24,6	8,29	50,83	8,55	11,72	3,17	37,06	
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
	B	2-3	8,55	7,59			8,55	10,62	2,07	24,2
		3-4	17,1	6,2			17,1	8,7		
		4-4'	8,55	8,11			8,55	8,7	0,15	1,75
	C	2-3	8,55	8,7	0,15	1,75	12,51	13,43	0,92	7,36
		3-4	17,1	8,62			19,63	10,96		

1										
		4-4'	8,55	6,72			8,55	9,03	0,48	5,61
	D	1-2	5,94	8,7	2,76	46,51	5,94	7,31	1,37	23,11
		2-3	8,55	7,87			8,55	9,31	0,76	8,88
		3-4	17,1	7,91			17,1	9,06		
		4-4'	8,55	6,52			8,55	8,7	0,15	1,75
		4'-5'	8,55	8,7	0,15	1,75	8,55	6,35		
	E	1-2	5,94	8,39	2,45	41,29	5,94	7,33	1,39	23,44
		2-3	8,55	7,71			8,55	9,4	0,85	9,93
		3-4	17,1	8,02			17,1	8,7		
		4-5'	17,1	8,7			23,04	12,98		
	F	1-2	5,94	7,69	1,75	29,51	5,94	8,53	2,59	43,65
		2-3	11,64	8,52			11,08	10,97		
		3-4	23,28	8,7			19,63	10,11		
		4-5'	23,28	8,7			28,74	17,67		
	G	1-2	8,55	6,73			8,55	7,64		
		2-3	8,55	6,23			8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	17,1	6,33			17,1	8,7		
		4-5'	17,1	7,69			17,1	11,92		

Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)

Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
1	B	2-3	14,25	21,2	6,95	48,76	8,55	10,44	1,89	22,1
		3-4	14,25	17,42	3,17	22,24	11,08	8,72		
		4-4'	14,25	21,04	6,79	47,64	12,51	18,09	5,58	44,61
	C	2-3	22,64	29,74	7,1	31,34	17,02	13,99		
		3-4	16,31	22,63	6,32	38,75	11,08	10,89		
		4-4'	12,51	21,44	8,93	71,39	8,55	16,25	7,7	90,04
	D	1-2	9,9	21,18	11,28	114,01	8,47	13,23	4,76	56,17
		2-3	18,68	25,18	6,5	34,76	8,55	11,98	3,43	40,11
		3-4	14,25	20,38	6,13	43,01	8,55	9,85	1,3	15,2
		4-4'	19,63	20,78	1,15	5,83	17,1	13,26		
		4'-5'	8,55	5,24			8,55	5,24		
	E	1-2	8,47	20,13	11,66	137,62	8,47	13,21	4,74	55,93
		2-3	18,68	24,63	5,95	31,82	8,55	11,73	3,18	37,18
		3-4	24,62	25,96	1,34	5,43	14,49	12,37		
		4-5'	18,68	25,84	7,16	38,29	14,49	12,27		
	F	1-2	9,9	20,52	10,62	107,34	8,47	12,69	4,22	49,8
		2-3	21,77	27,5	5,73	26,31	11,08	13,01	1,93	17,37
		3-4	30,32	29,35			20,19	13,86		
		4-5'	21,77	30,43	8,66	39,76	20,19	14,28		
	G	1-2	12,51	16,51	4	31,98	11,08	12,95	1,87	16,83
2-3		14,25	19,02	4,77	33,46	8,55	9,44	0,89	10,4	

			3-4	16,31	20,08	3,77	23,12	8,55	9,7	1,15	13,44
			4-5'	14,25	22,57	8,32	58,37	8,55	11,63	3,08	36,01
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)											
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%	
2	B	2-3	8,23	17,65	9,42	114,36	8,55	9,7	1,15	13,44	
		3-4	8,23	16,66	8,43	102,33	8,55	8,7	0,15	1,75	
		4-4'	8,23	14,33	6,1	74,03	8,55	10	1,45	16,95	
	C	2-3	16,31	23,95	7,64	46,85	8,55	11,44	2,89	33,79	
		3-4	18,68	24,94	6,26	33,48	8,55	11,94	3,39	39,64	
		4-4'	16,78	15,98			8,55	8,7	0,15	1,75	
	D	1-2	5,94	13,88	7,94	133,75	5,94	10,07	4,13	69,59	
		2-3	9,98	20,15	10,17	101,99	8,55	9,72	1,17	13,68	
		3-4	16,31	22,54	6,23	38,2	8,55	10,85	2,3	26,89	
		4-4'	9,98	15,56	5,58	55,98	8,55	8,7	0,15	1,75	
		4'-5'	19,63	14,14			17,1	8,7			
	E	1-2	5,94	15,75	9,81	165,24	5,94	9,14	3,2	53,92	
		2-3	14,25	20,03	5,78	40,55	8,55	9,66	1,11	12,97	
		3-4	14,25	22,04	7,79	54,65	8,55	10,63	2,08	24,32	
		4-5'	20,19	26,3	6,11	30,27	14,49	12,51			
	F	1-2	5,94	12,15	6,21	104,62	5,94	8,7	2,76	46,51	
		2-3	16,31	22,58	6,27	38,45	11,08	10,82			
		3-4	18,68	24,53	5,85	31,28	11,08	11,75	0,67	6,01	
		4-5'	24,39	32,72	8,33	34,18	20,19	15,29			
	G	1-2	8,55	11,52	2,97	34,73	8,55	9,27	0,72	8,41	
		2-3	11,08	16,01	4,93	44,44	8,55	8,7	0,15	1,75	
		3-4	11,08	16,92	5,84	52,65	17,1	8,7			
		4-5'	21,06	21,15	0,09	0,43	17,1	10,18			
	Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%	
2	B	2-3	8,55	5,68			8,55	8,8	0,25	2,92	
		3-4	17,1	5,33			17,1	8,66			
		4-4'	8,55	5,88			8,55	8,54			
	C	2-3	8,55	7,93			11,08	11,82	0,74	6,64	
		3-4	17,1	7,75			19,63	10,97			
		4-4'	8,55	5,4			8,55	8,7	0,15	1,75	

	D	1-2	5,94	6,93	0,99	16,71	5,94	5,35		
		2-3	8,55	6,93			8,55	9,15	0,6	7,01
		3-4	17,1	7,06			17,1	9,1		
		4-4'	8,55	5,32			8,55	7,1		
		4'-5'	8,55	8,7	0,15	1,75	8,55	4,58		
	E	1-2	5,94	6,43	0,49	8,29	5,94	5,27		
		2-3	8,55	6,83			8,55	9,19	0,64	7,48
		3-4	17,1	7,01			17,1	8,7		
		4-5'	17,1	8,23			23,04	12,74		
	F	1-2	5,94	5,22			5,94	6,19	0,25	4,24
		2-3	8,55	7,59			11,08	10,96		
		3-4	17,1	7,91			19,63	10,09		
		4-5'	17,1	8,7			28,74	17,67		
	G	1-2	8,55	4,5			8,55	5,87		
		2-3	8,55	5,21			8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	8,55	5,41			8,55	7,67		
4-5'		8,55	6,72			8,55	10,49	1,94	22,68	
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
2	B	2-3	8,23	17,25	9,02	109,5	8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	8,23	14,87	6,64	80,59	8,55	8,7	0,15	1,75
		4-4'	8,23	15,96	7,73	93,83	8,55	12,81	4,26	49,81
	C	2-3	18,68	25,09	6,41	34,28	8,55	12,05	3,5	40,92
		3-4	16,78	19,82	3,04	18,08	8,55	9,63	1,08	12,62
		4-4'	11,08	16,93	5,85	52,74	8,55	11,22	2,67	31,22
	D	1-2	5,94	16,74	10,8	181,91	5,94	8,7	2,76	46,51
		2-3	16,31	21,8	5,49	33,66	8,55	10,48	1,93	22,56
		3-4	9,98	17,72	7,74	77,63	8,55	8,7	0,15	1,75
		4-4'	19,63	16,71			17,1	9,2		
	E	4'-5'	8,55	4,6			8,55	4,6		
		1-2	5,94	15,51	9,57	161,2	5,94	8,7	2,76	46,51
		2-3	14,25	21,47	7,22	50,65	8,55	10,33	1,78	20,81
		3-4	20,19	22,38	2,19	10,85	14,49	10,78		
	F	4-5'	16,31	22,29	5,98	36,67	14,49	10,7		
		1-2	5,94	15,59	9,65	162,55	5,94	8,7	2,76	46,51
		2-3	18,68	24,11	5,43	29,04	11,08	11,52	0,44	3,93
		3-4	24,39	25,51	1,12	4,61	20,19	12,19		
	G	4-5'	19,95	26,77	6,82	34,17	20,19	12,7		
		1-2	11,08	11,97	0,89	7,99	8,55	8,77	0,22	2,56
2-3		19,63	16,1			17,1	8,7			
3-4		12,51	16,92	4,41	35,26	8,55	8,7	0,15	1,75	
4-5'	12,51	19,07	6,56	52,45	8,55	9,64	1,09	12,74		
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requ	

									erido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	B	2-3	8,23	12,34	4,11	49,87	8,55	8,09		
		3-4	8,23	12,89	4,66	56,55	8,55	8,53		
		4-4'	8,23	8,87	0,64	7,72	8,55	6,33		
	C	2-3	16,31	17,21	0,9	5,52	8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	18,68	20,63	1,95	10,41	8,55	10,02	1,47	17,18
		4-4'	16,78	10,56			8,55	7,02		
	D	1-2	5,94	8,7	2,76	46,51	5,94	7,34	1,4	23,61
		2-3	9,98	16,32	6,34	63,6	8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	16,31	18,26	1,95	11,96	8,55	8,92	0,37	4,32
		4-4'	9,98	10,71	0,73	7,36	8,55	7,11		
		4'-5'	19,63	11,53			17,1	7,58		
	E	1-2	5,94	9,39	3,45	58,13	5,94	6,25	0,31	5,25
		2-3	14,25	16,29	2,04	14,31	8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	14,25	17,44	3,19	22,38	8,55	8,7	0,15	1,75
		4'-5'	20,19	21,6	1,41	6,99	14,49	10,41		
	F	1-2	5,94	8,7	2,76	46,51	5,94	5,48		
		2-3	16,31	18,21	1,9	11,65	11,08	8,33		
		3-4	18,68	19,58	0,9	4,79	11,08	9,53		
		4'-5'	24,39	27,74	3,35	13,76	20,19	13,16		
	G	1-2	8,55	8,7	0,15	1,75	8,55	6,39		
2-3		11,08	12,68	1,6	14,4	8,55	8,31			
3-4		11,08	12,51	1,43	12,86	17,1	8,28			
4'-5'		21,06	16,67			17,1	8,7			
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	B	2-3	8,55	4,1			8,55	8,53		
		3-4	17,1	4,18			17,1	7,31		
		4-4'	8,55	3,08			8,55	5,39		
	C	2-3	8,55	6,36			11,08	11,34	0,26	2,31
		3-4	17,1	6,52			19,63	11,03		
		4-4'	8,55	3,44			8,55	6,87		
	D	1-2	5,94	4,4			5,94	3,97		
		2-3	8,55	5,57			8,55	9,18	0,63	7,36
		3-4	17,1	5,81			17,1	9,07		
		4-4'	8,55	3,59			8,55	4,91		
		4'-5'	8,55	6,76			8,55	3,75		
	E	1-2	5,94	3,52			5,94	3,52		
		2-3	8,55	5,49			8,55	9,22	0,67	7,83
		3-4	17,1	5,67			17,1	8,7		
		4'-5'	17,1	6,92			23,04	12,85		
	F	1-2	5,94	3,44			5,94	4,03		
2-3		8,55	6,24			11,08	11,01			

		3-4	17,1	6,52			19,63	10,06		
		4'-5'	17,1	8,67			28,74	17,87		
	G	1-2	8,55	2,38			8,55	3,89		
		2-3	8,55	4,18			8,55	7,21		
		3-4	8,55	4,18			8,55	6,39		
		4'-5'	8,55	5,41			8,55	8,95	0,4	4,67
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As Long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As Long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
3	B	2-3	8,23	12,4	4,17	50,6	8,55	8,14		
		3-4	8,23	11,42	3,19	38,69	8,55	7,59		
		4-4'	8,23	9,41	1,18	14,28	8,55	8,35		
	C	2-3	18,68	19,74	1,06	5,65	8,55	9,55	1	11,69
		3-4	16,78	15,75			8,55	8,7	0,15	1,75
		4-4'	11,08	10,15			8,55	6,99		
	D	1-2	5,94	12,21	6,27	105,63	5,94	8,05	2,11	35,57
		2-3	16,31	17,13	0,82	5,03	8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	9,98	13,86	3,88	38,94	8,55	9,7	1,15	13,44
		4'-5'	19,63	11,04			17,1	7,32		
	E	1-2	5,94	10,75	4,81	81,04	5,94	7,11	1,17	19,74
		2-3	14,25	16,86	2,61	18,31	8,55	8,7	0,15	1,75
		3-4	20,19	17,8			14,49	8,71		
		4'-5'	16,31	16,43	0,12	0,74	14,49	8,7		
	F	1-2	5,94	10,52	4,58	77,16	5,94	6,96	1,02	17,21
		2-3	18,68	19,38	0,7	3,72	11,08	9,39		
		3-4	24,39	20,64			20,19	10,01		
		4'-5'	19,95	20,67	0,72	3,6	20,19	9,97		
	G	1-2	11,08	8,7			8,55	5,46		
		2-3	19,63	12,14			17,1	7,97		
3-4		12,51	12,87	0,36	2,88	8,55	8,5			
4'-5'		12,51	13,84	1,33	10,64	8,55	8,7	0,15	1,75	
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Izquierdo (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	B	2-3	8,55	2,94			8,55	2,43		
		3-4	8,55	4,42			8,55	2,2		
		4-4'	8,55	0,89			8,55	1,36		
	D	3-4	8,55	4,51			8,55	2,64		
		4-4'	8,55	1,64			8,55	1,08		
		4'-5'	8,55	8,16			8,55	4,05		
	E	3-4	8,55	4,52			8,55	2,56		

		4-4'	8,55	4,52			8,55	2,67		
		4'-5'	8,55	1,53			8,55	2,72		
	F	4-5'	16,47	4,24			8,55	2,9		
	G	1-2	8,55	2,62			8,55	2,28		
		2-3	8,55	4,49			8,55	2,23		
		4-5'	8,55	3,7			8,55	1,84		
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Central (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	B	2-3	8,55	1,78			8,55	2,7		
		3-4	17,1	1,09			17,1	1,85		
		4-4'	8,55	1,2			8,55	1,79		
	D	3-4	8,55	1,3			8,55	3,21		
		4-4'	17,1	1			17,1	1,08		
		4'-5'	8,55	4,05			8,55	2,01		
	E	3-4	8,55	1,26			8,55	3,22		
		4-4'	17,1	1,32			17,1	2,5		
		4'-5'	8,55	2,26			8,55	1,76		
	F	4-5'	17,1	1,73			21,06	3,18		
	G	1-2	8,55	1,14			8,55	4,62		
		2-3	8,55	1,11			8,55	1,32		
4-5'		17,1	1,24			17,1	3,61			
Verificación de acero longitudinal en vigas (Dirección X)										
Nivel	Eje	Viga	As long Superior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)		As long Inferior Derecho (cm2)		Diferencia de Acero (Requerido-Colocado)	
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%
Techo losa	B	2-3	8,55	3,49			8,55	1,78		
		3-4	8,55	3,93			8,55	1,95		
		4-4'	8,55	3,59			8,55	1,78		
	D	3-4	8,55	4,52			8,55	2,5		
		4-4'	8,55	4,04			8,55	2,01		
		4'-5'	8,55	2,03			8,55	2,03		
	E	3-4	8,55	4,52			8,55	2,28		
		4-4'	8,55	1,35			8,55	2,79		
		4'-5'	8,55	4,65			8,55	3,06		
	F	4-5'	11,08	7,01			8,55	3,74		
	G	1-2	8,55	4,39			8,55	2,18		
		2-3	8,55	3,79			8,55	1,88		
4-5'		8,55	5			8,55	2,56			
Verificación de Acero longitudinal en vigas (Dirección Y) MÓDULO 1										
Nive	Eje	Vig	As Long Superior Izquierdo (cm2)	Diferencia de Acero (Requerid	As Long Inferior Izquierdo (cm2)	Diferencia de Acero (Requerido				

I		a			o- Colocado)				-Colocado)		
			colocado	Requerido	cm2	%	colocado	Requerido	cm2	%	
PB	5	A-B	X	X			X	X			
		B-C	16,07	20,24	4,17	25,93	11,64	10,33			
		C-D	16,07	11,98			11,64	5,7			
		D-E	16,07	14,7			16,07	14,97			
		E-F	13,86	5,96			13,86	4,62			
		F-G	11,64	7,4			11,64	5,47			
		G-H	13,7	8,18			11,64	6,6			
	6	A-B	X	X			X	X			
		B-C	16,07	13,82			11,64	9,09			
		C-D	16,07	7,26			11,64	5,41			
		D-E	16,07	14,31			16,07	14,27			
		E-F	13,86	7,61			13,86	5,88			
		F-G	11,64	8,16			11,64	5,45			
		G-H	13,7	7,17			11,64	5,5			
	6'	B-C	11,64	8,89			8,47	7,56			
		C-D	11,64	8,05			8,47	7,06			
	7	B-C	17,58	8,47			17,58	8,11			
		C-D	11,64	7,96			11,64	5,67			
		D-E	13,86	3,83			13,86	3,32			
		E-F	15,6	9,89			15,6	8,4			
	8	F-G	11,64	10,37			11,64	7,75			
		B-C	17,58	11,13			17,58	11,52			
		C-D	11,64	13,34	1,7	14,62	9,9	11,27	1,37	13,88	
		D-E	13,86	4,52			13,86	4,52			
		E-F	11,64	12,5	0,86	7,4	9,9	11,02	1,12	11,35	
	9	F-G	11,64	12,84	1,2	10,32	9,9	10,41	0,51	5,19	
		B-C	17,58	16,16			17,58	16,66			
		C-D	13,7	17,5	3,8	27,77	11,64	15,62	3,98	34,21	
		D-E	17,66	18,58	0,92	5,24	13,86	17,93	4,07	29,41	
		E-F	16,07	16,78	0,71	4,4	14,17	14,04			
	10	F-G	13,7	16,98	3,28	23,97	11,64	16,12	4,48	38,51	
		D-E	18,61	21,56	2,95	15,88	19,63	21,35	1,72	8,73	
			E-F'	13,7	17,42	3,72	27,18	12,43	16,67	4,24	34,11

Fuente: Cálculos Propios