

INCIDENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA EN EL USO DE UN MODELO DE
ANÁLISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL PARA EL
ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS

PEDRO ANDRÉS VERDUGO DAZA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2009

INCIDENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA EN EL USO DE UN MODELO DE
ANÁLISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL PARA EL
ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS

PEDRO ANDRÉS VERDUGO DAZA

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil

Director:
JAIRO GONZÁLEZ GUDIÑO
Ing. Civil

Codirector:
Eduardo Muñoz Santander
Ing. Civil

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2009

"Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor"

Artículo 1^o del acuerdo No 324 del 11 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

Firma de Director

Firma del Codirector

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre 12 de 2009

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	17
1. PROGRAMAS Y MODELOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL A UTILIZAR	24
1.1 BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL USADO	26
2. DESCRIPCION GENERAL DE LA EDIFICACIÓN A ANALIZAR	29
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	29
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS BLOQUES A ANALIZAR	38
2.2.1 Generalidades del bloque uno.	38
2.2.2 Generalidades del bloque dos.	38
2.2.3 Generalidades del bloque tres.	39
2.2.4 Parámetros de diseño sísmico para el bloque uno.	39
2.2.5 Parámetros de diseño sísmico para el bloque dos.	39
2.2.6 Parámetros de diseño sísmico para el bloque tres.	40
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	40
2.4 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA	40
2.4.1 Bloque uno.	42
2.4.1.1 Predimensionamiento de los elementos.	42
2.4.1.2 Evaluación de cargas.	47
2.4.2 Bloque dos.	49

2.4.2.1 Predimensionamiento de los elementos.	49
2.4.2.2 Evaluación de cargas.	54
2.4.3 Bloque tres.	55
2.4.3.1 Predimensionamiento de los elementos.	55
2.4.3.2 Evaluación de cargas.	60
2.5 ANÁLISIS DE PESO FLOTANTE DE LAS EDIFICACIONES	61
2.6 MODELACIÓN DE LOS BLOQUES MEDIANTE LOS DOS PROGRAMAS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN ESTUDIO	65
2.6.1 Modelación de los bloques mediante el uso del programa MODULO4®.	65
2.6.2 Modelación de los bloques mediante el uso del programa SAP2000®.	70
2.7 ASIGNACIÓN DE CARGAS EN LOS DOS MODELOS	80
2.8 ANÁLISIS SÍSMICO	82
2.9 COMBINACIONES DE CARGA	83
2.10 ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LOS CUALES SE HIZO EL ESTUDIO DE LA INCIDENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA	84
2.10.1 Características de los elementos analizados.	85
3. RESULTADOS OBTENIDOS	88
3.1 LISTA DE PROCESOS REALIZADOS POR LOS PROGRAMAS	88
3.2 ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ESTRUCTURAS SELECCIONADAS PARA MEDIR LA INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA	95
3.3 INCIDENCIA TECNICA EN EL USO DE CADA UNO DE LOS MODELOS DE ANALISIS ESTRUCTURAL	96
3.3.1 Incidencias técnicas en el uso del modelo de análisis estructural plano.	96

3.3.2 Incidencias técnicas en el uso del modelo de análisis estructural tridimensional.	98
3.4 INCIDENCIA ECONOMICA EN EL USO DE CADA UNO DE LOS MODELOS DE ANALISIS ESTRUCTURAL	100
3.4.1 Incidencias económicas en el uso del modelo de análisis estructural plano.	100
3.4.2 Incidencias económicas en el uso del modelo de análisis estructural tridimensional.	100
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Sección de elementos para bloque uno	43
Tabla 2. Sección de elementos para bloque dos	50
Tabla 3. Sección de elementos para bloque tres	56
Tabla 4. Resultados generales de peso flotante para bloque uno	61
Tabla 5. Resultados generales de peso flotante para bloque dos	62
Tabla 6. Resultados generales de peso flotante para bloque tres	64
Tabla 7. Características del pórtico B bloque dos	85
Tabla 8. Características de la cercha ubicada en el pórtico B	86
Tabla 9. Procesos realizados y resultados obtenidos mediante cada programa de acuerdo al método usado	89
Tabla 10. Resultados obtenidos	95
Tabla 11. Tabla de costos comparativos en cantidad de acero requerido para cada pórtico	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista de inicio de programas para el análisis de estructuras desarrollado en Colombia	24
Figura 2. Vista pantalla inicial MODULO4® versión Windows	27
Figura 3. Vista pantalla inicial SAP2000®	28
Figura 4. Planta arquitectónica estructura general piso uno	30
Figura 5. Planta arquitectónica estructura general piso dos	31
Figura 6. Planta arquitectónica estructura general piso tres	32
Figura 7. Planta arquitectónica estructura general cubiertas	33
Figura 8. Vista fachada occidental	34
Figura 9. Vista fachada oriental	35
Figura 10. Vista fachada sur	36
Figura 11. Vista fachada norte	37
Figura 12. Sistema general de nomenclatura para todos los bloques	41
Figura 13. Corte típico de losa	44
Figura 14. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entrepiso piso uno, piso dos, bloque uno	45
Figura 15. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entrepiso piso tres bloque uno	46
Figura 16. Corte típico de losa	51
Figura 17. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entrepiso piso uno bloque dos	52

Figura 18. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entrepiso piso dos, bloque dos	53
Figura 19. Corte típico de losa	57
Figura 20. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entrepiso piso uno bloque tres	58
Figura 21. Secciones en planta de losetas, columnas, vigas, viguetas nivel N+7.58 bloque tres	59
Figura 22. Geometría de pórticos cargueros bloque uno para ser introducidos en el programa MODULO4®	66
Figura 23. Geometría de pórticos riostras bloque uno para ser introducidos en el programa MODULO4®	67
Figura 24. Geometría de pórticos cargueros y riostras bloque dos para ser introducidos en el programa MODULO4®	68
Figura 25. Geometría de pórticos cargueros y riostras bloque tres para ingresar en el programa MODULO4®	69
Figura 26. Vista general en planta y lateral de los ejes del bloque uno	70
Figura 27. Vista general en planta y lateral del bloque uno modelado con secciones	71
Figura 28. Detalle de modelación de cubierta bloque uno (ejes y secciones)	72
Figura 29. Vista general en planta de los ejes del bloque dos	73
Figura 30. Vista general en planta e inferior del bloque dos modelado con secciones	74
Figura 31. Detalle de modelación de cubierta bloque dos (ejes y secciones)	75
Figura 32. Vista general en planta e inferior de los ejes del bloque tres	76

Figura 33. Vista general en planta e inferior del bloque tres modelado con secciones	77
Figura 34. Detalle de modelación de cubierta bloque tres (ejes y secciones)	78
Figura 35. Modelación general en planta superior e inferior de bloques uno, dos y tres (ejes)	79
Figura 36. Modelación general de bloques uno, dos y tres (vista con secciones)	80
Figura 37. Ejemplo de pórtico cargado según el programa MODULO4®	81
Figura 38. Vista general de bloques cargados según el programa SAP2000®	82
Figura 39. Espectro de diseño	83
Figura 40. Ubicación del pórtico B en el bloque dos. Vista según el programa SAP2000®	85
Figura 41. Ubicación de la cercha en el pórtico B del bloque dos. Vista según el programa SAP2000®	87

ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Estudio de suelos	108
Anexo B Espectro de diseño para el presente estudio	112
Anexo C. Fuerza sísmica Bloque uno obtenido medianteSAP2000	115
Anexo D. Fuerza sísmica Bloque dos obtenido medianteSAP2000	116
Anexo E. Resultado de áreas de acero para columnas PG bloque uno	117
Anexo F. Resultado de áreas de acero para vigas PG bloque uno	121
Anexo G. Resultado de áreas de acero para columnas PB bloque Dos	139
Anexo H. Resultado de áreas de acero para vigas PB bloque Dos	141
Anexo I. Resultado obtenidos mediante MODULO4	147

GLOSARIO

Análisis estructural: procedimiento o algoritmo para determinar los efectos de las acciones.¹

Diafragma rígido: de acuerdo al modelo estructural, puede suponerse el piso de cada nivel como un diafragma rígido o con flexibilidad. Si el diafragma es rígido, se indican los nudos dependientes del movimiento general del piso rígido, el cual se movería siguiendo dos desplazamientos mutuamente ortogonales y una rotación; existen programas que no necesitan esta especificación, pues asignan a los nudos de un mismo nivel la dependencia con el movimiento del piso.²

Diafragmas estructurales: conjuntos de elementos estructurales, tales como la losa de entrepiso o de cubierta, que transmitan las fuerzas inerciales a los elementos del sistema de resistencia sísmica.³

Método de los elementos finitos: sirve para determinar los efectos de la carga y fuerzas, y el estado de esfuerzos dentro de los materiales que componen la estructura.⁴

Modelo estructural: idealización del sistema estructural utilizado para el análisis, cálculo y verificación.⁵

Movimiento Sísmico de diseño: es una caracterización de los movimientos del terreno, en el sitio donde se encuentra localizada la edificación, que se producirían como consecuencia de la ocurrencia del sismo de diseño.⁶

¹ MINISTERIO DE VIVIENDA. Código técnico de la edificación española. CTE. Parte 1: Madrid, España. Ed. Acribia. Segunda edición. 2006. p. SE-17.

² SALINAS, B. Rafael. Fundamentos del análisis dinámico de estructuras. Universidad Nacional de Ingeniería. Bogotá. 1998, p. 87

³ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 2: título C. Bogotá: AIS, 1998. p. C-7.

⁴ *Ibíd.* p. C-55.

⁵ MINISTERIO DE VIVIENDA, *Op. cit.*, p. SE-7.

⁶ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 1: título A. Bogotá: AIS, 1998. p. A-96.

Pórtico espacial: es un sistema estructural tridimensional, compuesto por elementos interconectados de tal manera que el conjunto actúe como una unidad, con o sin la ayuda de diafragmas horizontales o sistemas de arriostramiento horizontal.⁷

Pórtico plano: es un pórtico en el cual todos sus elementos están contenidos dentro de un plano vertical. Este tipo de pórticos no puede utilizarse a menos que existan elementos estructurales que restrinjan los desplazamientos en la dirección perpendicular al plano del pórtico, tales como otros pórticos o muros estructurales y que exista un diafragma que amarre horizontalmente el conjunto.⁸

Sismo de diseño: es la caracterización de los movimientos sísmicos mínimos que deben utilizarse en la realización del diseño sismo resistente.⁹

⁷ Ibíd. p. A-97.

⁸ Ibíd. p. A-97.

⁹ Ibíd. p. A-98.

RESUMEN

Este trabajo se realizó mediante el uso de dos programas de análisis estructural que actualmente se usan en el ámbito del análisis estructural: SAP2000®, y MODULO4®, los cuales son programables a las necesidades que requieren las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente; en primera instancia se escogió una estructura de importancia para realizar las incidencias tanto de tipo técnico como económico y que es representativa para la aplicación de los modelos y programas al igual que tiene un impacto positivo dentro de una comunidad específica y real.

Se propuso trabajar con un proyecto de construcción de un bloque de aulas para el Instituto tecnológico del Putumayo; que se localizará en el Departamento del Putumayo, en el municipio de Mocoa; barrio José Antonio Galán; el área del bloque para las aulas de nuevas tecnologías será de 2761.78 m², se planea un diseño de tres niveles. Se tuvo en cuenta iguales condiciones correspondientes a las características de las estructuras cuando los programas lo permitieron; se observaron las diferencias que se obtuvieron en resultados para ciertos elementos considerados como críticos y en estos se analizó las incidencias técnicas y económicas.

El presente trabajo se delimitó, a las condiciones geográficas y de diseño que las normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistente indican para este tipo de edificaciones y a las características propias tanto del entorno como de las estructuras. Igualmente este trabajo queda enmarcado dentro de las características y condiciones propias de los modelos y programas de análisis estructural que se usó. Para la realización del mismo, se mencionan solo algunos de los programas para analizar estructuras que tienen gran acogida en nuestro país, debido a la pluralidad de estos en todo el mundo, y se hace referencia de manera superficial a programas elaborados en Colombia.

En este trabajo no se incluyen planos ni memorias de cálculo ya que a pesar de ser en parte un trabajo de análisis estructural, el entregarlos resultaría en una cantidad voluminosa de documentos; resultado de analizar este proyecto de gran envergadura mediante los modelos a través de los dos programas de análisis estructural; es por eso que para el fin del trabajo, se extractan elementos estructurales críticos dentro del proyecto y sobre estos se analizan los resultados y las incidencias consideradas.

ABSTRACT

This work was carried out by means of the use of two programs of structural analysis that at the moment are used in the environment of the structural analysis: SAP2000®, and MODULO4®, which are programmable to the necessities that require the Colombian norms of design and construction resistant earthquake; in first instance a structure of importance was chosen to carry out the so much incidences of technical type as economic and that you are representative for the application of the models and programs the same as you have a positive impact inside a specific and real community.

It intended to work with a project of construction of a block of classrooms for the technological Institute of Putumayo; that will be located in the Department of Putumayo, in the municipality of Mocoa; neighborhood José Antonio Gallant; the area of the block for the classrooms of new technologies will be of 2761.78 m², one plans a design of three levels. One kept in mind you equal conditions corresponding to the characteristics of the structures when the programs allowed it; the differences were observed that were obtained in results for certain elements considered as critical and in these you were analyzed the technical and economic incidences.

The present work was defined, to the geographical conditions and of design that the Colombian norms of design and construction resistant earthquake indicate for this type of constructions and to the characteristics own point of the environment like of the structures. Equally this work is framed inside the characteristics and conditions characteristic of the models and programs of structural analysis that it were used. For the realization of the same one, they are mentioned alone some of the programs to analyze structures that have great welcome in our country, in the entire world due to the plurality of these, and reference in a superficial way is made to programs elaborated in Colombia.

In this work plans are not included neither calculation memoirs since in spite of being partly a work of structural analysis, giving them would be in a voluminous quantity of documents; result of analyzing this project of mediating great span the models through the two programs of structural analysis; you are for that reason that for the end of the work, structural critical elements are summarized inside the project and envelope these the results and the considered incidences are analyzed.

INTRODUCCIÓN

El auge de nuevas tecnologías hace que cada día la ingeniería se vuelva una ciencia más exacta, y específicamente la salida al mercado de programas de análisis estructural que hacen que esta área de la ingeniería dé pasos gigantescos, obliga a la actualización en esto de aquellos profesionales que gustan del análisis estructural y que no pueden hacerse a un lado frente a la continua evolución del medio en que se desenvuelven. Sin embargo, en un país en donde a pesar del talento humano presente, existen lugares en donde aún no se cuenta con las suficientes herramientas tecnológicas para desarrollar al máximo dicho talento, es por eso que aún se puede observar cómo se trabaja aún con métodos antiguos de cálculo; sin implicar que ello induzca a un error, siempre y cuando se tenga práctica en hacerlo. Pero el hecho va más allá de trabajar o no con un procedimiento de cálculo antiguo u otro moderno (siempre y cuando los dos cumplan con los requisitos de norma pre establecidos); ya que al final primará por sobre todas las cosas el buen y correcto criterio usado al interpretarse los resultados obtenidos; hecho que se adquiere ya por la experiencia del ingeniero que realiza el cálculo o por la facilidad con que la técnica usada entregue esos resultados; la cuestión es si se usa o no la técnica que sea, va ligada a diferentes factores tales como: tiempo, representado en que un buen resultado entregado a su debida hora redundará en beneficios económicos para el ingeniero calculista y mayor dedicación a obligaciones de la profesión; eficiencia, ya que si el ingeniero conoce a fondo el método que trabaja podrá salvar sin ningún inconveniente cualquier problema que se le presente, efectividad, por cuanto se logrará dar siempre una respuesta acertada y su trabajo será sinónimo de calidad.

En este trabajo, se buscó realizar un pequeño aporte a los procesos de trabajo que día a día se realizan en el área de la Ingeniería, para este caso; en el área de las estructuras, porque la mayoría de entidades que ofrecen trabajo buscan un recién egresado que tenga un criterio analítico bien definido y capaz de ponerse a prueba ante cualquier situación que se presente; si bien es cierto no siempre se tendrán las respuestas precisas y se necesitará la guía de la voz de la experiencia, el sólo hecho de ponerse a prueba y exigirse ante nuevos retos significa un acto de decisión que merece ser reconocido. De esta manera la presentación de un trabajo final de grado en donde se aplicaron los conocimientos adquiridos en las aulas de clase, para la solución de un problema real mediante la utilización correcta de las herramientas informáticas que día a día se ofrecen como son los programas especiales, en nuestro caso, de análisis estructural; es una forma de hacerlo.

En este afán de formar un carácter analítico y adquirir experiencia laboral, el presente trabajo sirvió para obtener además una serie de resultados provenientes de elementos estructurales de una edificación que fue analizada acorde a las normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistentes con dos programas de análisis estructural que muy comúnmente se usan en este medio, pero que poseen grandes diferencias, ya que uno de ellos trabaja en dos dimensiones y el otro lo hace en tres dimensiones, hecho que marca de manera significativa los resultados, éstos luego sirvieron para realizar las incidencias que se tienen en cuanto a resultados técnicos y económicos, e igualmente aportar a la Universidad de Nariño elementos pedagógicos para que sean usados en la vida diaria por profesionales y estudiantes inquietos por el área de estructuras.

Este trabajo se organiza así: en la primera parte se da a conocer el problema mediante la descripción del mismo, las causas que han llevado a que este problema se presente y qué se está haciendo para buscar una solución, la formulación del problema y su posterior sistematización, luego se enumera los objetivos que se proyectaron y alcanzaron con la terminación del presente trabajo, se justifica la elaboración de este trabajo y se muestran los antecedentes que este problema ha tenido, se indica la metodología usada y que se obtuvieron como resultados finales, proponiendo una serie de recursos tanto humanos y materiales que se usaron en el desarrollo del presente trabajo.

En la última parte se hace el análisis de la incidencia técnica y económica en el uso de los dos modelos de análisis estructural, lo que lleva a una serie de recomendaciones y conclusiones que aportarán a los interesados sino nuevas luces al momento de definirse para usar un modelo y programa de análisis estructural en particular, al menos herramientas para entender como inciden el uso de diferentes modelos y programas en sus proyectos de construcción.

DESCRIPCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente al presentar las memorias de cálculo de un análisis estructural para la construcción de cualquier edificación, ante la entidad encargada de aprobarlas se muestran los resultados que se obtienen (en su mayoría) mediante el uso de cualquier modelo (plano o tridimensional) representado en el uso o no de programas sistematizados, que tienen sus propias características de diseño internas y que utilizan como regla, para nuestro caso, las exigencias de la norma Colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR 98. Como todos los resultados obtenidos finalmente se encuentran enmarcados dentro de las NSR 98; las memorias de cálculo son aprobadas, pero si se tiene en cuenta que entre algunos programas, no se obtienen los mismos resultados técnicos, más aun cuando algunos modelos (por ende los programas) trabajan en dos dimensiones y otros efectúan los cálculos tomando en cuenta las tres dimensiones, éstos pueden desembocar finalmente en: una variación en la cantidad de acero a usar, y otros factores de carácter sísmico que a la postre afectarán a la estructura, así como el aumento o disminución del presupuesto para la construcción. De igual manera, el no tener en cuenta los nuevos programas de análisis estructural que cada día salen al mercado, en donde se observa que son programas que se ciñen mucho mejor a las normas Colombianas requeridas y seguir trabajando con programas que pueden acarrear problemas de tipo técnico y económico al usuario de estos programas y más aún; el no mostrar un estudio comparativo de éstos y bajo que modelos trabajan, desembocará en una proliferación a largo plazo de estructuras con fallos de alguna índole estructural si son proyectos que se ubican en zonas de amenaza sísmica alta.

El presente trabajo pretende por tanto dar a conocer de manera pedagógica y con un ejemplo real las consecuencias técnicas y económicas que se obtienen al trabajar con dos programas de análisis estructural sistematizado que realizan los cálculos bajo un modelo bidimensional y otro que los hace en tres dimensiones.

Causas:

1. El desarrollo de nuevos programas de análisis estructural sistematizado que se pueden trabajar programar bajo las normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR 98.
2. Desconocimiento por parte de muchos profesionales del alcance de los programas de análisis estructural, ya que los usan sin tener en cuenta si los resultados obtenidos son o no los adecuados.

3. La competencia generada por el aumento de profesionales que se desempeñan en el ramo de las estructuras, quienes se dedican a realizar análisis de estructuras al ver la facilidad en el manejo de programas de análisis estructural.
4. la inclinación, por parte de algunos profesionales a seguir usando programas de cálculo estructural bidimensional que ya han dejado de ser no tan útiles a pesar que tienen conocimiento de la aparición de nuevos programas de análisis estructural que trabajan con modelos tridimensionales.
5. La inexistencia en nuestro medio de un estudio comparativo de un modelo y programa de análisis estructural sistematizado bidimensional y otro tridimensional, en donde se muestren las diferentes incidencias que tienen su uso.

Consecuencias:

1. La presentación de memorias de cálculo de análisis estructurales con distintos modelos sistematizados, sean bidimensionales o tridimensionales, desconociendo las generosidades o falencias de algunos de los programas usados por parte de usuarios con poca experiencia.
2. Algunos de los profesionales con mayor experiencia que antiguamente hacían sus cálculos manualmente, se han visto, en ciertos casos, desplazados por la aparición de éstos nuevos programas y en la mayoría de los casos se han visto en la necesidad de ponerse a la par de los nuevos profesionales que poseen mayor conocimiento en cuanto a la utilización de programas de análisis sistematizado ya que el mercado en general lo exige.
3. Al no existir un estudio comparativo de demuestre la incidencia técnica y económica en el uso de dos programas de análisis estructural, se pueden seguir presentando edificaciones con falencias de cualquier tipo, casos en los cuales se deben realizar los correctivos necesarios.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede escoger la mejor alternativa de diseño para una estructura de uso especial que sea analizada con dos modelos y programas de análisis estructural sistematizado como son SAP2000® y MODULO4® y cómo influirá técnica y económicamente el uso de estos modelos al momento de comenzar la construcción de una obra de gran relevancia?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué modelos y programas de análisis estructural plano y tridimensional se deben estudiar para el presente trabajo?

¿Cuáles son las ventajas y/o desventajas que presentan cada uno de los modelos y programas de análisis en consideración y en qué manera afectan el resultado del diseño final de la estructura?

¿Para futuras consideraciones que modelo de análisis será el más conveniente de los dos escogidos para que no se produzcan fallas en el diseño final?

¿Qué consecuencias técnicas y económicas se presentan al hacer un diseño estructural con los dos modelos a través de los programas de análisis estructural sistematizado referidos?

¿En qué tipo de estructuras se notará la diferencia al usar los programas de análisis estructural mencionados?

¿Qué apreciaciones se pueden hacer a edificaciones que han sido analizadas con los modelos y programas de análisis estructurales estudiados en este trabajo?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de la incidencia técnica y económica en el uso de un modelo de análisis estructural plano y uno tridimensional para el análisis de estructuras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar a conocer la incidencia técnica y económica en el uso de un modelo de análisis estructural plano y uno tridimensional para el análisis de estructuras mediante el uso de dos programas que trabajan en dos y tres dimensiones.
- Conocer la ventajas y desventajas que ofrecen los dos métodos de análisis estructural (SAP2000® y MÓDULO4®) y como afectan el resultado final del diseño de una estructura.
- Dar a conocer qué modelo y programa de análisis estructural de los estudiados ofrece un resultado final en el diseño de la estructura que cumpla adecuadamente con los requisitos que la NSR 98 ordena.
- Analizar y dejar abierta la discusión acerca de hasta qué punto es factible el uso o no de programas de análisis estructural planos y tridimensionales para el análisis de estructuras.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó mediante la aplicación de técnicas y métodos, que ayudaron a desarrollar la incidencia técnica y económica en el uso de un modelo de análisis estructural plano y uno tridimensional para el diseño de estructuras a través de dos programas de estructuras; para el desarrollo de este trabajo se inició con la recopilación de información secundaria tomando como referencia:

- Planos arquitectónicos elaborados para la construcción del bloque de aulas de nuevas tecnologías del Instituto Tecnológico del Putumayo.
- Procedimientos de cálculo usados para el análisis de estructuras y que deben ser incluidos en todo estudio de estructuras.
- Investigaciones y estudios elaborados sobre el diseño de edificios de uso estudiantil.
- Teoría de estructuras.
- Investigación de modelos y programas de análisis estructural sistematizado usados frecuentemente en nuestro medio.
- Documentos Legales, tales como:

- LEY 400 DE 1997¹⁰.
- DECRETO 33 DE 1998 (Norma Colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR-98)
- Herramientas metodológicas, como:
- Programa de computador MÓDULO4® versión Windows (programa de diseño de estructuras bajo la norma NSR -98) la elección de este programa obedece a que es uno de los múltiples programas que trabaja en dos dimensiones, es de fácil acceso, fácil manejo y es uno de los programas que es usado por profesionales en el ramo de la ingeniería estructural. Varias de las características se podrán ver más adelante en el desarrollo del presente trabajo.
- Programa de computador SAP2000® (Programa de diseño de estructuras), este programa de análisis estructural es, al igual que el anterior, uno de los más usados para analizar estructuras y su manejo y conocimiento forma parte de la enseñanza en una de las materias de la carrera de ingeniería civil en la Universidad de Nariño.
- Métodos manuales para el diseño de edificaciones sismo resistentes.
- Programa de computador para dibujo Autocad 2005.
- Apuntes y notas de clase.
- Bibliografía del área de estructuras.

1. _____

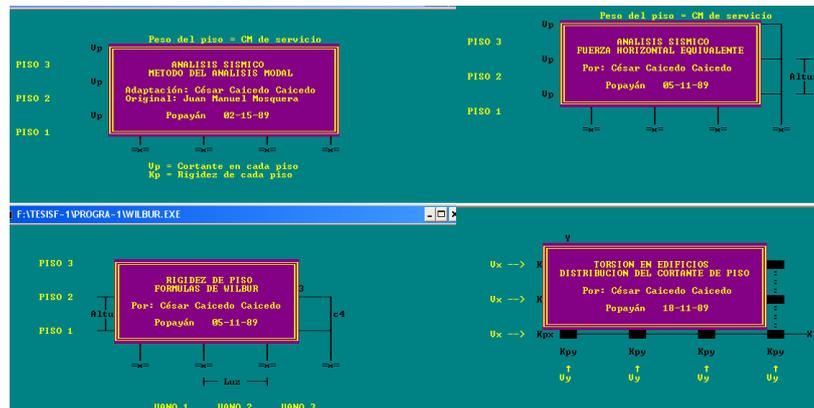
¹⁰ MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA. Republica de Colombia. Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998; Santa Fe de Bogotá, 19

1. PROGRAMAS Y MODELOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL A UTILIZAR

Existen en el mercado distintos programas de computador usados para analizar estructuras, que lo hacen en dos y tres dimensiones, han avanzado rápidamente en la medida que las computadoras lo hacen. Es así como han evolucionado desde lenguajes de computador o de calculadora como BASIC, TURBO C, que presentaban interfaces no muy agradables a la vista por que trabajaban bajo ambiente DOS y donde para cada método de análisis se usaba un programa distinto y el usuario debía reunir la información resultante y aplicarla a los requerimientos específicos que se necesitaban.

En Colombia; y especialmente en el entorno, se pueden citar unos pequeños ejemplos de programas básicos como: análisis sísmico por medio del método de la fuerza horizontal equivalente y modal, rigidez de piso usando el método de Wilbur¹¹ y torsión en edificios, desarrollados por Juan Manuel Mosquera y adaptados por Cesar Caicedo Caicedo, modelos estos que trabajan bajo DOS, así como el programa de cálculo MÓDULO4®, versión DOS, desarrollado por el Ingeniero Fernando Medina Romero, y cuya versión bajo Windows fue utilizada en el desarrollo de este trabajo. Figura 1.

Figura 1. Vista de inicio de programas para el análisis de estructuras desarrollado en Colombia



Fuente: Programas: análisis modal, fuerza horizontal equivalente, rigidez de piso método de Wilbur, torsión en edificios.

¹¹ LIMA, MESÍAS. Claudia. Estudio de suelos, diseño estructural y diseño de instalaciones hidrosanitarias del edificio para las aulas, biblioteca y observatorio astronómico (sic) universidad de Nariño-postgrado. Pasto, 2000. Trabajo de Grado. (Ingeniera Civil) Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería civil. Área de Estructuras. p 120

Además de programas que trabajan bajo DOS ó Windows, se pueden encontrar hojas de cálculo que han sido elaboradas de tal manera que la introducción de datos es muy fácil y realmente son de gran ayuda a quien las usa.

Como resultado de la tecnología descrita anteriormente, se ha llegado a la preparación de programas de análisis estructural de punta, los cuales reúnen, una gran variedad de métodos para desarrollar este tipo de trabajo, y no se limitan a un solo código o procedimiento de diseño, sino que se pueden programar para trabajar con diferentes necesidades de diseño; y son compatibles con otros programas de dibujo y diseño, permitiendo que las modelaciones se hagan de manera más rápida.

Dentro de esta rama se pueden nombrar programas muy conocidos de cálculo como: ETABS®, STAAD PRO®, SAP2000®, RAM ADVANCE® que son usados en el área de las estructuras, cabe recalcar que solo se hace mención en este trabajo a estos programas de análisis de estructuras ya que son los más usados en el medio, y debido a la gran cantidad de programas de cálculo existentes en el mundo resultaría, por demás innecesario su mención.

En el modelo de análisis estructural plano (modelación mediante pórticos planos); se pueden observar las siguientes características que determinarán los resultados finales de la estructura como por ejemplo: restricciones a los grados de libertad de la estructura dependiendo del empotramiento que se use:

- Tipo de empotramientos y restricciones: Traslación en x, y, giro en x; traslación x e y; traslación y. Como solicitaciones de extremo de barra una fuerza axial y un esfuerzo de corte y un momento flector. En este tipo de modelo se trabaja con cargas verticales y horizontales. Trabaja igualmente con diafragmas rígidos para unir el conjunto de elementos.
- Por ser un modelo de análisis bidimensional, la torsión no se tiene en cuenta, afectando cualquier resultado final.

En el modelo tridimensional se presentan seis desplazamientos por nudo, tres traslaciones y tres rotaciones. Como solicitaciones de extremo de barra una fuerza axial, dos esfuerzos de corte dos momentos flectores y un momento torsor. Tipo

de empotramiento y restricción: Traslación en x, y, z; traslación en z; traslación x, y, z, giro x, y, z; traslación y.

Los siguientes factores se tuvieron en cuenta para escoger los programas de análisis estructural a usar:

- Son programas reconocidos en el medio.
- Son programas de fácil acceso.
- El programa MÓDULO4® versión Windows, trabaja en dos dimensiones principalmente y SAP2000® lo hace en tres dimensiones, hecho fundamental para hacer el análisis de los resultados obtenidos, aunque este trabaja igualmente en dos dimensiones, el hecho que el programa usado para analizar las dos dimensiones trabaje estrictamente con las condiciones de la NSR-98 y es desarrollado en Colombia, ha dado pie a que se lo tenga en cuenta dentro de este estudio y no la fase del SAP2000® que facilitaría más este trabajo.
- Ambos programas de análisis estructural, trabajan los diseños con las exigencias de la NSR-98, (es de aclarar que el programa SAP2000®, trabaja para distintos códigos de diseño, entre ellos el ACI - 318, sobre el cual se ha desarrollado en gran parte la NSR-98, asimismo para las estructuras de acero estructural, de aluminio y láminas de acero formado en frío, el código de la AISC-LRFD, sobre el cual se ha basado la norma Colombiana).
- Son programas relativamente fáciles de manejar y sus resultados fáciles de analizar.
- Para la elección del programa de análisis estructural tridimensional se tuvo en cuenta, como punto fundamental, que en la carrera de ingeniería civil de la universidad de Nariño se dan nociones acerca del manejo del programa SAP2000® en una de sus materias.

1.1 BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS PROGRAMAS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL USADO

Como está claro, se usaron los programas SAP2000® y MÓDULO4® versión Windows; aquí se presentan algunas características de estos programas:

- MÓDULO4® versión Windows. Como característica principal se anota que este programa de análisis de estructuras fue desarrollado en Colombia y trabaja bajo Windows, la interfaz que presenta muestra una serie de menús que deben ser llenos para seguir a la próxima etapa, lo que hace que el usuario aprenda de manera muy rápida su uso. Resuelve pórticos planos de concreto estructural de manera independiente y resuelve edificios aporticados que tengan pórticos idénticos, diseña además fundaciones, columnas

rectangulares cargadas axialmente. Usa el método de la resistencia última para el diseño de las estructuras en concreto. Figura 2.

Figura 2. Vista pantalla inicial MODULO4® versión Windows



Fuente: Programa MODULO4® versión Windows

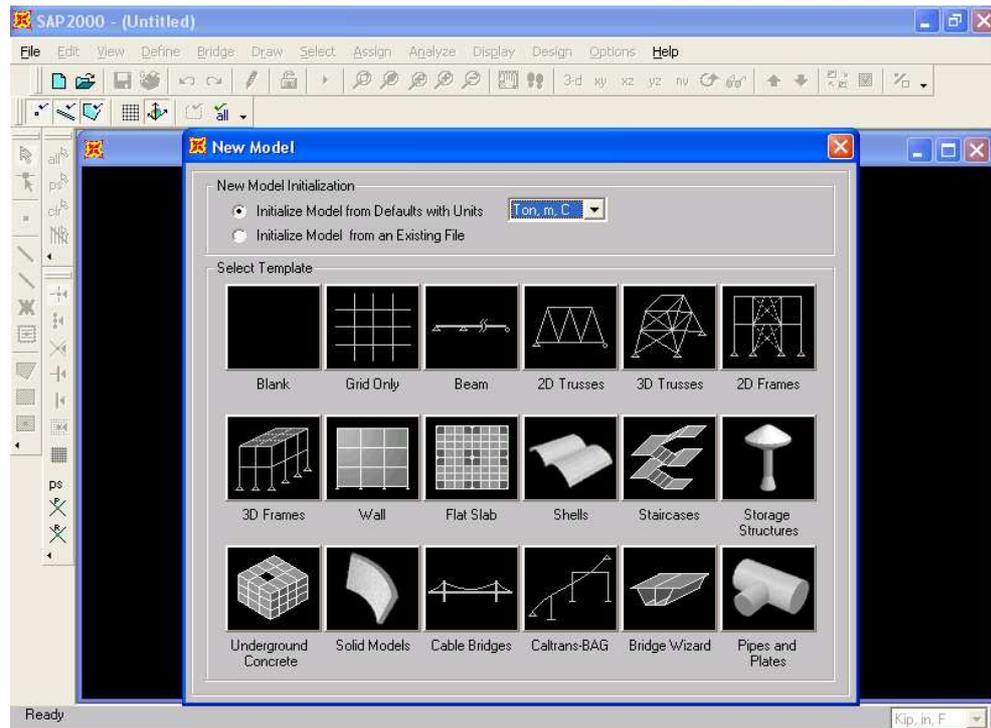
- SAP2000® es un programa desarrollado por CSI, de análisis elástico lineal y de segundo orden, por medio del método de los elementos finitos, que incluye un post procesador gráfico para la presentación de resultados, posee una rápida solución de ecuaciones, esfuerzos y desplazamientos inducidos por cargas, elemento viga de sección no prismática, elemento membrana muy exactos, análisis estáticos y dinámicos, múltiples sistemas de coordenadas, ofrece la facilidad de fusionar mallas de elementos independientes.

SAP2000®¹² posee un módulo completo de diseño para acero y concreto reforzado incluido en la misma interface usada para crear y analizar el modelo, se pueden analizar varios tipos de procesos de diseño al mismo tiempo, es decir,

¹² PANTIGOSO, L. Henry. Modelamiento de estructuras con SAP2000 v. 10.0. Editorial Megabyte. Lima Perú. 2006, p. 18. ISBN.84-483-3145-6

trabajando una modelación bajo distintos modelos de análisis, lo que le da una gran ventaja frente al programa nombrado anteriormente. Figura 3.

Figura 3. Vista pantalla inicial SAP2000®



Fuente: Programa SAP2000®

2. DESCRIPCION GENERAL DE LA EDIFICACIÓN A ANALIZAR

El proyecto sobre el cual se analizaron las incidencias tanto técnicas como económicas es un proyecto que se desarrolló en el Instituto Tecnológico del Putumayo con sede en el Departamento del Putumayo, en la zona noroccidental del área urbana del municipio de Mocoa¹³. Existe actualmente el diseño arquitectónico, sobre el cual se hicieron las modificaciones que se consideraron apropiadas, para el presente estudio.

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

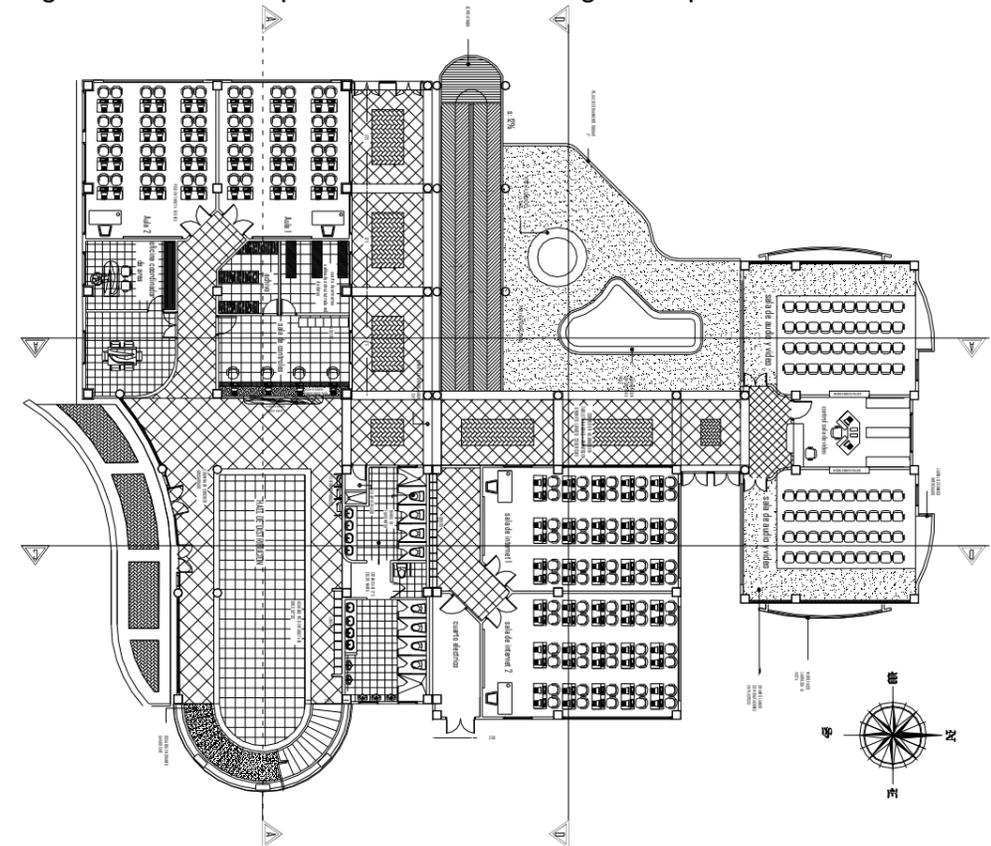
El uso destinado fue de aulas de Internet, informática y audiovisuales, el proyecto suma un área de 2761.78 m²

El proyecto se concibe como una estructura de tres niveles en concreto reforzado. Cuenta con dos accesos: uno mediante una escalera helicoidal en la parte sur oriente y otro para personas discapacitadas mediante una rampa en la parte nor occidente. El proyecto se lo ha considerado dividido en tres unidades estructurales: el bloque uno, estructura con tres niveles, se ubicaron las aulas de informática y el acceso sur oriental, el bloque dos con tres niveles donde se situó las salas de Internet y la rampa de acceso para discapacitados. El bloque tres, una estructura de dos niveles donde se construyó las salas de audiovisuales. Figuras, 4, 5 y 6.

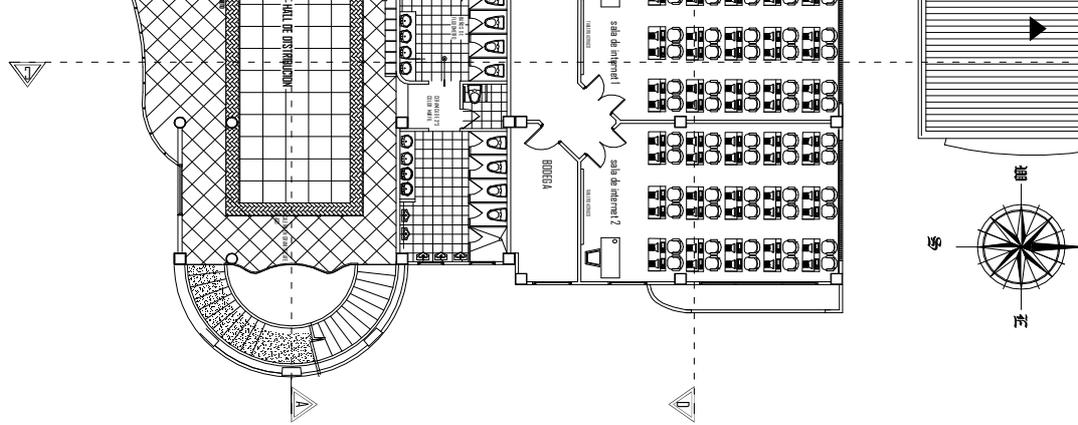
Todo el proyecto fue concebido para ser construido en hormigón armado, la cubierta se propuso trabajar en perfiles de acero. Figuras 7 a 11.

¹³ YEPES, CALDERÓN. Alejandro. Oficina de Planeación ITP. En informe “Proyecto diseños de arquitectura para la construcción del bloque de laboratorios del Instituto Tecnológico del Putumayo” Mocoa –Putumayo. 2003. p. 1-35

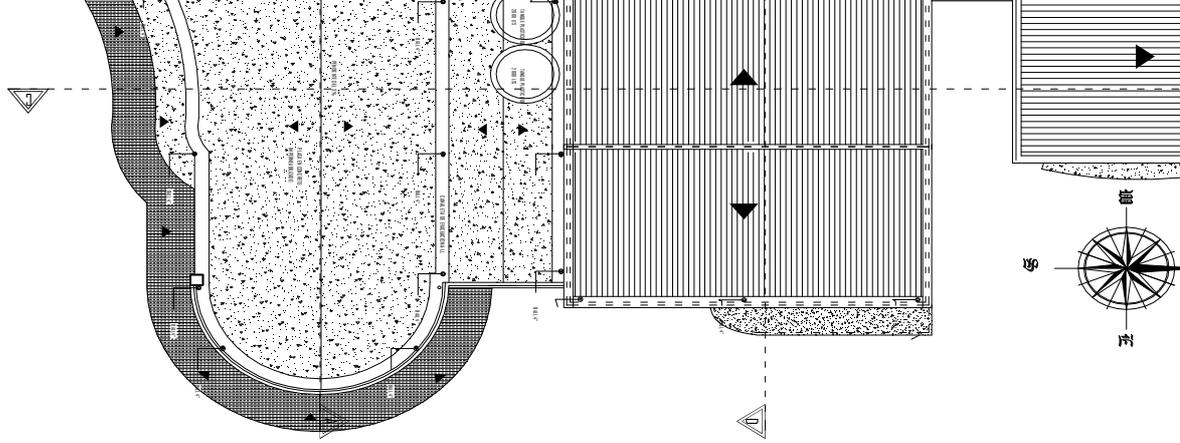
Figura 4. Planta arquitectónica estructura general piso uno



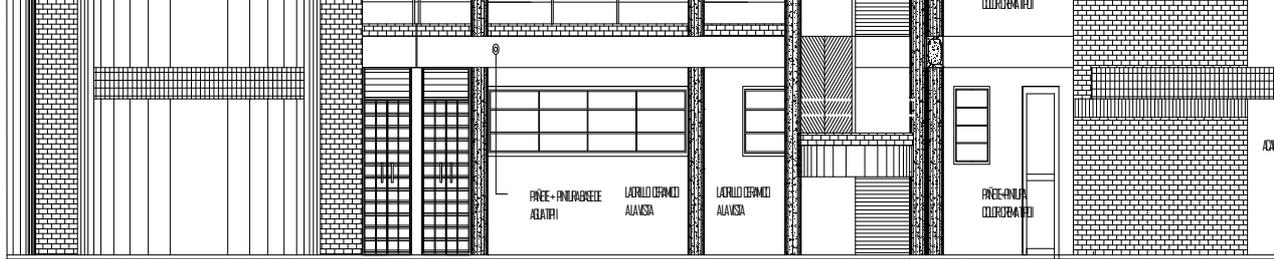
Fuente: Consultoría realizada por YEPES, C. Alejandro



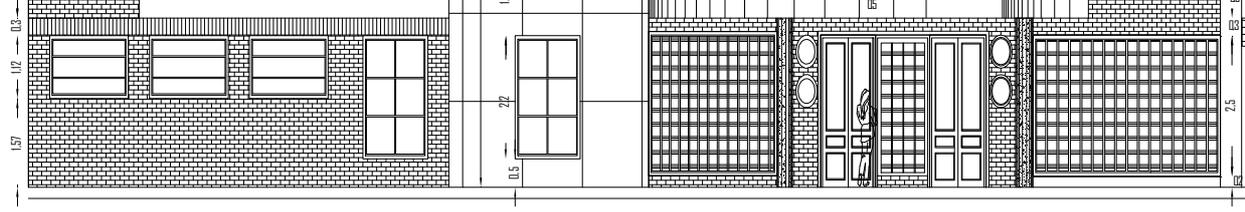
Fuente: Consultoría realizada por YEPES, C. Alejandro



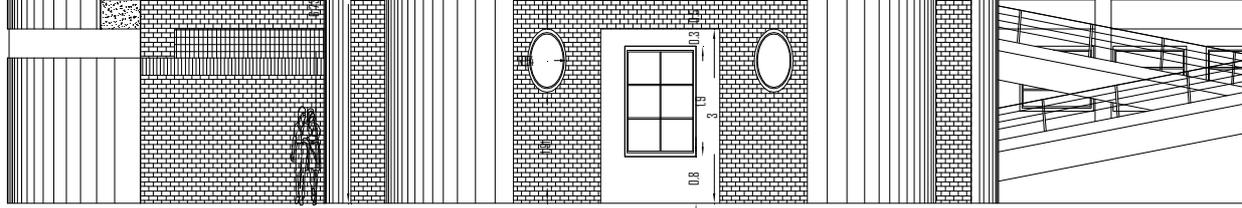
Fuente: Consultoría realizada por YEPES, C. Alejandro



Fuente: Consultoría realizada por YEPES, C. Alejandro



Fuente: Consultoría realizada por YEPES, C. Alejandro



Fuente: Consultoría realizada por YEPES, C. Alejandro

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS BLOQUES A ANALIZAR.

2.2.1 Generalidades del bloque uno¹⁴:

- Especificaciones de diseño: NSR-98 (Decreto 33 de 1998)
- Tipo de Estructura: Estructura de ocupación especial
- Grupo de Uso: Grupo II
- Coeficiente de importancia (I): 1.1
- Planta Estructural: irregular, se encontró una irregularidad en planta del tipo 2P(retroceso excesivo en las esquinas)¹⁵
- Suelo de Cimentación: Perfil de suelo es S3
- Espesor de los Muros: 0.15 m
- Tipo de muros divisorios: Divisiones y particiones de ladrillo tolete común
- Tipo de entrepiso: Aligerada en casetón de guadua
- Tipo de cubierta: Estructura metálica con cubierta en asbesto-cemento
- Coeficiente de sitio (S): 1.5
- Zona de amenaza sísmica: Alta
- Capacidad portante suelo $\bar{\sigma}_p$: 82 kN/m² ¹⁶

2.2.2 Generalidades del bloque dos:

- Especificaciones de diseño: NSR-98 (Decreto 33 de 1998)
- Tipo de Estructura: Estructura de ocupación especial
- Grupo de Uso: Grupo II
- Coeficiente de importancia (I): 1.1
- Planta Estructural: Regular, no se encontró ninguna irregularidad en planta ni en altura
- Suelo de Cimentación: Perfil de suelo es S3
- Espesor de los Muros: 0.15 m
- Tipo de muros divisorios: Divisiones y particiones de ladrillo tolete común
- Tipo de entrepiso: Aligerada en casetón de guadua

¹⁴ Ibíd. p.A-13-16.

¹⁵ Ibíd. p.A-39-40.

¹⁶ CORTEZ, O. Walter. Estudios de suelo ITP. 2003, 1. p

- Tipo de cubierta: Estructura metálica con cubierta en asbesto-cemento
- Coeficiente de sitio (S): 1.5
- Zona de amenaza sísmica: Alta
- Capacidad portante suelo δp : 82 kN/ m²

2.2.3 Generalidades del bloque tres:

- Especificaciones de diseño: NSR-98 (Decreto 33 de 1998)
- Tipo de Estructura: Estructura de ocupación especial
- Grupo de Uso: Grupo II
- Coeficiente de importancia (I): 1.1
- Planta Estructural: Regular, no se encontró ninguna irregularidad en planta ni en altura
- Suelo de Cimentación: Perfil de suelo es S3
- Espesor de los Muros: 0.15 m
- Tipo de muros divisorios: Divisiones y particiones de ladrillo tolete común
- Tipo de entepiso: Aligerada en casetón de guadua
- Tipo de cubierta: Estructura metálica con cubierta en asbesto-cemento
- Coeficiente de sitio (S): 1.5
- Zona de amenaza sísmica: Alta
- Capacidad portante suelo δp : 82 kN/ m²

2.2.4 Parámetros de diseño sísmico para el bloque uno¹⁷:

- Sistema estructural de resistencia sísmica: Pórtico
- Material estructural empleado: Concreto estructural
- Coeficiente para la ciudad de Mocoa
Aceleración pico efectiva, (Aa): 0.30
- Capacidad de disipación de energía: Especial
- Coeficiente de disipación de energía básico (Ro): 7
- Coeficiente de capacidad de disipación de energía (R): 6.3

2.2.5 Parámetros de diseño sísmico para el bloque dos:

- Sistema estructural de resistencia sísmica: Pórtico
- Material estructural empleado: Concreto estructural

¹⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Op. cit., p. A-13, 35,39-40.

- Coeficiente para la ciudad de Mocoa
Aceleración pico efectiva, (A_a): 0.30
- Capacidad de disipación de energía: Especial
- Coeficiente de disipación de energía básico (R_o): 7
- Coeficiente de capacidad de disipación de energía (R): 7

2.2.6 Parámetros de diseño sísmico para el bloque tres.

- Sistema estructural de resistencia sísmica: Pórtico
- Material estructural empleado: Concreto estructural
- Coeficiente para la ciudad de Mocoa
Aceleración pico efectiva, (A_a): 0.30
- Capacidad de disipación de energía: Especial
- Coeficiente de disipación de energía básico (R_o): 7
- Coeficiente de capacidad de disipación de energía (R): 7

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Para todos los elementos de la estructura se tomarán los siguientes valores:

- Concreto f'_c *: 21 Mpa
- Acero de refuerzo f_y **
420 Mpa, varillas No 3 y menores
420 Mpa, varillas No 4 y Mayores
- E_c ***: $3900\sqrt{f'_c}$

2.4 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

La estructura es una edificación que será de uso educacional, de tres pisos, por presentar la edificación en estudio luces muy amplias, y ya que esto representa que los elementos estructurales tendrán unas secciones muy grandes; se decidió trabajar con tres unidades estructurales para que funcionen independientemente y

* Resistencia nominal del concreto a la compresión

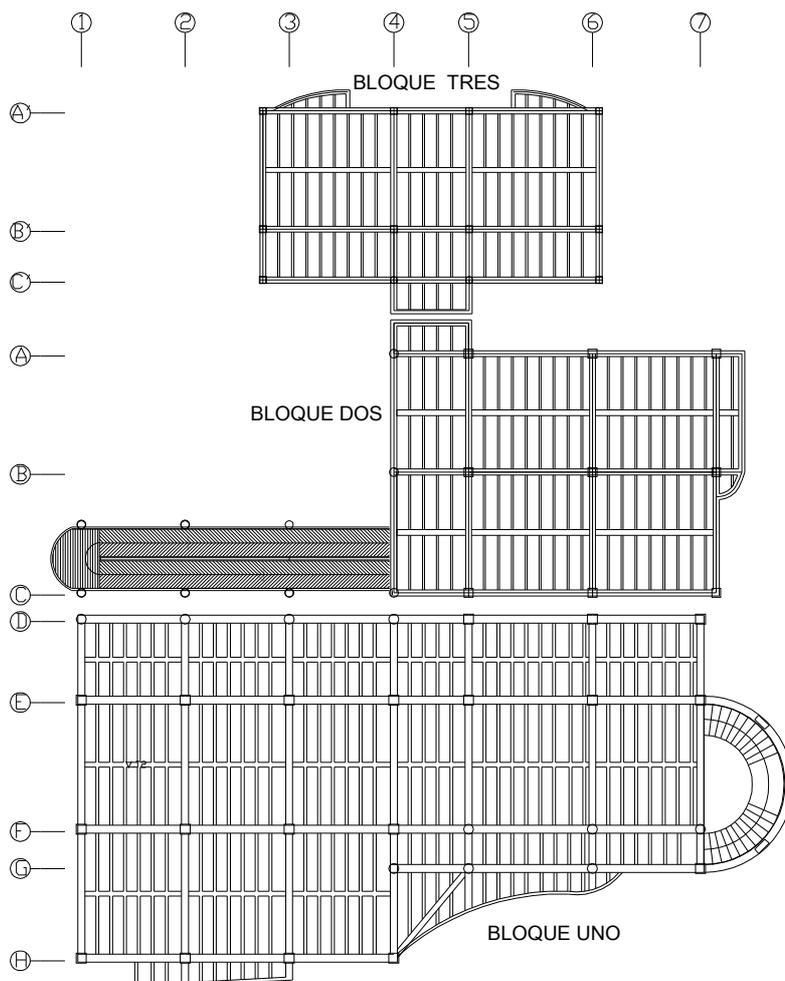
** Resistencia nominal a la fluencia del acero.

*** Módulo de elasticidad del concreto

unirlas luego del diseño con juntas constructivas. Para todos los elementos estructurales de todos los bloques, se tomó en cuenta los requerimientos que da la norma Colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR-98 en el tomo 2 título C.

Como se mencionó anteriormente, se identificaron tres unidades estructurales con los siguientes nombres: bloque uno; bloque dos; bloque tres. Para todos ellos se definió un sistema de coordenadas local y una sola nomenclatura en la definición de pórticos para trabajar en ambos modelos de análisis estructural como se observa en la figura 12. (Pórticos cargueros perpendiculares a los nervios y pórticos riostras paralelos a éstos).

Figura 12. Sistema general de nomenclatura para todos los bloques



A continuación se describe el predimensionamiento para los elementos estructurales de los diferentes bloques.

2.4.1 Bloque uno.

2.4.1.1 Predimensionamiento de los elementos.

1. Predimensionamiento de columnas de acuerdo a carga axial P

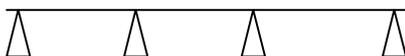
Número de pisos	3
Columna de diseño	2F
Aferencia de columna (m ²)	34.13
Carga en edificios de concreto (kN/m ²)	10
Carga Pt (acumulada) (kN)	1023.97
Calculo de área bruta: $A_g = 25P$	25599.2
Lado de una columna L_c (m)	0.51
Base (b) columnas para diseño (m)	0.50
Altura (h) columnas para diseño (m)	0.50
Área de la columna (m ²)	0.25
Chequeo relación sección (b min.= 0.30 m: $b/h > 0.40$) ¹⁸	ok!

2. Predimensionamiento de vigas¹⁹

Viga crítica riostra

Viga pórtico uno

4.09 m 6.52 m 6.52 m



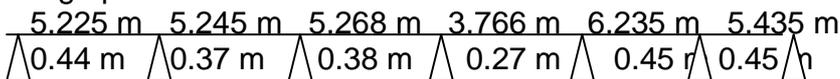
0.34 m 0.47 m 0.54 m

Altura (d): 0.55 m

Base (b): 0.35 m

Viga crítica carguera

Viga pórtico D



¹⁸ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Op- cit., p.C-180.

¹⁹ Ibid., p. C-61-62.

Altura (d): 0.45 m

Base (b): 0.40 m

En la tabla 1, se encuentran consignados la sección de elementos para bloque uno y en las figuras 14 y 15 se muestran en planta las secciones de los elementos.

Tabla 1. Sección de elementos para bloque uno

Elemento	Sección(b*h) m
Vigas cargueras	0.40*0.45
Vigas riostras pórticos 1,2,3,4	0.35*0.55
Vigas riostras pórticos 5,6,7	0.35*0.35
Viguetas secundarias A*	0.25*0.33
Viguetas secundarias B*	0.27*0.35
Viguetas secundarias C*	0.25*0.35
Viguetas secundarias D*	0.25*0.35
Viga de borde	0.25*0.55
Columnas circulares	D=0.60
Columnas cuadradas	0.50*0.50
Columnas rectangulares	0.30*0.30

3. Losas con nervaduras²⁰

Limitaciones dimensionales: Las losas con nervaduras deben cumplir las condiciones dimensionales dadas a continuación:

(a) Los nervios no deben tener menos de 100 mm de ancho en su parte superior, y su ancho promedio no puede ser menor de 80 mm. Su altura libre no debe ser mayor de 5 veces el espesor promedio del alma.

$$h' \leq 0.15 \cdot 5 = 0.75 \text{ m}$$

Se toma $h'=0.28$ m para los nervios

* Viguetas secundarias A, B, C, D: se ha denominado así a todas las viguetas que arriostran los nervios transversalmente para que cumplan con la longitud requerida en las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 2: título C C.13.2.2 literal d.

²⁰ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Op. cit., p. C-113.

(b) La porción vaciada en sitio de la loseta superior debe tener al menos 45 mm de espesor, pero ésta no debe ser menor de 1/20 de la distancia libre entre los nervios.

Distancia asumida entre nervios = 0.70 m
Espesor mínimo de loseta superior = $0.70/20 = 0.035$ m
Se asume espesor de 0.05 m

(c) La separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 2.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.20 m

$h = 0.35$ m
 $h =$ espesor total de la losa
Separación máxima entre nervios = $2.5 * 0.40 = 1.00$ m
Se asume separación de 0.70 m por facilidad constructiva de los casetones de guadua. Figura 13.

(d) Cuando se trate de losas en una dirección, deben colocarse viguetas transversales de repartición con una separación libre máxima de 10 veces el espesor total de la losa, sin exceder 4.0 m

Longitud máxima de viguetas = 4.0 m

Altura total de losa: 0.35 m (incluyendo los acabados: superior e inferior)

Ancho de nervios: 0.15 m

Figura 13. Corte típico de losa

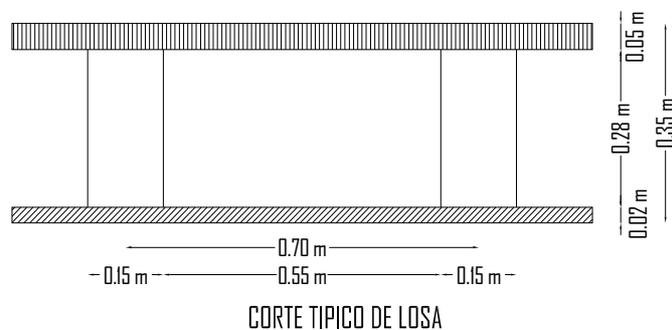


Figura 14. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entrepiso piso uno, piso dos, bloque uno

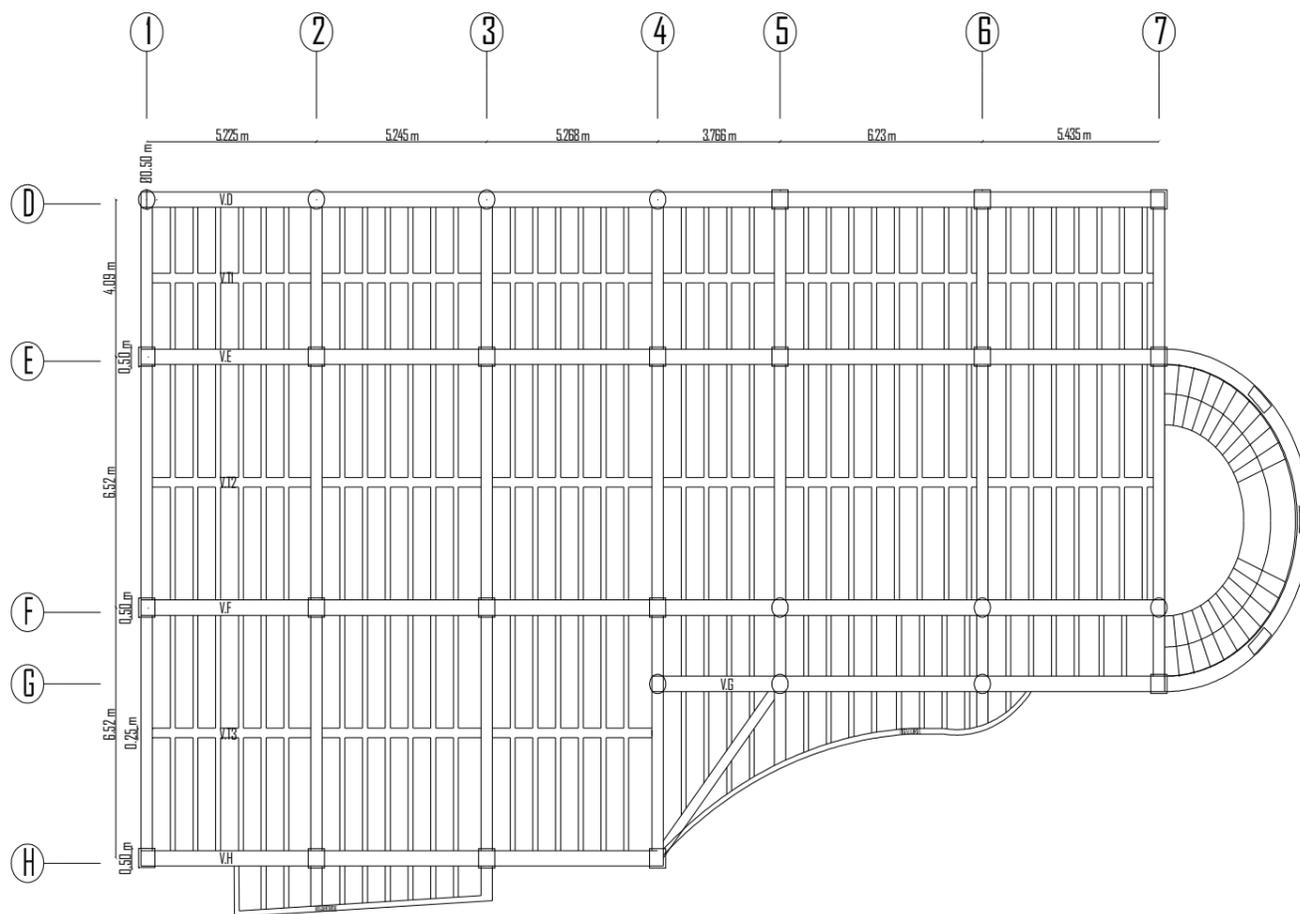
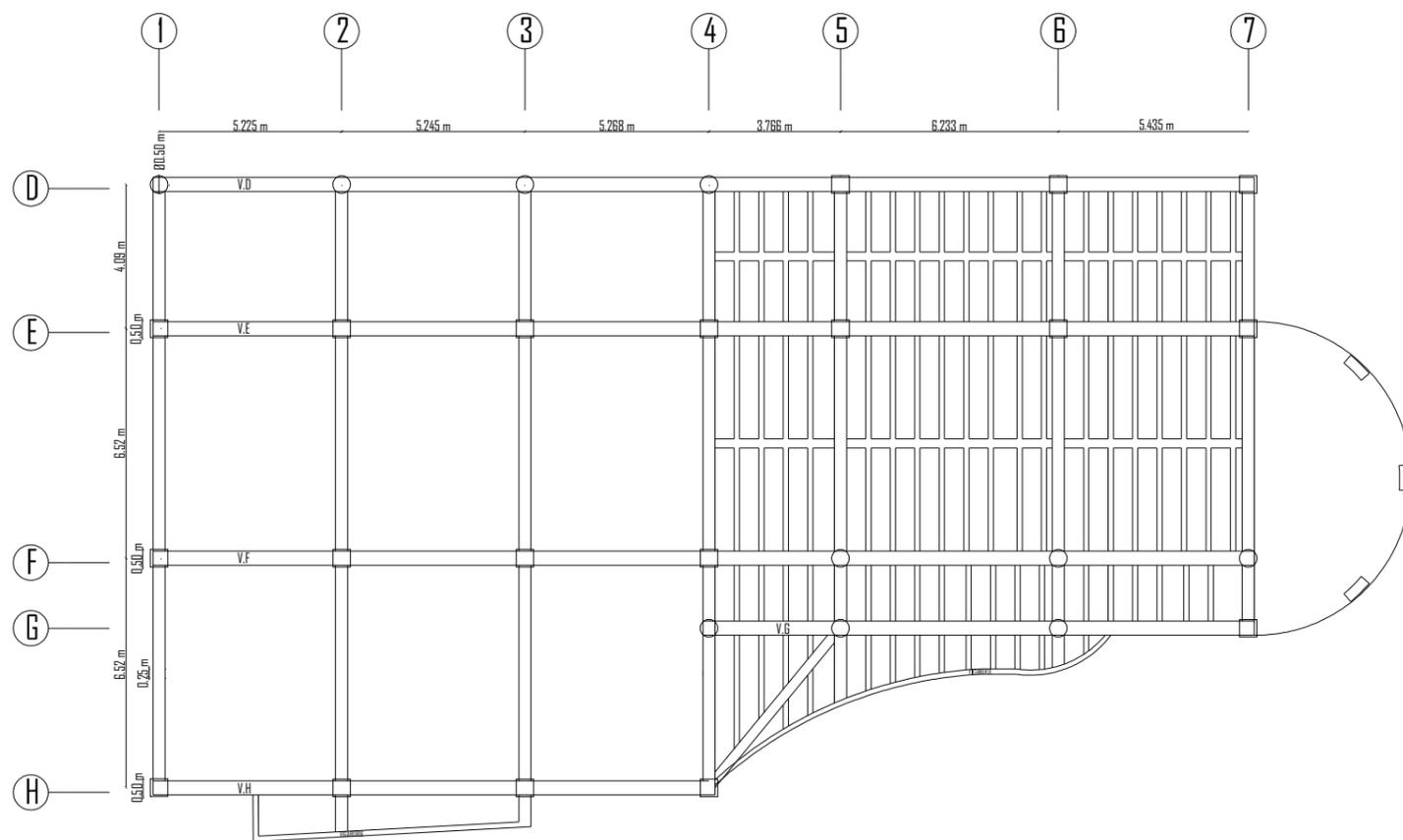


Figura 15. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entre piso tres bloque uno



2.4.1.2 Evaluación de cargas. Las cargas muertas son iguales para los niveles uno y dos, las cargas sobre los nervios se calculan, así:

- Nervios N1 al N16 (Nervios del nivel uno y dos)²¹

Aferencia:		0.70 m
Plaqueta recubrimiento	$0.05*24$	= 1.2 kN/m ²
Plaqueta inferior	$0.02*24$	= 0.48 kN/m ²
Nervio	$0.15*0.28*24/0.7$	= 1.44 kN/m ²
Acabado superior		= 1 kN/m ²
Acabado inferior		= 0.5 kN/m ²
Muros divisorios*		= 4.77 kN/m ²
Casetón		= 0.25 kN/m ²
Carga muerta total		= 9.64 kN/m ²
Carga viva		= 2 kN/m ²
Cargas aplicadas al nervio		
Carga muerta total	$9.64*0.7$	= 6.748 kN/m
Carga viva diseño	$2*0.7$	= 1.4 kN/m

- Nervios N4CUB AL N16CUB(nervios del tercer nivel)

Aferencia:	0.70 m	
Plaqueta recubrimiento	$0.05*24$	= 1.2 kN/m ²
Plaqueta inferior	$0.02*24$	= 0.48 kN/m ²
Nervio	$0.15*0.28*24/0.7$	= 1.44 kN/m ²
Acabado superior		= 1 kN/m ²
Acabado inferior		= 0.9 kN/m ²
Muros divisorios		= 4.77 kN/m ²
Casetón		= 0.25 kN/m ²
Carga muerta total		= 10.04 kN/m ²
Carga viva		= 2 kN/m ²
Cargas aplicadas al nervio		
Carga muerta total	$10.04*0.7$	= 7.028 kN/m
Carga viva diseño	$2*0.7$	= 1.4 kN/m

- Cargas sobre cubierta²²

²¹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Op.cit., p. C-113.

* La norma da un valor de 3.5 kN/m² para entresijos de 2.2 m de altura para otras alturas se toma el valor proporcional, en este caso para una altura de entresijo de 3.0 m, el valor es el anotado.

²² ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 1: título B. Bogotá: 1998. p. B-10.

La cubierta consta de 4 cerchas, 10 correas, las cuales están simplemente apoyadas en las cerchas; encima de las éstas, se ubican las tejas. Se consideran las siguientes cargas sobre la cubierta

Datos de la cubierta:

- Ancho Bodega: 34 m
- Profundo Bodega: 22 m
- Altura de las columnas: 6 m
- Distancia entre cerchas: 5.5 m
- Pendiente de la cubierta: 16%
- Peso cerchas: $5 \cdot 34 \text{m} \cdot 30 \text{ Kg/m} = 5100 \text{ Kg}$
- Peso correas: $10 \cdot 22 \text{m} \cdot 8 \text{ Kg/m} = 1760 \text{ Kg}$

Especificación de las tejas:

Tejas tipo C90 de Asbesto - Cemento

Longitud: 9 m

Longitud de traslapo: 0.15 m

Peso: 22 Kg/m²

Número de tejas: # tejas = $22 / (0.9 - 0.15) = 29.333$ tejas por hilera

Utilizamos por cada una de las dos aguas: 29 tejas C-90; longitud: 8m

1 teja C-45; longitud: 8 m Carga muerta

Por cubierta en asbesto cemento = 0.18 kN/m²

Peso de la estructura de cubierta = 0.20 kN/m²

Peso adicional de cubierta = 0.20 kN/m²

Peso total = 0.58 kN/m²

- Carga de viento²³

Se toma en cuenta la fórmula para análisis simple de la norma: $p = C_p * q * S_4$

Donde: p= presión producida por el viento

C_p = para sotavento -0.70 y para Barlovento -0.50

q= 0.62

S_4 = 0.88

Se obtienen con estos valores las presiones para sotavento y barlovento

p sotavento = -0.273 kN/m²

²³ Ibid., p. B-19-20,24.

p barlovento = -0.38 kN/m^2

Carga viva 2 kN/m^2

2.4.2 Bloque dos.

2.4.2.1 Predimensionamiento de los elementos.

1. Predimensionamiento de columnas de acuerdo a carga axial P.

Número de pisos	2
Columna de diseño	6B
Aferencia de columna (m^2)	37.69
Carga en edificios de concreto (kN/m^2)	10
Carga Pt (acumulada) (kN)	753.8
Calculo de área bruta: $A_g = 25P$	18845
Lado de una columna L_c (m)	0.43
Base (b) columnas para diseño (m)	0.45
Altura (h) columnas para diseño (m)	0.45
Área de la columna (m^2)	0.2025
Chequeo relación sección (b min.= 0.30 m; $b/h > 0.40$)	ok!

2. Predimensionamiento de vigas

Viga crítica riostra

Viga pórtico cuatro

6.11 m 5.98 m



0.50 m 0.50 m

Altura (d): 0.50 m

Base (b): 0.30 m

Viga crítica carguera

Viga pórtico D

3.766 m 6.235 m 6.235 m



0.31 m 0.44 m 0.52 m

Altura (d): 0.52 m

Base (b): 0.30 m

En la tabla 2, se encuentran las secciones de elementos para el bloque dos y en las figuras 17 y 18 se muestran en planta las secciones de los elementos.

Tabla 2. Sección de elementos para bloque dos

Elemento	Sección(b*h) m
Vigas cargueras	0.30*0.52
Vigas riostras	0.30*0.50
Viguetas secundarias	0.20*0.35
Viga de borde	0.20*0.35
Columnas circulares	D:0.50
Columnas cuadradas	0.45*0.45

3. Losas con nervaduras

Limitaciones dimensionales las losas con nervaduras deben cumplir las condiciones dimensionales dadas a continuación:

(a) Los nervios no deben tener menos de 100 mm de ancho en su parte superior, y su ancho promedio no puede ser menor de 80 mm. Su altura libre no debe ser mayor de 5 veces el espesor promedio del alma.

$$h' \leq 0.10 \cdot 5 = 0.50$$

se asume $h' = 0.28$ m

(b) La porción vaciada en sitio de la loseta superior debe tener al menos 45 mm de espesor, pero ésta no debe ser menor de 1/20 de la distancia libre entre los nervios.

Distancia asumida entre nervios = 0.70 m
 Espesor mínimo de loseta superior = $0.70/20 = 0.035$ m
 Se asume espesor de 0.05 m

(c) La separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 2.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.20 m.

$h = 0.35$ m
 $h =$ espesor total de la losa
 Separación máxima entre nervios = $2.5 \cdot 0.35 = 0.825$
 Se asume separación de 0.70 m. Figura 16

(d) Cuando se trate de losas en una dirección, deben colocarse viguetas transversales de repartición con una separación libre máxima de 10 veces el espesor total de la losa, sin exceder 4.0 m

Longitud máxima de viguetas= 4.0 m

Altura total de losa: 0.35 m (incluyendo los acabados: superior e inferior)

Ancho de nervios: 0.10 m

Figura 16. Corte típico de losa

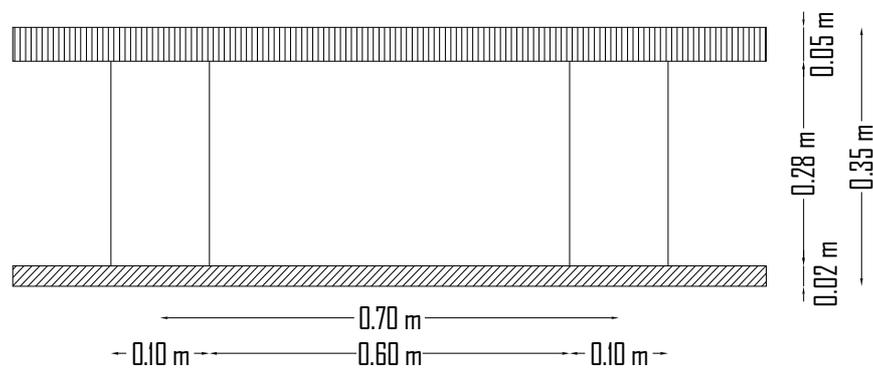


Figura 17. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entre piso piso uno bloque dos

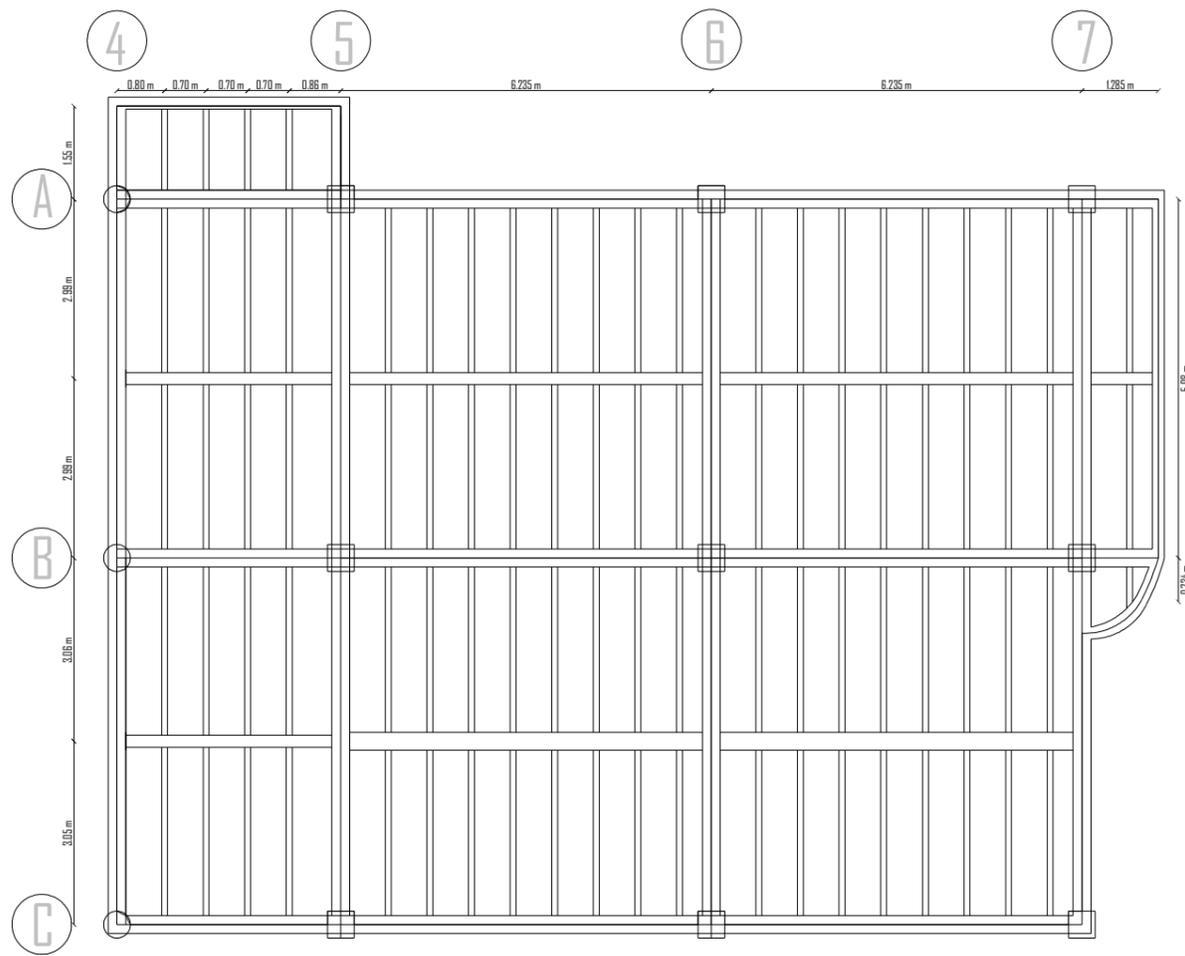
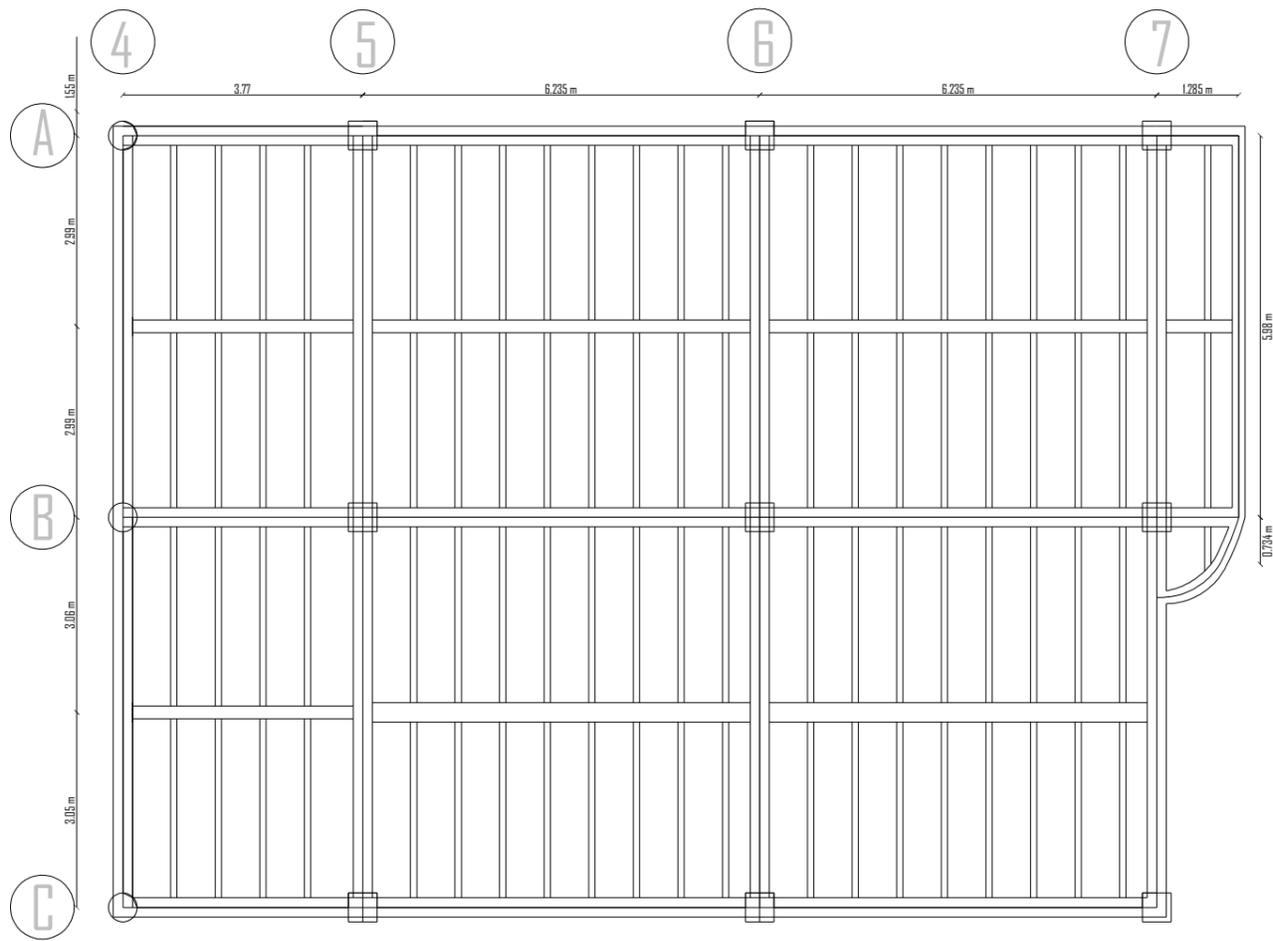


Figura 18. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entre piso piso dos, bloque dos



2.4.2.2 Evaluación de cargas.

Nervios N1 al N3 (Nervios del nivel uno y dos)

Aferencia:		0.70 m
Plaqueta recubrimiento	$0.05 \cdot 24$	= 1.2 kN/m ²
Plaqueta inferior	$0.02 \cdot 24$	= 0.48 kN/m ²
Nervio	$0.10 \cdot 0.28 \cdot 24 / 0.7$	= 0.96 kN/m ²
Acabado superior		= 1 kN/m ²
Acabado inferior		= 0.5 kN/m ²
Muros divisorios		= 4.77 kN/m ²
Casetón		= 0.25 kN/m ²
Carga muerta total		= 9.16 kN/m ²
Carga viva		= 2 kN/m ²
Cargas aplicadas al nervio		
Carga muerta total	$9.16 \cdot 0.7$	= 6.412 kN/m
Carga viva diseño	$2 \cdot 0.7$	= 1.4 kN/m

- Cargas sobre cubierta

Se consideran las siguientes cargas sobre la cubierta

Carga muerta

Por cubierta en asbesto cemento	= 0.18 kN/m ²
Peso de la estructura de cubierta	= 0.20 kN/m ²
Peso adicional de cubierta	= 0.20 kN/m ²
Peso total	= 0.58 kN/m ²

- Carga de viento

Se toma en cuenta la fórmula para análisis simple de la norma: $p = C_p \cdot q \cdot S_4$

Donde p= presión producida por el viento

C_p = para sotavento -0.70 y para Barlovento -0.50

q= 0.62

S_4 = 0.88

Se obtienen con estos valores las presiones para sotavento y barlovento

p sotavento = -0.273 kN/m²

p barlovento = -0.38 kN/m²

Carga viva 2 kN/m²

2.4.3 Bloque tres.

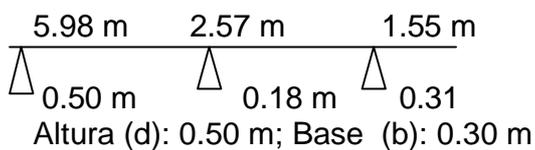
2.4.3.1 Predimensionamiento de los elementos.

1. Predimensionamiento de columnas de acuerdo a carga axial P

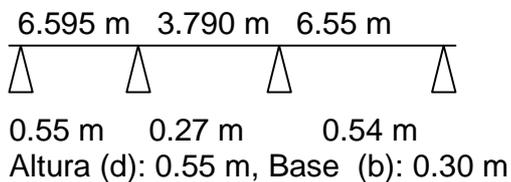
Número de pisos	2
Columna de diseño	4B
Aferencia de columna (m ²)	23.03
Carga en edificios de concreto (kN/m ²)	10
Carga Pt (acumulada) (kN)	460.6
Calculo de área bruta: $A_g = 25P$	1151.5
Lado de una columna L_c (m)	0.33
Base (b) columnas para diseño (m)	0.35
Altura (h) columnas para diseño (m)	0.35
Área de la columna (m ²)	0.1225
Chequeo relación sección (b min.= 0.30 m; b/h>0.40)	ok!

2. Predimensionamiento de vigas

Viga crítica riostra
Viga pórtico 2



Viga crítica carguera Pórtico A



En la tabla 3, se encuentran las secciones de elementos para el bloque 3 y en las figuras 20 y 21 se muestran en planta las secciones de los elementos.

Tabla 3. Sección de elementos para bloque tres

Elemento	Sección(b*h) m
Vigas cargueras	0.30*0.55
Vigas riostras	0.30*0.50
Viguetas secundarias	0.25*0.30
Viga de borde	0.20*0.35
Columnas cuadradas	0.35*0.35
Columnas circulares	D=0.40

3. Losas con nervaduras

Limitaciones dimensionales Las losas con nervaduras deben cumplir las condiciones dimensionales dadas a continuación:

(a) Los nervios no deben tener menos de 100 mm de ancho en su parte superior, y su ancho promedio no puede ser menor de 80 mm. Su altura libre no debe ser mayor de 5 veces el espesor promedio del alma.

$$h' \leq 0.10 \cdot 5 = 0.50$$

Se asume $h' = 0.28$ m

(b) La porción vaciada en sitio de la loseta superior debe tener al menos 45 mm de espesor, pero ésta no debe ser menor de 1/20 de la distancia libre entre los nervios.

Distancia asumida entre nervios = 0.70 m

Espesor mínimo de loseta superior = $0.70/20 = 0.035$ m

Se asume espesor de 0.05 m

(c) La separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 2.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.20 m.

$$h = 0.35 \text{ m}$$

h = espesor total de la losa

$$\text{Separación máxima entre nervios} = 2.5 \cdot 0.35 = 0.875$$

Se asume separación de 0.70 m. Figura 19.

(d) Cuando se trate de losas en una dirección, deben colocarse viguetas transversales de repartición con una separación libre máxima de 10 veces el espesor total de la losa, sin exceder 4.0 m

Longitud máxima de viguetas= 4.0 m

Altura de losa: 0.35 m (incluyendo los acabados: superior e inferior)

Ancho de nervios: 0.10 m

Figura 19. Corte típico de losa

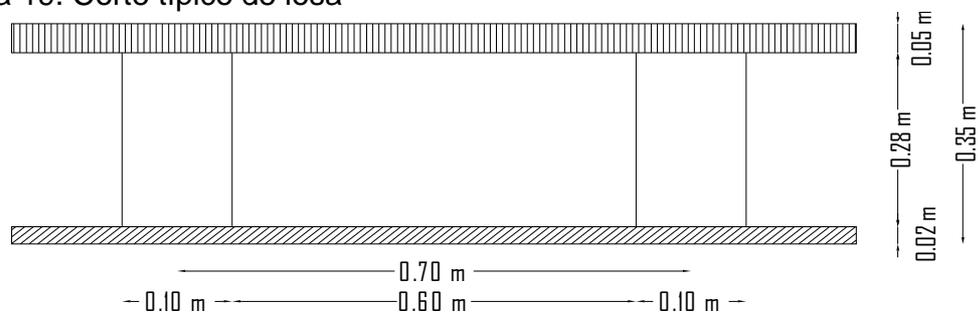


Figura 20. Secciones en planta de columnas, vigas, viguetas entrepiso piso uno bloque tres

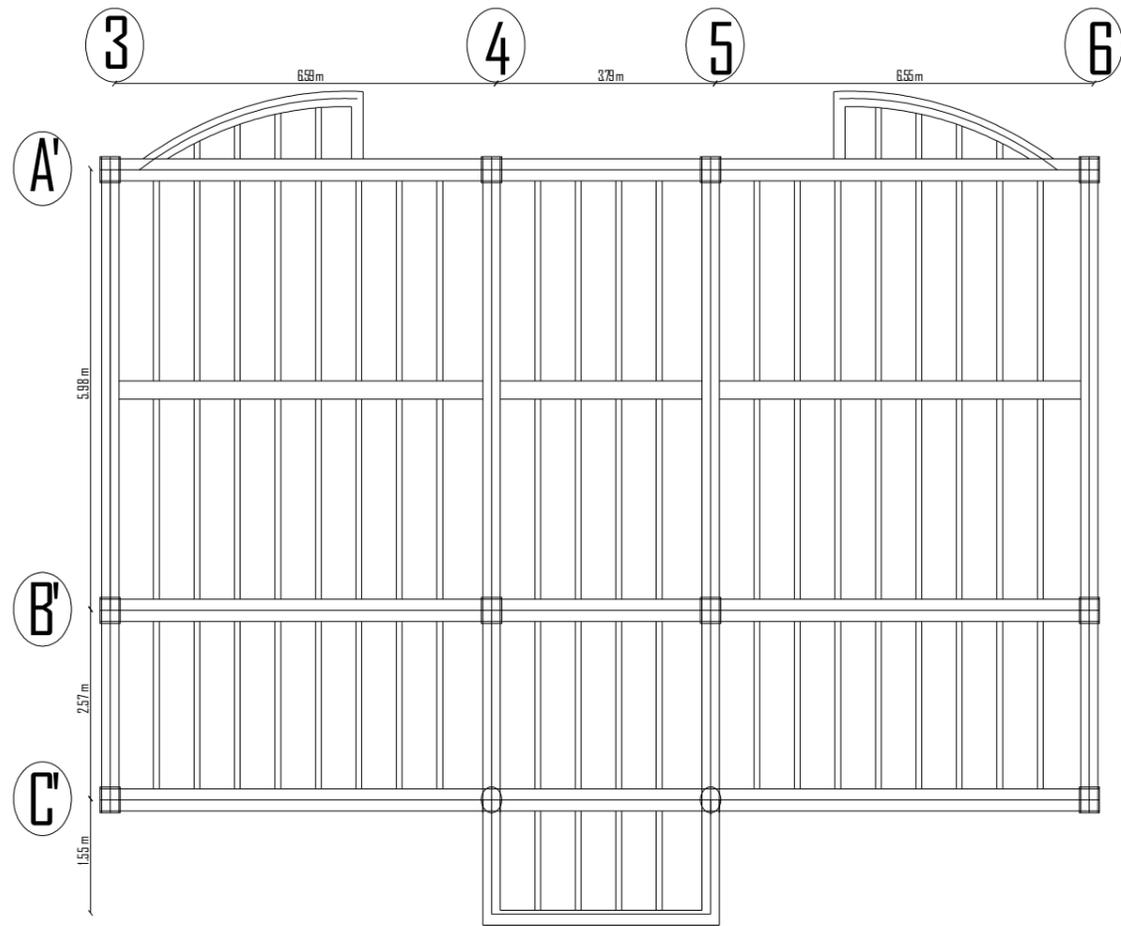
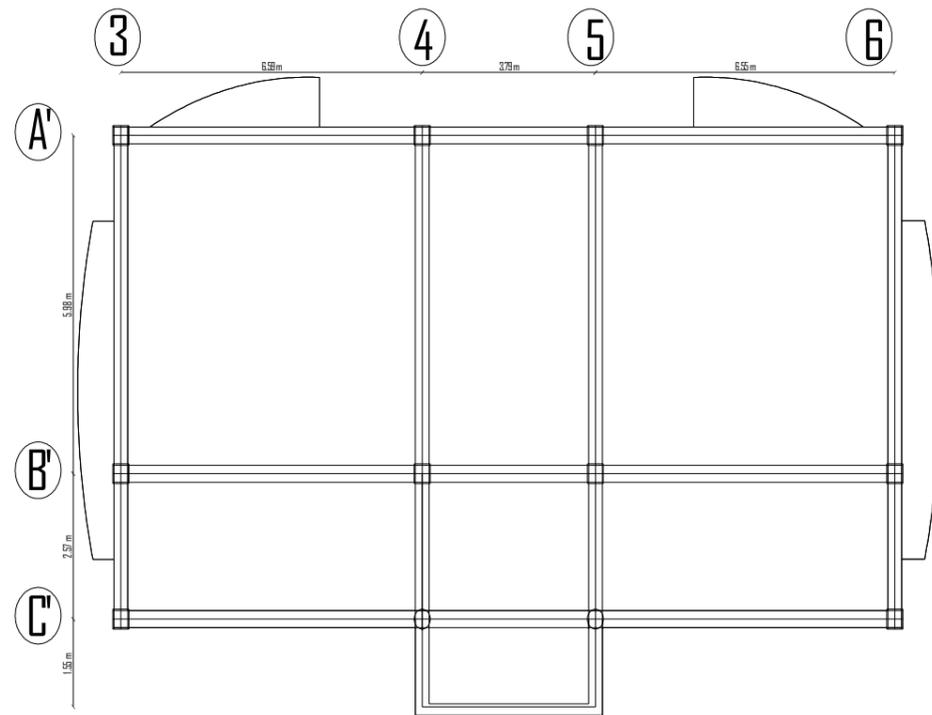


Figura 21. Secciones en planta de losetas, columnas, vigas, viguetas nivel N+7.58 bloque tres



2.4.3.2 Evaluación de cargas.

- Nervios N1 al N5 (Nervios del nivel uno)

Aferencia: 0.70 m

Plaqueta recubrimiento	$0.05 \cdot 24$	= 1.2	kN/m^2
Plaqueta inferior	$0.02 \cdot 24$	= 0.48	kN/m^2
Nervio	$0.10 \cdot 0.28 \cdot 24 / 0.7$	= 0.96	kN/m^2
Acabado superior		= 1	kN/m^2
Acabado inferior		= 0.5	kN/m^2
Muros divisorios		= 4.77	kN/m^2
Casetón		= 0.25	kN/m^2
Carga muerta total		= 9.16	kN/m^2
Carga viva		= 2	kN/m^2
Cargas aplicadas al nervio			
Carga muerta total	$9.16 \cdot 0.7$	= 6.412	kN/m
Carga viva diseño	$2 \cdot 0.7$	= 1.4	kN/m

- Cargas sobre cubierta

Se consideran las siguientes cargas sobre la cubierta

Carga muerta

Por cubierta en asbesto cemento	= 0.18	kN/m^2
Peso de la estructura de cubierta	= 0.20	kN/m^2
Peso adicional de cubierta	= 0.20	kN/m^2
Peso total	= 0.58	kN/m^2

- Carga de viento

Se toma en cuenta la fórmula para análisis simple de la norma: $p = C_p * q * S_4$

Donde p= presión producida por el viento

C_p = para sotavento -0.70 y para Barlovento -0.50

q= 0.62

S_4 = 0.88

Se obtienen con estos valores las presiones para sotavento y barlovento

p sotavento = -0.273 kN/m^2

p barlovento = -0.38 kN/m^2

Carga viva 2 kN/m^2

2.5 ANÁLISIS DE PESO FLOTANTE DE LAS EDIFICACIONES

A continuación se entregan los resultados de los análisis realizados para cada edificación. Tabla 4, 5 y 6.

Tabla 4. Resultados generales de peso flotante para bloque uno

Análisis de peso flotante N+3,5			
γ^* mampostería (kN/m ³)=	18		
γ Concreto (kN/m ³)=	24		
γ Concreto (kN/m ³)=	23	W** muros (kN)=	2464.2
V*** Nervio (m ³)=	24.181	WNervio (kN)=	580.336
V. torta superior. (m ³)=	25.832	WSup. (kN)=	619.971
V. torta inferior. (m ³)=	15.499	WInf. (kN)=	371.983
VVigas (m ³)=	51.990	WVigas (kN)=	1247.753
Casetón(kN/m ²)=	0.250	WCaseton(kN)=	109.787
Área Casetón (m ²)=	439.146	Wescalera(kN)=	16.120
Vcolumnas (m ³)=	23.3873	Wcolumnas(kN)=	561.296
		Σ (kN) =	5971.45 608.71 masa
Análisis de peso flotante N+7			
γ mampostería (kN/m ³)=	18		
γ Concreto (kN/m ³)=	24		
γ Concreto (kN/m ³)=	23	Wmuros (kN)=	2464.2
VNervio (m ³)=	24.181	WNervio (kN)=	580.336
VS.Sup. (m ³)=	25.832	WS.Sup. (kN)=	619.971
VS.Inf. (m ³)=	15.499	WS.Inf. (kN)=	371.983
VVigas (m ³)=	51.990	WVigas (kN)=	1247.753

* Léase densidad.

** Léase peso.

*** Léase volumen.

Casetón(kN/m2)=	0.250	WCaseton(kN)=	109.787		
Área Casetón (m2)=	439.146	Wescalera(kN)=	8.060		
Vcolumnas (m3)=	23.3873	Wcolumnas(kN)=	561.296		
		Σ (kN) =	5963.39	607.89	masa
Análisis de peso flotante N+10,5					
γmampostería (kN/m3)=	18				
γConcreto (kN/m3)=	24				
γConcreto (kN/m3)=	23				
VNervio (m3)=	10.718	WNervio (kN)=	257.232		
V. torta superior. (m3)=	11.047	WSup. (kN)=	265.135		
V. torta inferior. (m3)=	6.628	WInf. (kN)=	159.081		
VVigas (m3)=	47.780	WVigas (kN)=	1146.729		
Casetón(kN/m2)=	0.250	WCaseton(kN)=	46.951		
Tanque(kN/m2)=	0.300	Wtanque(kN)=	2.714		
Área Casetón (m ²)=	187.804				
Vcolumnas (m ³)=	0.68	Wcolumnas(kN)=	16.320		
Cubierta(kN/m2)=	0	Wcubierta(kN)=	286.200		
Cielo Raso (kN/m2)=	0.25	Wcielo raso(kN)=	123.362		
Área de cubierta	493.448	Σ (kN) =	2303.72	234.83	masa

Tabla 5. Resultados generales de peso flotante para bloque dos

Análisis de peso flotante N+3,5					
γmampostería (kN/m3)=	18.000				
γConcreto (kN/m3)=	24.000				
γConcreto (kN/m3)=	23.000	Wmuros (kN)=	1044.719		
VNervio (m3)=	10.957	WNervio (kN)=	262.961		
V. torta superior. (m3)=	10.951	WSup. (kN)=	262.822		

V. torta inferior. (m3)=	4.380	WInf. (kN)=	100.749	
VVigas (m3)=	21.612	WVigas (kN)=	518.676	
Casetón(kN/m2)=	0.250	WCaseton(kN)=	49.279	
Área Casetón (m2)=	197.117			
Vcolumnas (m3)=	10.95	Wcolumnas(kN)=	262.878	
		Σ (kN) =	2502.08	255.05 masa

Análisis de peso flotante N+7.0

γmampostería (kN/m3)=	18.0			
γConcreto (kN/m3)=	24.0			
γConcreto (kN/m3)=	23.0	Wmuros (kN)=	1044.719	
VNervio (m3)=	10.817	WNervio (kN)=	259.601	
VS.Sup. (m3)=	10.631	WS.Sup. (kN)=	255.154	
VS.Inf. (m3)=	4.253	WS.Inf. (kN)=	97.809	
VVigas (m3)=	18.503	WVigas (kN)=	444.077	
Casetón(kN/m2)=	0.250	WCaseton(kN)=	46.181	
Área Casetón (m2)=	184.725			
Vcolumnas (m3)=	10.572	Wcolumnas(kN)=	253.735	
		Σ (kN) =	2401.28	244.78 masa

Análisis de peso flotante N+10,5

γmampostería (kN/m3)=	18.0			
γConcreto (kN/m3)=	24.0			
γConcreto (kN/m3)=	23.0	Wmuros (kN)=	0.000	
VNervio (m3)=	0.000	WNervio (kN)=	0.000	
V. torta superior. (m3)=	0.000	WSup. (kN)=	0.000	
V. torta inferior. (m3)=	0.000	WInf. (kN)=	0.000	
VVigas (m3)=	18.503	WVigas (kN)=	444.077	
Vcolumnas (m3)=	0.000	Wcolumnas(kN)=	0.000	
Cubierta(kN/m2)=	0.6	Wcubierta(kN)=	127.577	

Cielo Raso (kN/m ²)=	0.25	Wcielo raso(kN)=	53.157		
área de cubierta	212.6287	Σ (kN) =	624.81	63.69	masa

Tabla 6. Resultados generales de peso flotante para bloque tres

Análisis de peso flotante N+3,5					
γmampostería (kN/m ³)=	18				
γConcreto (kN/m ³)=	24				
γConcreto (kN/m ³)=	23	Wmuros (kN)=	770.021		
VNervio (m ³)=	7.272	WNervio (kN)=	174.520		
V. torta superior. (m ³)=	8.071	WSup. (kN)=	193.714		
V. torta inferior. (m ³)=	3.229	WInf. (kN)=	74.257		
VVigas (m ³)=	17.756	WVigas (kN)=	426.133		
Casetón(kN/m ²)=	0.250	WCaseton(kN)=	36.321		
Área Casetón (m ²)=	145.285				
Vcolumnas (m ³)=	6.072	Wcolumnas(kN)=	145.725		
		Σ (kN) =	1820.69	185.60	masa
Análisis de peso flotante N+7,0					
γmampostería (kN/m ³)=	18				
γConcreto (kN/m ³)=	24				
γConcreto (kN/m ³)=	23	Wmuros (kN)=	299.780		
VNervio (m ³)=	0.000	WNervio (kN)=	0.000		
V. torta superior. (m ³)=	0.000	WSup. (kN)=	0.000		
V. torta inferior. (m ³)=	0.000	WInf. (kN)=	0.000		
VVigas (m ³)=	17.756	WVigas (kN)=	426.133		
Casetón(kN/m ²)=	0.000	WCaseton(kN)=	0.000		
Área Casetón (m ²)=	145.285	Wcubierta(kN)=	93.000		
Vcolumnas (m ³)=	0.000	Wcolumnas(kN)=	0.000		
		Σ (kN) =	818.91	83.48	masa

2.6. MODELACIÓN DE LOS BLOQUES MEDIANTE LOS DOS PROGRAMAS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN ESTUDIO

Una vez definidos todos los aspectos más relevantes se procede a definir un solo sistema de coordenadas y una nomenclatura para pórticos y elementos de las tres unidades estructurales, después se modeló los tres bloques bajo los programas estudiados y con las condiciones que cada uno de los modelos establece, a continuación se muestran aspectos importantes de esta etapa para dar al lector una visión superficial de esta labor a la vez que vaya madurando un criterio acerca de los dos modelos de análisis estructural que se usaron en este trabajo.

2.6.1 Modelación de los bloques mediante el uso del programa MODULO4®. Este programa se caracteriza porque para la modelación del edificio se debe realizar con anterioridad una definición de pórticos, los cuales deben tener como características generales igual altura entre sus niveles, si existen pórticos diferentes a los pórticos tipo, se deben hacerlos iguales usando miembros ficticios con inercias cercanas a cero (en el programa se define como miembro ficticio aquel cuya sección es de base $1 \cdot e^{-05}$ m y altura 0.05 m), el programa no diseña estos miembros.

Una vez ingresados los pórticos individuales, se procede a realizar los diferentes pasos para el cálculo estructural: análisis sísmico, cálculo de derivas, cálculo de elementos estructurales. Se trabaja con pórticos planos, con desplazamientos en un solo sentido. Figuras 22, 23, 24 y 25.

Figura 22. Geometría de pórticos cargueros bloque uno para ser introducidos en el programa MODULO4®

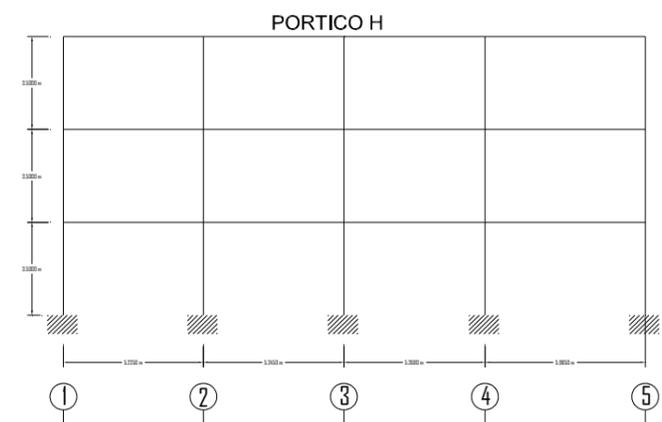
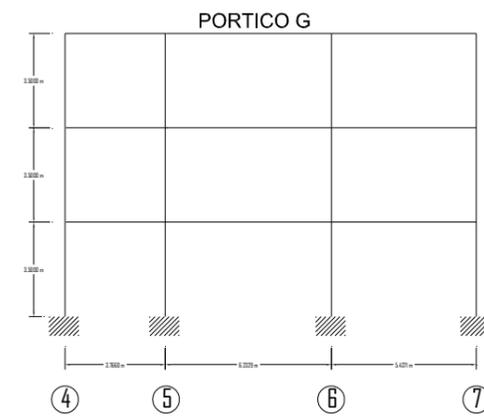
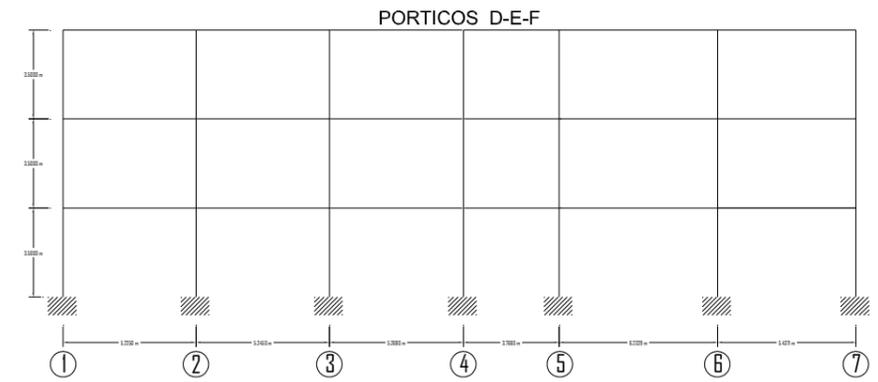


Figura 24. Geometría de pórticos introducidos en el programa

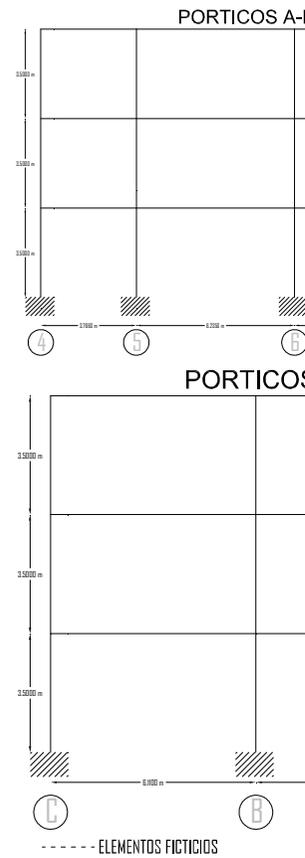


Figura 25. Geometría de pórtico
el programa MODULO4®

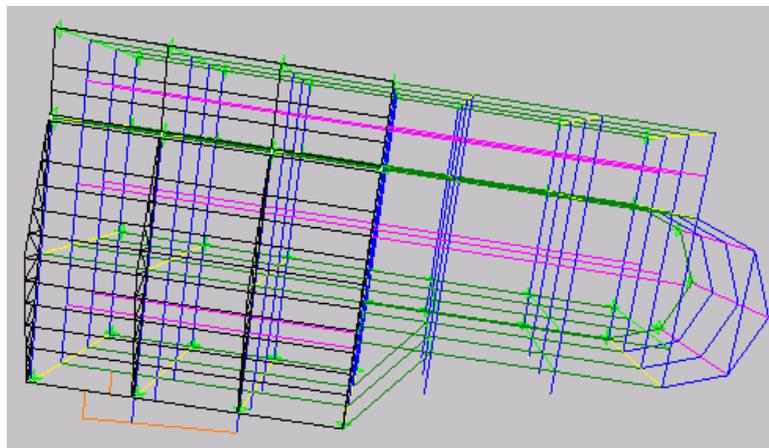


2.6.2 Modelación de los bloques mediante el uso del programa SAP2000®. En este programa el ingreso del edificio se hace mediante la elección en el menú inicial del tipo de estructura que se desea modelar, una vez dentro del programa, se trabaja con los ejes de la estructura y se puede ingresar la estructura de cubierta sin necesidad de haberla calculado con anterioridad.

Al modelar la estructura con los ejes, se puede asignar cualquier tipo de sección previamente definida, lo que permite considerar distintas posibilidades de diseño sin necesidad de modelar una y otra vez la estructura, en cuanto al diseño de elementos en acero, el programa permite que de un determinado grupo de secciones este seleccione la que mejor se ajuste a los requerimientos de la norma que se esté siguiendo.

A continuación se indica la modelación de los bloques en el programa SAP2000®, cada bloque se modeló y diseñó independientemente. Figuras 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 y 36.

Figura 26. Vista general en planta y lateral de los ejes del bloque uno



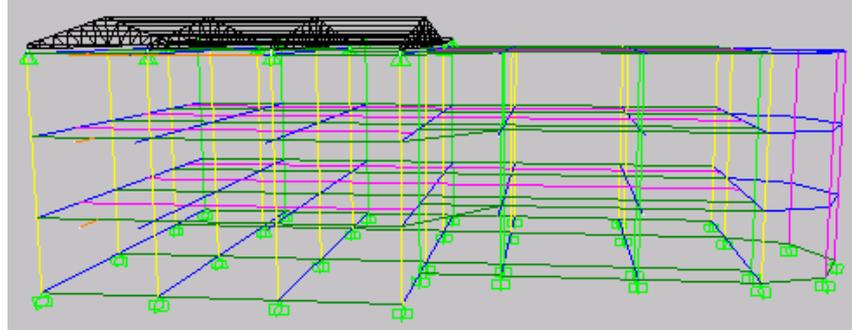


Figura 27. Vista general en planta y lateral del bloque uno modelado con secciones

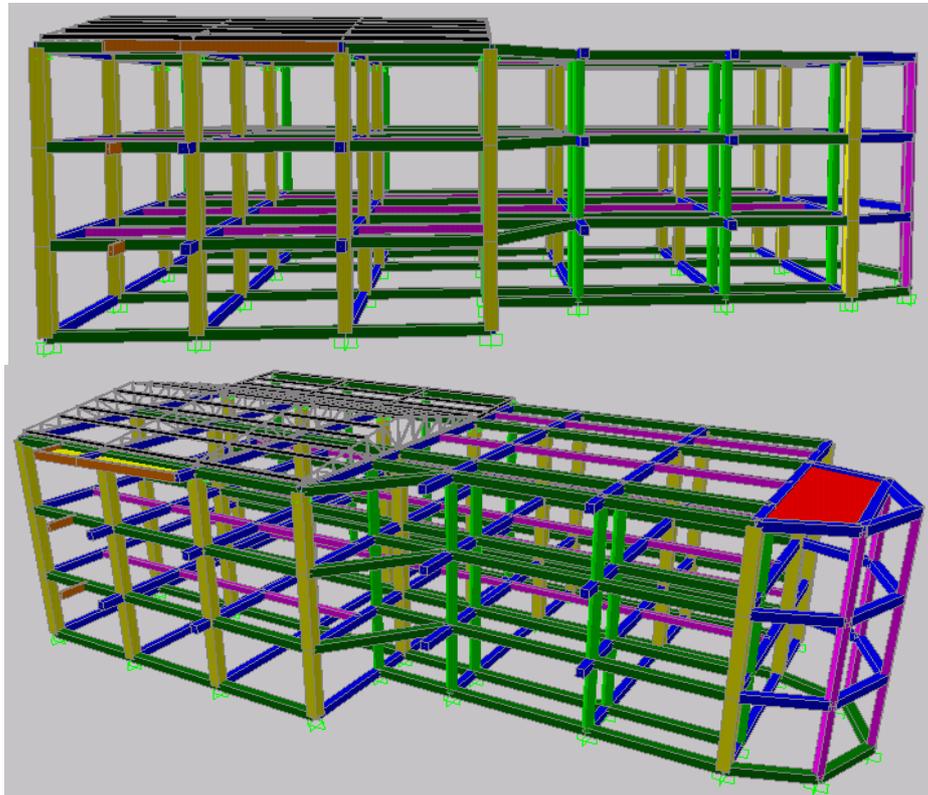


Figura 28. Detalle de modelación de cubierta bloque uno (ejes y secciones)

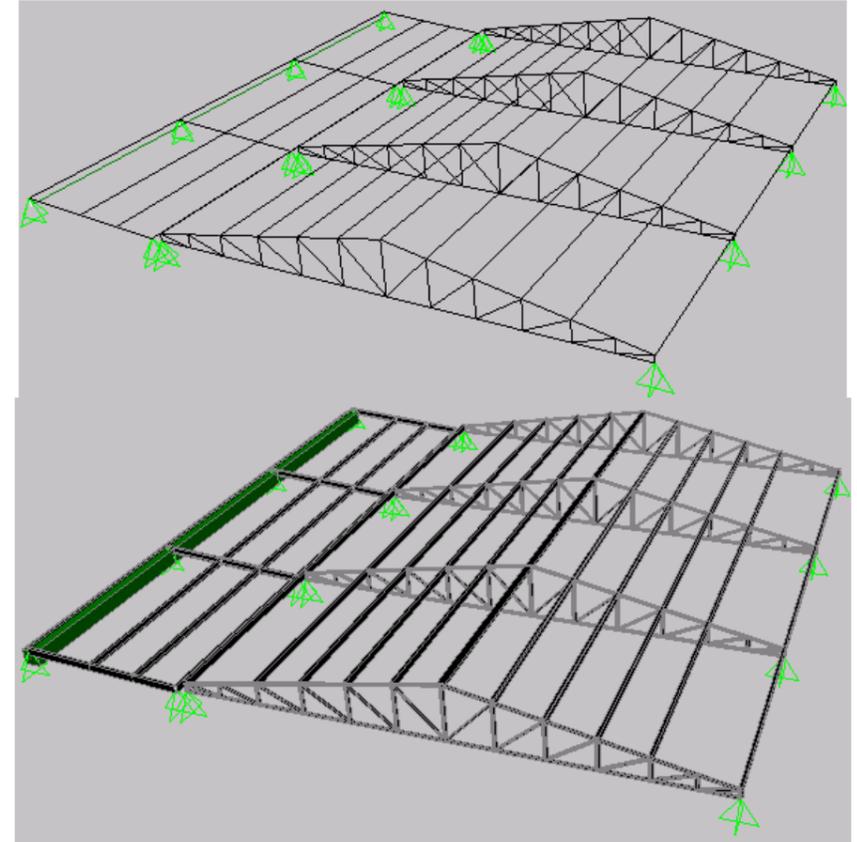


Figura 29. Vista general en planta de los ejes del bloque dos

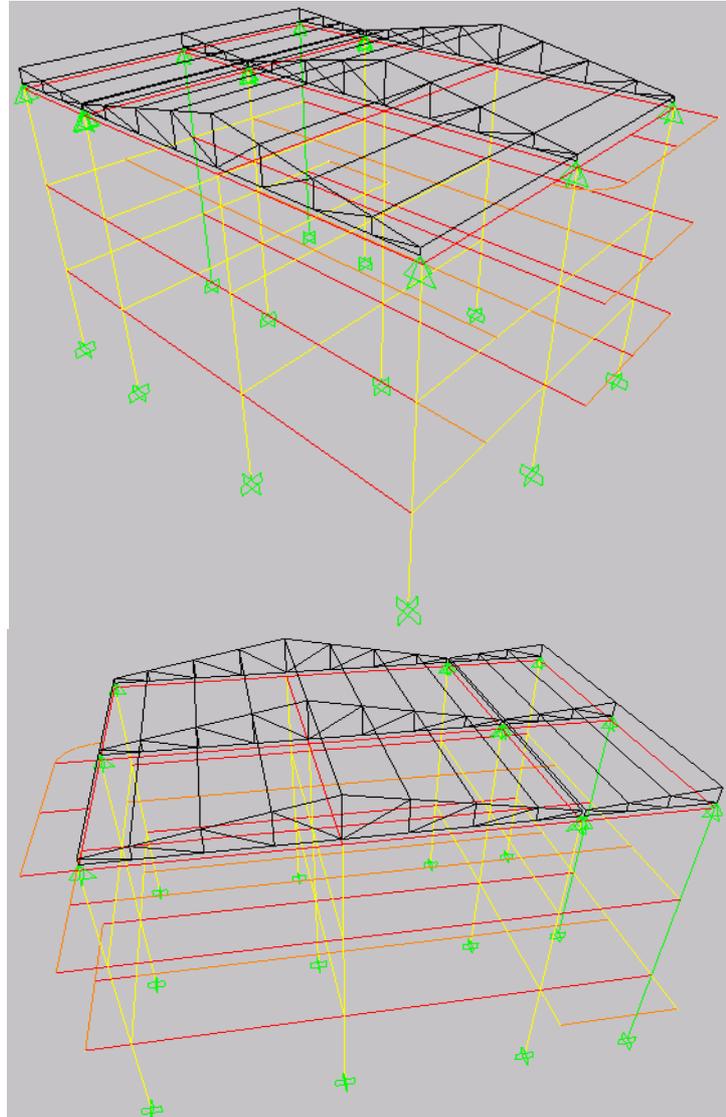


Figura 30. Vista general en planta e inferior del bloque dos modelado con secciones

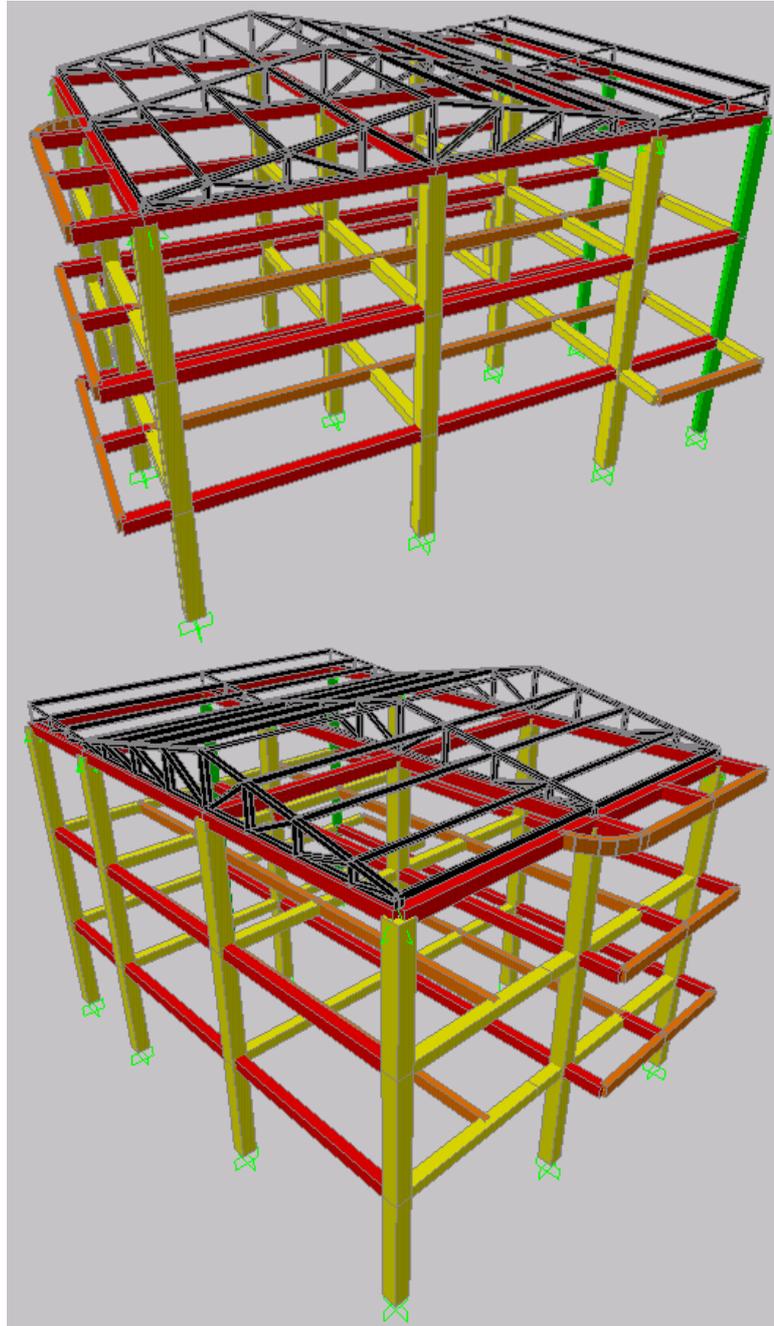


Figura 31. Detalle de modelación de cubierta bloque dos (ejes y secciones)

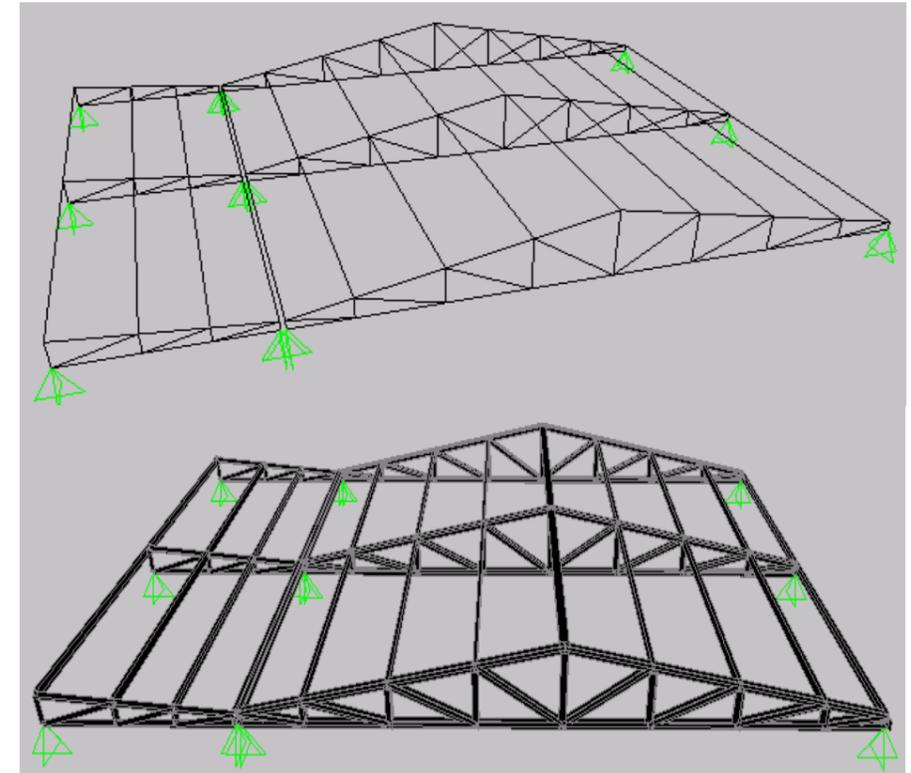


Figura 32. Vista general en planta e inferior de los ejes del bloque tres

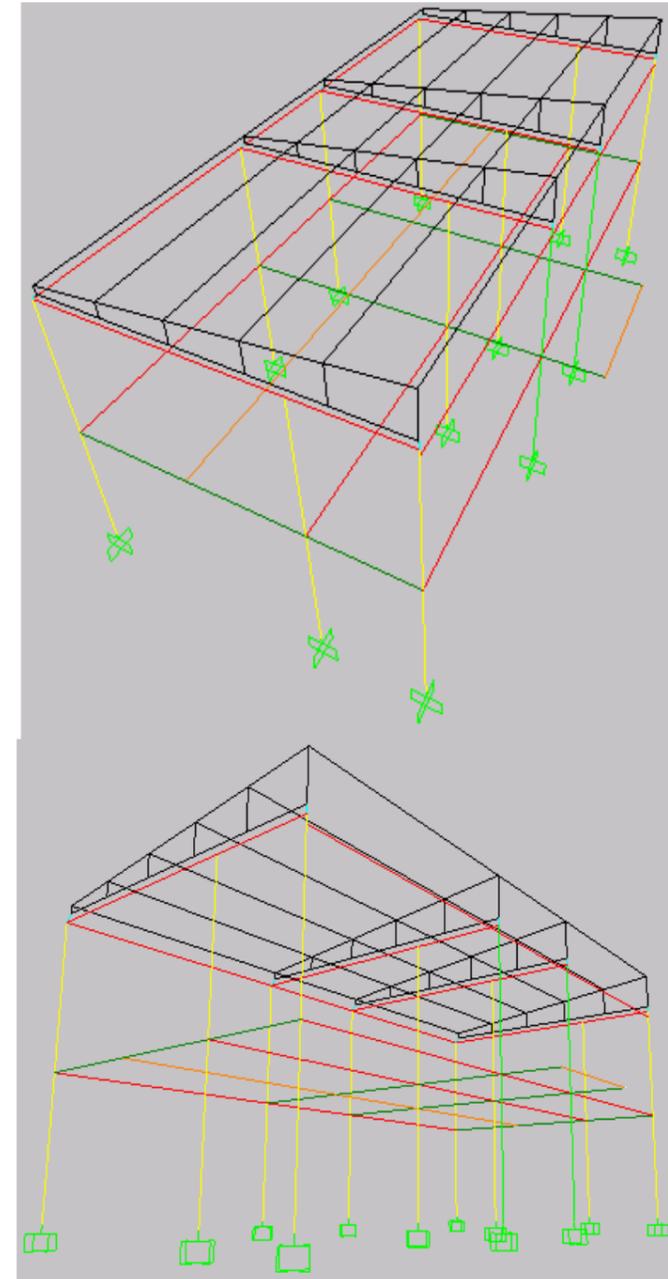


Figura 33. Vista general en planta e inferior del bloque tres modelado con secciones

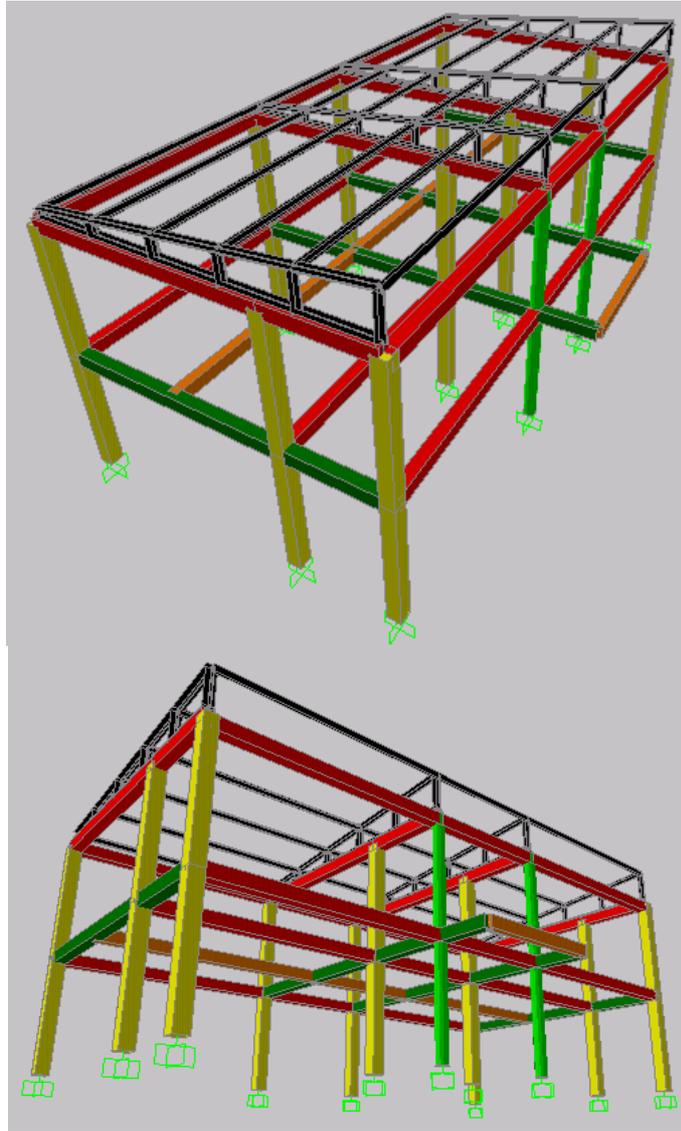


Figura 34. Detalle de modelación de cubierta bloque tres (ejes y secciones)

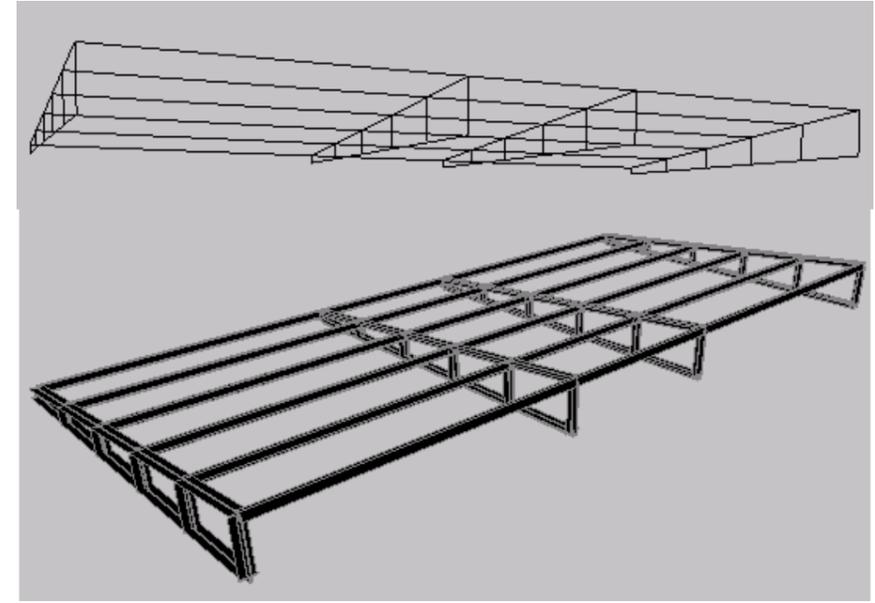
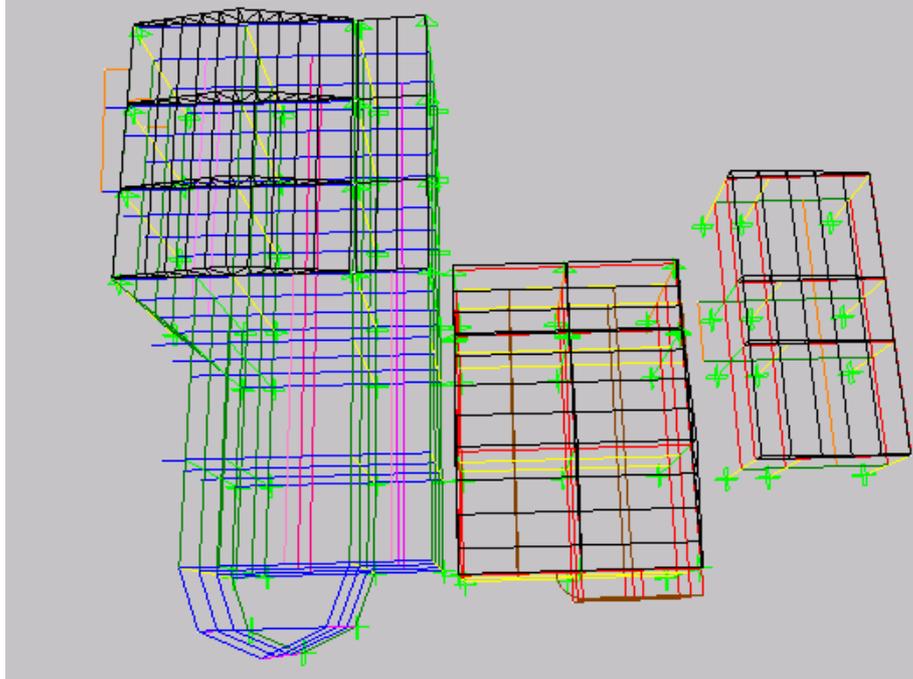
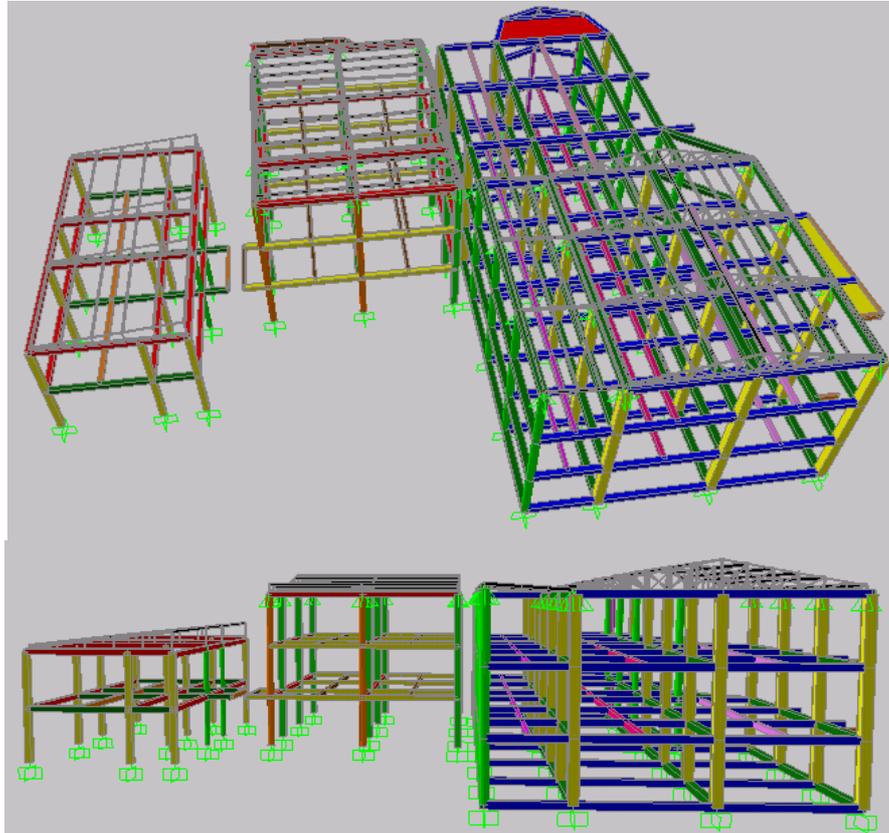


Figura 35. Modelación general en planta superior e inferior de bloques uno, dos y tres (ejes)



En esta figura se aprecia el resultado de la modelación final en tres dimensiones, la ubicación de los bloques entre sí, es una aproximación.

Figura 36. Modelación general de bloques uno, dos y tres (vista con secciones)



En la modelación tridimensional no se han incluido los accesos (las escaleras ni la rampa ya que se trabajó con las reacciones que estas producen sobre las estructuras).

2.7 ASIGNACIÓN DE CARGAS EN LOS DOS MODELOS

Para hacer este procedimiento se escogió trabajar con las reacciones resultantes de las losas de cada bloque y luego cargarlas en los respectivos pórticos, ya que en el programa MODULO4® se debe trabajar de esta manera para realizar la asignación de cargas. Aunque en el programa SAP2000® no es necesario realizar este proceso, se decidió trabajar de igual manera para observar los resultados obtenidos.

En el modelo bidimensional usando el programa MODULO4® se trabaja con tres estados de carga: carga vertical muerta, carga vertical viva, carga sísmica. En cuanto al tipo de carga se debe mencionar que solo se pueden ingresar cargas uniformemente distribuidas, cargas en los nudos y cargas puntuales (incluidos momentos), es decir que sean de tipo vertical u horizontal pero en un solo plano. Figura 37.

Por otra parte, con el modelo tridimensional a través del programa SAP2000®, se puede trabajar y se puede asignar casi cualquier tipo de estado de carga, pudiéndose con ello observar el comportamiento de una estructura bajo distintas cargas y con distintas combinaciones. Esto es muy importante cuando se desee analizar una manera específica de comportarse una estructura ante una sollicitación determinada. Figura 38.

Figura 37. Ejemplo de pórtico cargado según el programa MODULO4®

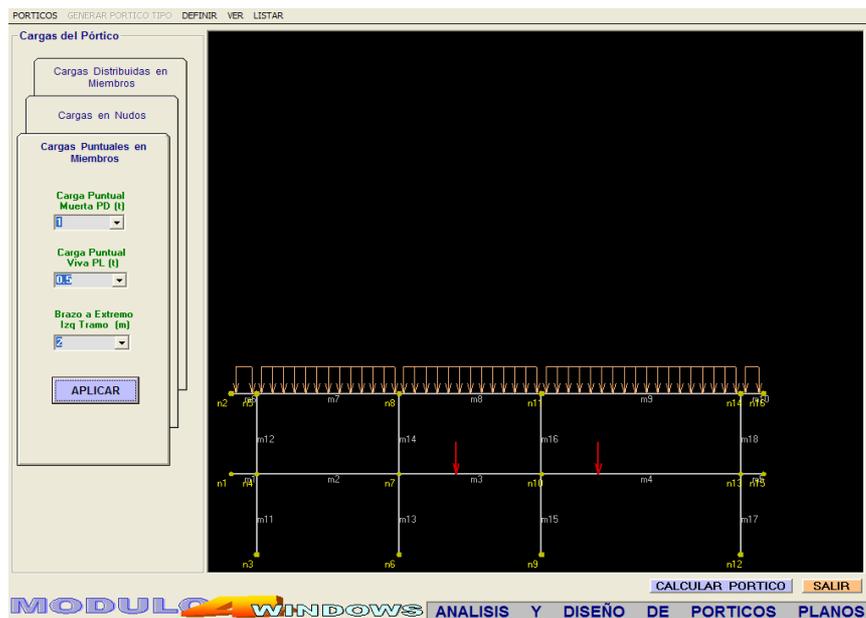
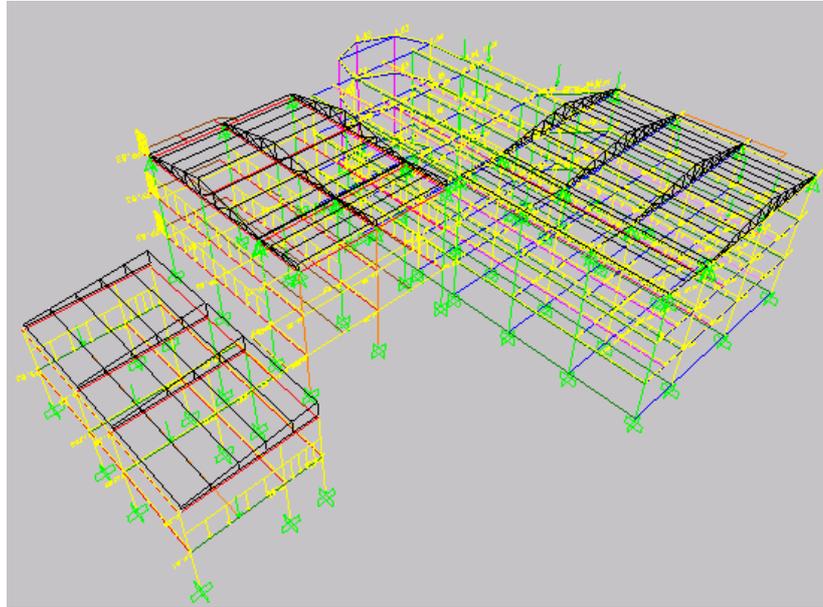


Figura 38. Vista general de bloques cargados según el programa SAP2000®



2.8 ANÁLISIS SÍSMICO

Se realizó usando el método de la fuerza horizontal equivalente aceptado por la norma sismo resistente colombiana:

En el programa módulo 4 se utiliza el método de la fuerza horizontal equivalente y en el programa SAP2000®, se puede escoger entre los siguientes métodos:

- Análisis estático y
- Análisis dinámico elástico donde los movimientos sísmicos son representados mediante procedimientos espectrales y procedimientos de análisis cronológico.

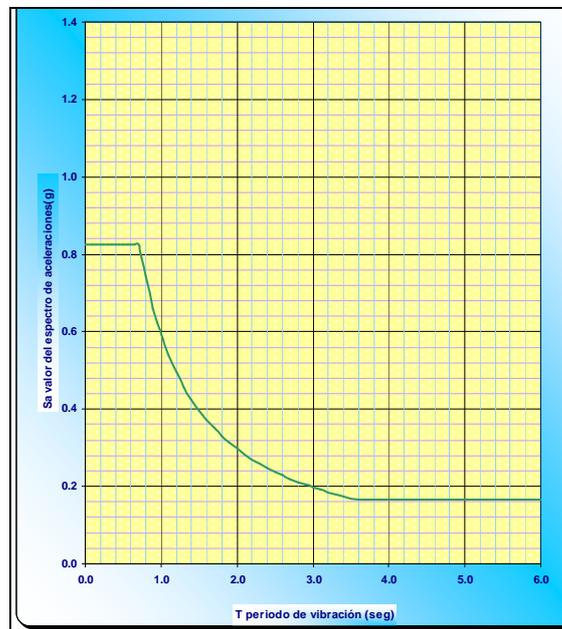
Para el presente estudio, el análisis sísmico en SAP2000® se realizó, usando también el método de la fuerza horizontal equivalente, solo con el ánimo de colocar los programas con los modelos en las mismas condiciones; los datos necesarios para calcular el espectro de diseño:

- Coeficiente de sitio (S): 1.5

- Coeficiente de importancia (I): 1.1
- Coeficiente para la ciudad de Mocoa Aceleración pico efectiva, (Aa): 0.30
- Periodo corto $T_c = 0.48 * S = 0.72$
- Periodo largo $T_L = 2.40 * S = 3.60$

Estos valores fueron introducidos en una hoja electrónica y el resultado se puede observar en la siguiente gráfica: Figura 39.

Figura 39. Espectro de diseño²⁴



2.9 COMBINACIONES DE CARGA

Con las fuerzas sísmicas obtenidas mediante los dos programas se procedió a analizar las estructuras con las siguientes combinaciones que describe la norma NSR-98:

$$1.4D^* + 1.7L^{**}$$

$$1.05D + 1.28L + 1.28W^{***}$$

²⁴ Anexo B. Calculo del espectro de diseño para el presente estudio

* D: Carga muerta

** L: Carga viva

0.9D+1.3W
 0.9D+1.0E_X ****
 0.9D-1.0E_X
 0.9D+1.0E_Y *****
 0.9D-1.0E_Y
 1.05D+1.28L+1.0 E_X
 1.05D+1.28L-1.0 E_X
 1.05D+1.28L+1.0 E_Y
 1.05D+1.28L-1.0 E_Y

El programa MODULO4® utiliza las siguientes combinaciones: 1.4D+1.7L, 1.05D+1.28L+/-1.0E, 0.9D+/-1.0E para realizar los cálculos de derivas y el diseño de los elementos. En SAP2000® se pueden ingresar cualquier tipo de combinaciones para ser calculadas, una vez se haya definido el tipo de carga.

Con las derivas calculadas se procede a calcular las fuerzas sísmicas reducidas mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{F_s}{R}^{25}$$

Donde R es el coeficiente de capacidad de disipación de energía calculado con anterioridad. Con las combinaciones críticas se procede al diseño de los elementos mediante los dos programas, tomando en cuenta las restricciones que los modelos dan.

Para este estudio, se usaron diafragmas rígidos para cada piso, y para el origen de las masas se considera solo las masas provenientes de los elementos, ya que cuando se hizo el análisis de los nervios se considera la masa de dichos elementos.

2.10. ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LOS CUALES SE HIZO EL ESTUDIO DE LA INCIDENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA

Para el desarrollo del presente trabajo se escogió ciertos elementos estructurales críticos, que corresponden a elementos previamente identificados en el bloque

*** W: Carga de viento

**** E_X: Fuerza sísmica reducida aplicada en el sentido X

***** E_Y: Fuerza sísmica reducida aplicada en el sentido Y

²⁵ Ibíd., p. B-6.

dos, por ser este el de forma más regular que los otros dos bloques y se pueden analizar y evaluar los resultados con mayor precisión, estos elementos, son:

- Bloque uno: pórtico G, se analizó vigas y columnas.
- Bloque dos Pórtico B; en este pórtico se hizo un análisis de sus elementos (vigas, columnas). Tabla 7 y 8, figura 40 y 41.
- Bloque uno: pórtico G: es el pórtico con mayor aferencia de carga y corresponde a un pórtico tipo.

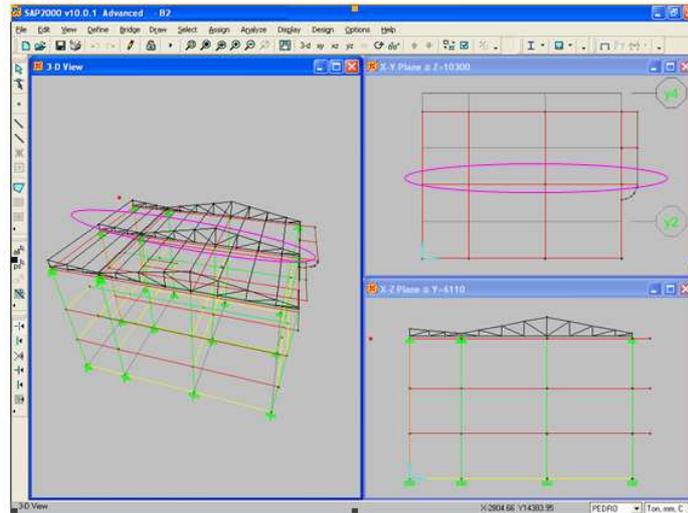
2.10.1 Características de los elementos analizados. A continuación se describen los elementos a analizar con sus respectivas geometrías, cargas, materiales usados y demás características necesarias para el análisis.

- Pórtico B: Aquí se observa que está la columna con mayor aferencia de carga.

Tabla 7. Características del pórtico B bloque dos

Tipo de pórtico	Carguero
Número de pisos	3
Sección de vigas	0.30 m * 0.52 m
Sección de columnas	0.45 m *0. 45 m
Material de construcción	Concreto reforzado

Figura 40. Ubicación del pórtico B en el bloque dos. Vista según el programa SAP2000®

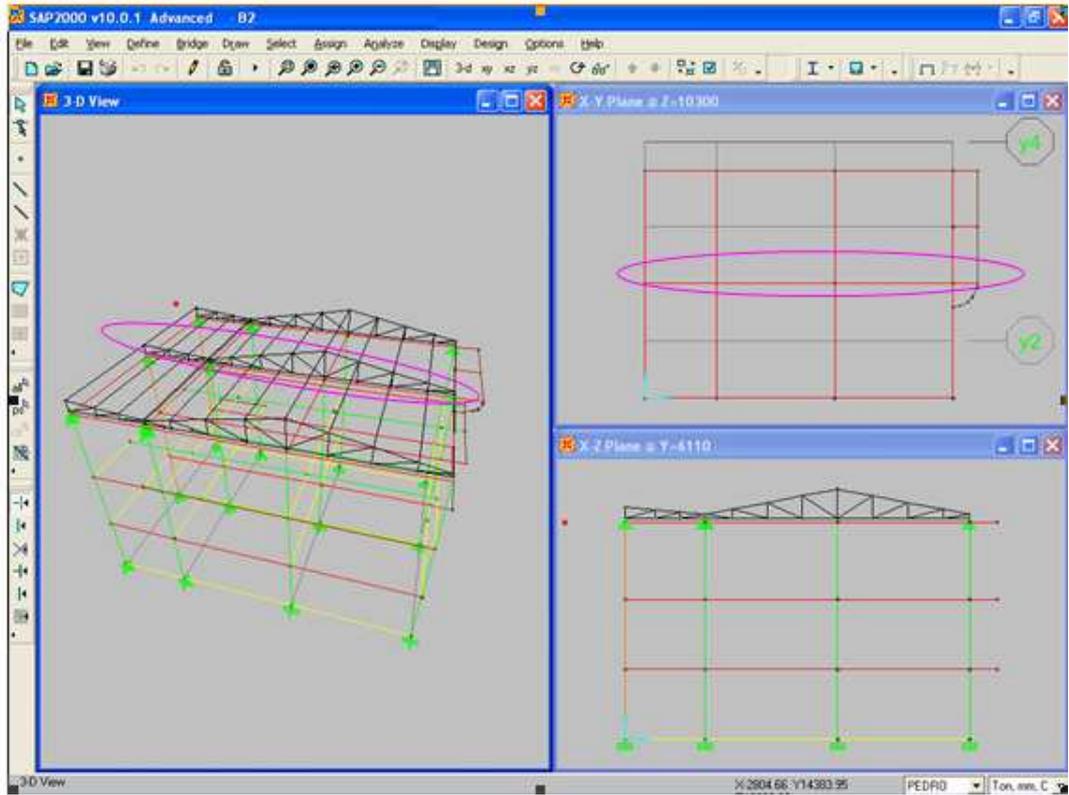


- Cercha ubicada en pórtico B: en esta se encuentra la mayor concentración de carga de acuerdo a la aferencia de los tramos adyacentes.

Tabla 8. Características de la cercha ubicada en el pórtico B

Tipo de cercha	Howe
Diseño	Con perfiles en doble ángulo
Tipo de carga sobre impuesta	Muerta, viva y viento

Figura 41. Ubicación de la cercha en el pórtico B del bloque dos. Vista según el programa SAP2000®



3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 LISTA DE PROCESOS REALIZADOS POR LOS PROGRAMAS

Dentro de los resultados obtenidos se hace a continuación una descripción confrontada de los distintos procesos que se realizan con cada programa para llevar a cabo el análisis estructural dependiendo que método usa, esto se considera importante ya que es así como se demostrará en parte la incidencia técnica que implica el uso de uno u otro modelo de análisis estructural. Tabla 9.

Tabla 9. Procesos realizados y resultados obtenidos mediante cada programa de acuerdo al método usado

Nº	Proceso realizado	Método usado con MODULO4®	Resultado según MODULO4®	Método usado con SAP2000®	Resultado según SAP2000®
1	Unidades de trabajo	<p>Para cargas: ton/m², kg/cm², kg/m² Momentos: ton·m Longitud: m Áreas: cm² Según el autor del programa: "...el autor considera que todavía siguen siendo mucho más fáciles de asimilar y comprender las unidades tradicionales y por ello y no por ninguna otra razón estas últimas han sido las empleadas a lo largo de todo el programa"²⁶</p>	Los resultados no están en el sistema internacional de medidas (SI)	Se puede trabajar con cualquier sistema de unidades con solo elegir en el menú	Para nuestro código de diseño los resultados están en el sistema internacional de medidas (SI) y en cualquiera que sea necesario
2	Evaluación de solicitaciones definitivas (efectos de masa y cargas)	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de carga independiente para el tipo de losa escogido y para otros elementos estructurales como por 	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtienen las reacciones de los elementos estructurales y 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelación de la estructura con casi cualquier condición que se tenga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de resultados para varios sistemas constructivos en una sola

²⁶ MEDINA, R. Fernando A. Sistema de información y ayuda del programa modulo vigas y arcos [CD_ ROM]. Bogotá, Colombia. 2004. 80.p
89

Continuación Tabla 9

	<p>ejemplo cubierta y escaleras mediante otros módulos de análisis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para los efectos de masas se deben definir el tipo de entrepiso usado y el uso que se le dará en el análisis 	<p>se cargan los pórticos respectivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtención de masa de cada entrepiso 	<ul style="list-style-type: none"> • Para los efectos gravitacionales se puede o no incluir el peso propio de los elementos y además el origen de la masa en la edificación dependiendo del tipo de análisis sísmico que se efectuará 	<p>modelación, en este trabajo se decidió trabajar con el mismo método del programa MODULO4® descrito en este punto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se puede obtener la masa por cada nudo y la participación de masa para cada modo de vibración de la estructura
3	<p>Modelación de la estructura</p> <p>Definición de pórticos planos y de pisos de igual altura, no se puede incluir miembros con alguna inclinación (usa el método del pórtico equivalente²⁷)</p>	<p>Estructuras con giros alrededor del eje z, desplazamiento s en x e y, como no se puede incluir miembros que tengan alguna inclinación se debe cargar las reacciones de éstos sobre los miembros</p>	<p>Definición de pórticos espaciales (se puede trabajar sin embargo con cualquier estructura, restringiendo cualquier grado de libertad que se desee)</p>	<p>Estructuras con seis grados de libertad (giro alrededor de ejes x, y, z; desplazamientos en x, y, z)</p>

			respectivos			
4	Asignación de secciones	Solo asignación de secciones rectangulares	de	Se limita aunque no totalmente al no poder incluir elementos de secciones no rectangulares (ya que para secciones no rectangulares, se puede trabajar con una sección rectangular equivalente en inercia)	Ingreso de cualquier tipo de sección mediante un menú de asignación y creación de secciones	Gracias al módulo de definición y creación de secciones se puede trabajar con cualquier tipo de sección que se desee
Continuación Tabla 9						
5	Análisis sísmico	Análisis (fuerza equivalente)	estático horizontal	hay que distribuir la fuerza sísmica obtenida manualmente a cada pórtico, es un método aproximado y por tanto los resultados son un poco generosos	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis estático • Análisis dinámico: espectral y cronológico Para este caso se usó el análisis estático (fuerza horizontal equivalente)	Se obtiene Cortante por piso, distribución de masas, si los resultados obtenidos mediante el análisis dinámico espectral son menores que los obtenidos en A.5.4.5 esos resultados se deben ser ajustados como se indican allí.

6	Análisis de derivas	Análisis plano de desplazamientos cada pórtico	de por	<p>Se obtienen derivas planas para carga sísmica y hay que combinarlas con las respectivas derivas de los pórticos en el otro sentido, para obtener la deriva tridimensional que exige la norma, se obtienen igualmente giros para cada nudo</p> <p>Debido al número de combinaciones que se trabaja se halla igual número de resultados para éstas; se puede obtener resultados para observar analíticamente</p>	Análisis plano de desplazamientos para cada nudo del modelo estudiado	<p>Se obtienen desplazamientos de cada nudo para cualquier carga y combinación, hay que combinarlos con las respectivas derivas de los pórticos en el otro sentido, para obtener la deriva tridimensional que exige la norma</p>
7	Combinaciones de carga	Aplicación de tres combinaciones de carga y una envolvente:	tres de una	<p>“El programa toma en cuenta tres condiciones o hipótesis de carga en base de las cuales se hallan las envolventes máximas</p>	Aplicación de cualquier combinación de carga que se desee analizar	<p>Se puede observar gráfica y a la vez analíticamente los resultados de las combinaciones de carga.</p> <p>En el caso de carga sísmica, se debe hacer la reducción de norma en los</p>

Continuación Tabla 9

	definitivas... ²⁹	pero no de manera gráfica el comportamiento de la estructura ante una carga en particular, para las envolventes no se pueden observar las reacciones que estas producen.	parámetros de definición de carga.
	<ul style="list-style-type: none"> • Cu: 1.4D+1.7L • 0.75*Cu +/-E • 0.9D+/-1.0E 		

Continuación Tabla 9

		Para la carga sísmica se debe cargarla en cada pórtico, pero el programa la muestra ya reducida con el coeficiente que la norma establece	
8	Diseño de elementos estructurales para elementos	Según los requisitos de resistencia sísmica propia del proyecto y de acuerdo a la NSR-	Para cada elemento estructural se obtiene el área
			De acuerdo a los parámetros sísmicos definidos y dependiendo del
			El programa trabaja con varios códigos de diseño internacionales y

de concreto 98
reforzado

de acero código de diseño
requerido por seleccionado
tramos
previamente
definidos y
además una
armadura
sugerida que
cubre dichos
requerimientos

para que el diseño
sea válido en
nuestro país hay que
seleccionar el código
ACI (American
Concrete Institute)
como código de
diseño de miembros
de concreto, ya que
sobre éste el código
Colombiano se basa
en su gran mayoría

3.2 ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ESTRUCTURAS SELECCIONADAS PARA MEDIR LA INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA

Los resultados obtenidos se pueden ver, relacionar y comparar en la tabla 10.

Tabla 10 Resultados obtenidos

Resultado	Pórtico analizado	Valor en el modelo bidimensional usando el programa MODULO4®		Valor en el modelo tridimensional usando el programa SAP2000®		Diferencia	
		PISO	FUERZA	PISO	FUERZA		
Fuerza sísmica obtenida con el método de la fuerza horizontal equivalente	B1	10.5	445.42	10.5	264,2918	181,12820	
		7	361.08	7	225,903	135,17700	
		3.5	180.2	3.5	110,1654	70,03460	
	B2	10.5	154,192	10,5	83,6864	70,50610	
		7	102,795	7	91,7968	10,99820	
		3.5	51,3975	3,5	45,0677	6,32980	
	B1 PG	10.5	0.393	10.5	1,9	-1,507	
		7	2.069	7	1,44	0,629	
		3.5	1.81	3.5	0.609	1,201	
	Desplazamientos de la estructura	B2 PB	10.5	2,648	10.5	0,6637	1,984
			7	3,24	7	0,9642	2,276
			3.5	2,176	3.5	0,5409	1,635
Acero para refuerzo en elementos de la estructura	B1 PG	≈3,5 Ton		≈3,1 Ton		≈0,4 Ton	
	B2 PB	≈1,25 Ton		≈1,88 Ton		≈0,63 Ton	
Secciones de concreto	B1 PG	Col 0,5x0,5 Vigas 0,4x0,4		Col 0,5x0,5 Vigas 0,4x0,45		0,0 cm ² 0,02 cm ²	
	B2 PB	Col 0,45x0,45 Vigas 0,3x0,35		Col 0,45x0,45 Vigas 0,5x0,5		00 cm ² 0,145 cm ²	

3.3 INCIDENCIA TECNICA EN EL USO DE CADA UNO DE LOS MODELOS DE ANALISIS ESTRUCTURAL

3.3.1 Incidencias técnicas en el uso del modelo de análisis estructural plano. Para cuantificar y cualificar esta incidencia a través del uso del programa de análisis estructural MODULO4®, hay que recordar que el modelo bidimensional para el análisis toma en cuenta fuerzas de análisis como los desplazamientos sobre los ejes (X, Y), tipo de secciones, (importante si la estructura a analizar posee distintos tipos de secciones).

En la parte de análisis de fuerza sísmica se puede observar que éstas se aumentan considerablemente del uso del programa de análisis bidimensional al tridimensional, debido a que el método usado (fuerza horizontal equivalente) es un método generoso en cuanto a resultados.

Lo anterior, afecta tanto para el cálculo de derivas y para el acero de refuerzo necesario en la estructura.

Además de las incidencias técnicas se debe mencionar las siguientes ventajas, no en el modelo bidimensional, pero si en el programa como tal, que trabaja en dos dimensiones, entre estas están:

- La entrada de datos es bastante fácil, el usuario debe tener los conocimientos básicos de análisis estructural y un criterio adecuado para la interpretación de resultados.
- Con éste programa se puede analizar un tipo específico de estructura en concreto reforzado y se puede analizar una estructura de cercha sin ningún inconveniente, pero si se desea analizar una estructura de acero combinada con una estructura de concreto reforzado o viceversa, habría que hacer ese análisis independientemente para cada una de las estructuras y cargar las respuestas que resulten del análisis respectivo.
- Durante el transcurso de este trabajo se observó que el programa usa el concepto de la unicidad de la respuesta, es decir que se llega a una sola respuesta independientemente del método usado para su fin, en casos específicos como los de análisis de vigas.
- El programa entrega áreas de acero y una sugerencia de armadura para colocar, es decir se ahorra bastante tiempo en el diseño de la armadura como tal.

- Para elementos horizontales de concreto reforzado el programa calcula y muestra los diagramas de cortantes y momentos.
- Al analizar una estructura aporticada de elementos en concreto reforzado, los resultados obtenidos son de fácil interpretación y el programa automáticamente analiza si están o no dentro de los requerimientos de la norma de diseño y construcción sismo resistente Colombiana, generando error en el caso contrario.
- El programa posee una ventaja respecto al análisis de columnas, ya que incluye un subprograma de análisis biaxial pero solo para elementos a los cuales ya se les ha calculado los momentos en los sentidos X e Y

Como incidencias negativas en el uso del programa de análisis estructural plano se puede anotar las siguientes:

- Los resultados obtenidos no están en el sistema internacional, aunque no es un gran impedimento.
- Hay que analizar una estructura por partes para obtener una respuesta total de la edificación; por ejemplo una estructura aporticada en concreto reforzado con un sistema de losas aligeradas y con un acceso entre niveles de escalera en caracol como el analizado, y con elementos estructurales de cubierta en acero, se debe analizar así: desarrollar las fuerzas actuantes en la losa, configurar los pórticos del sistema; cargar las respuestas obtenidas del análisis de losa; del diseño obtenido de la escalera y las reacciones de la estructura de cubierta(hecho con el módulo cerchas), hacer el análisis sísmico de la estructura, hallar derivas y corregir secciones en caso de fallar, finalmente analizar la estructura para hallar las secciones de acero, interpretar correctamente los resultados.
- No se puede analizar otros estados de carga a los que ya vienen predeterminados con el programa, lo que impide ver cómo se comporta la estructura bajo una condición específica.
- Para que el programa arroje resultados correctos se debe tener altura entre niveles iguales, lo que impide trabajar con desniveles en una estructura.
- A pesar de no poder trabajar con secciones diferentes a la rectangular, no significa gran obstáculo, porque se puede trabajar con un elemento equivalente en inercia.
- El programa no permite la inclusión de elementos con algún tipo de inclinación.
- Por ser un programa que usa el método de la fuerza horizontal equivalente en el análisis sísmico y análisis uniaxial de columnas, tanto las secciones como las cantidades de acero son un poco aumentadas a los requerimientos reales de la estructura.

3.3.2 Incidencias técnicas en el uso del modelo de análisis estructural tridimensional. Antes de mencionar las incidencias técnicas observadas durante la realización de este trabajo se debe hacer mención y recordar que el programa tridimensional usado sirve para analizar casi cualquier tipo de estructura modelada y de casi cualquier material definido; como incidencias técnicas significativamente positivas que se observaron a lo largo de este trabajo se mencionarán las que tienen que ver exclusivamente con los tipos de materiales usados en este trabajo los cuales son: concreto reforzado y acero para los elementos estructurales de cubierta, luego se mencionarán incidencias que tienen que ver con el uso en general del programa:

- Existe una gran ventaja en cuanto a que se puede trabajar con distintos tipos de materiales en un mismo modelo.
- No existe la necesidad de trabajar independientemente partes de un edificio para luego cargar las respuestas en otro modelo, se puede hacer pero el programa calcula las respuestas de varios elementos en un mismo modelo.
- No existen inconvenientes en cuanto al tipo de sección de elementos usados, ni a su grado de inclinación, el programa posee un menú donde se puede incluir cualquier tipo de secciones.
- Como ventaja fundamental se anota que el programa puede trabajar con cualquier tipo de unidades solamente seleccionando del menú respectivo.
- El programa trabaja con varios códigos de diseño para acero, concreto, aluminio y acero formado en frío de diferentes partes del mundo. Si bien el programa dentro de los códigos de diseños no menciona la norma de diseño y construcción sismo resistente Colombiana, posee el código ACI-318, que es el código del Instituto Americano del Concreto sobre el cual está basado el código Colombiano, existen diferencias muy sutiles, pero dentro de las preferencias de uso se las puede igualar a las condiciones de la norma Colombiana.
- El programa después de hacer el análisis entrega una serie de resultados que se deben interpretar correctamente por lo expuesto en el punto anterior.
- Dentro del análisis de derivas, se debe hacer lo mismo que en el modelo de análisis bidimensional, solo que en este programa, se pueden observar los resultados obtenidos de distintos pórticos en una misma pantalla.
- Para el análisis de fuerzas gravitacionales la ventaja que ofrece este modelo es que se puede escoger el origen de la masa de la edificación y si en ella intervienen o no el peso propio de los elementos.
- Como resultados claros el programa arroja el área de acero requerida por cada sección de área del elemento, generando error cuando la sección es insuficiente o la cantidad de acero supera el adecuado.

- Para cada elemento analizado se obtienen diagramas de cortante y momento y distribución de fuerzas internas, ayuda importante en el instante de analizar las fuerzas actuantes que se presentan en un elemento en particular.
- Respecto a los elementos estructurales de acero, el programa ofrece una ventaja incomparable ya que un elemento de acero se puede auto diseñar luego de activar una opción en la cual el programa escoge automáticamente la sección más adecuada técnicamente entre varias que el usuario seleccionó.
- Es un programa desarrollado en Estados Unidos de América, por tanto viene completamente en el idioma inglés, sin embargo posee distintos menús que permiten un fácil y rápido aprendizaje.
- Es un programa de un gran espectro por lo que hace fácil la resolución de cualquier problema estructural.
- Al analizar los resultados, se puede observar que se debe ser muy cuidadosos porque estos no se entregan bajo los requerimientos de la norma Colombiana de diseño.
- Se puede trabajar con otros programas, por ejemplo, se puede importar y exportar datos de hojas electrónicas (Excel, Access), importar y exportar datos en formato de dibujo (Autocad).
- La ventaja más importante de este modelo es que permite tener una visión más real del modelo que se está trabajando y a la vez hacer cambios en él sin alterar para nada las preferencias que se hallan seleccionado como tipo de material a usar, secciones definidas, preferencias en el código de diseño, etc.; en general el uso de este programa ofrece mayor alcance al solucionar problemas de diverso origen y establecer variables que se ajustan más al modelo real original.
- Al presentarse un análisis detallado del acero de refuerzo, se puede observar su comportamiento ante cualquier sollicitación, y de ahí se puede especificar el grado de confiabilidad de la estructura.
- A pesar que en este trabajo no se realizó, cabe anotar que se puede hacer un estudio en un periodo de tiempo prolongado para observar cómo se puede comportar la estructura ante sismos periódicos.

Como una incidencia en el uso del modelo de análisis estructural tridimensional se puede mencionar que al momento de obtener las fuerzas sísmicas en comparación con el modelo plano se obtiene un incremento del 50%, afectando los resultados siguientes notablemente

3.4 INCIDENCIA ECONOMICA EN EL USO DE CADA UNO DE LOS MODELOS DE ANALISIS ESTRUCTURAL

3.4.1 Incidencias económicas en el uso del modelo de análisis estructural plano. Realmente al analizar la información obtenida luego de aplicar el modelo plano (Programa MODULO4®) se puede afirmar que debido a que el programa usa un método de análisis de fuerza sísmica aproximado (entiéndase método de la fuerza horizontal equivalente) los resultados obviamente son un poco mayores a los necesarios, por tanto la incidencia principal que se obtiene para este modelo de análisis deriva en una cantidad de acero mayor a la obtenida usando el otro modelo ya que a mayor fuerza sísmica, mas acero se requerirá para absorber esta fuerza, al obtenerse mayores secciones en algunos casos, esto deriva en un aumento de los siguientes costos: mayor mano de obra necesaria para cubrir la magnitud de la obra, mayores costos derivados de material para el encofrado, concreto.

3.4.2 Incidencias económicas en el uso del modelo de análisis estructural tridimensional. Los resultados obtenidos en el uso de este modelo mediante el uso del programa, se hizo con el método aproximado de la fuerza horizontal equivalente.

En este punto se puede afirmar que el diseñador tiene la última palabra ya que si los resultados obtenidos están por encima de los que exige la norma el decidirá con el buen criterio si hace un diseño de elementos económicos por debajo de los requerimientos de la ley y ajustados a su realidad o se ajusta a la norma. Tabla 11.

TABLA 11. Tabla de costos comparativos en cantidad de acero requerido para cada pórtico

DESCRIPCION	PORTICO	VALOR CON MODULO4®	VALOR CON SAP2000®	DIFERENCIA
Acero para refuerzo en elementos de la estructura	B1 PG	≈3,5 Ton	≈3,1 Ton	≈0,4 Ton
	B2 PB	≈1,25 Ton	≈1,88 Ton	≈0,63 Ton
Precio figurado del de	B1 PG	\$16.849.000.0	\$14.923.400.0	\$1.925.600

acero(incluye mano de obra) \$ 4814.00 Kg	B2 PB	\$6.017.500.0	\$9.050.320.0	\$3.032.820.0
-------------------------------------------------	-------	---------------	---------------	---------------

CONCLUSIONES

La precisión en los modelos bidimensionales y tridimensionales depende de la habilidad del usuario para evaluar los resultados y obtener una solución numérica y convergente que se debe lograr revisando los resultados de los modelos y refinándolos de acuerdo a las necesidades en particular.

Al observar y comparar las incidencias técnicas y económicas, se puede notar que esta última se impone, sino la mayoría de veces, por sobre la primera, como se observó en las secciones 3.3 y 3.4, donde se analizan más a fondo estas incidencias.

Ya se observó en el análisis realizado que el resultado económico depende son solo del modelo a usar sino de los métodos sados durante su ejecución, es decir a mayor métodos exactos mejores serán los resultados desde el punto de vista económico principalmente.

Al comienzo de este trabajo se explicó que no se pretendía tomar parte por algún modelo de análisis estructural y en este momento, definitivamente vale la pena nuevamente aclararlo, el modelo de análisis tridimensional provee muchas más ventajas y facilidades técnicas en comparación del modelo bidimensional, algo como se mencionó en un principio visible sin necesidad de analizarlo a fondo, pero en este instante ya se tienen bases para justificar esa razón, entre las que se puede mencionar que en análisis tridimensional se involucran muchos más elementos y nodos que en los modelos bidimensionales; por lo anterior se puede decir que hay mas fuentes de posibles errores de ejecución y precisión numérica, los primeros se pueden producir por un modelo sin suficientes restricciones, definiciones inadecuadas de elementos, constates, materiales; los segundos podrían presentarse debido a incompatibilidad de elementos, distorsión de elementos, se pueden apreciar los cuadros resumen en la sección 3.1 y tabla 9 respectivamente.

La optimización del resultado final del diseño depende en gran medida del acierto que se haya obtenido en adoptar la estructura esquelética mas adecuada para una edificación específica, ya que es importante considerar ciertas restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto global; las limitaciones globales en cuanto al costo y tiempo de ejecución así como la de satisfacer

determinadas exigencias estéticas. Entonces, la solución al problema de diseño no puede obtenerse mediante un proceso matemático rígido, donde se aplique rutinariamente un determinado conjunto de reglas y formulas.

A pesar que ambos modelos ofrecen resultados que se ajustan a las NSR 98, para hallar valores más precisos de las cargas horizontales a las que estaría sometida la estructura, se debe usar el método del análisis dinámico de la estructura ya que mediante el uso del método simplificado se notó que los valores obtenidos son altos, a pesar que en este estudio, se optó por usar el método simplificado, es por eso que el diseñar una estructura con un periodo bajo significa diseñarla con un valor de aceleración espectral mayor, y por ende, se obtienen cargas sísmicas altas, que en realidad no tomaría la estructura al estar sometida al espectro de diseño del código.

Hay que recordar que el uso de modelos planos y tridimensionales mediante cualquier de programa implica que cada método usa un determinado número de operaciones para el análisis respectivo y esto puede acarrear el uso excesivo de esfuerzos que pueden derivan en un aumento de secciones y cantidad de refuerzo innecesario, volviendo antieconómica la estructura.

RECOMENDACIONES

Usar el modelo tridimensional ya que ofrece más condiciones realistas tanto a los análisis sencillos como a los más complejos, mientras que el modelo de análisis bidimensional, entre más sencillo lo que se desea analizar, no necesitará gran precisión y los errores se podrían obviar.

Escoger uno u otro tipo de modelo aquí superficialmente estudiado para el análisis de estructuras, sin intenciones de profundizar en el campo del análisis estructural, debe ser el producto de un estudio concienzudo como se indicó anteriormente en las conclusiones, deben imperar: el buen criterio, el tipo de necesidades a satisfacer subrayando que cada proyecto posee diferencias sino mínimas, características únicas y obviamente que todo lo anterior este enmarcado dentro de la normatividad vigente.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 1: título A. Bogotá: AIS, 1998. p. A-96

_____. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 1. Título B. Bogotá: 1998. p. B-10.

_____. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 2: título C. Bogotá: AIS, 1998. p. C-7.

CASTILLO, Heberto. Diseño estructural. México: ED. MC GRAW HILL. Bogotá - COLOMBIA 1980.

ISNARD, Vadim. Formulario del Ingeniero. En: Métodos Prácticos de Cálculo de Obras de Ingeniería. ED. Urmo S.A. España. 1982. 85. p.

CORTEZ, O. Walter. Estudios de suelo ITP. 2003, 3. p

LIMA, MESÍAS. Claudia. Estudio de suelos, diseño estructural y diseño de instalaciones hidrosanitarias del edificio para las aulas, biblioteca y observatorio astronómico (sic) universidad de Nariño-postgrado. Pasto, 2000. Trabajo de Grado. (Ingeniera Civil) Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería civil. Área de Estructuras. p 120.

MEDINA, R. Fernando A. Sistema de información y ayuda del programa modulo vigas y arcos [CD_ ROM]. Bogotá, Colombia. 2004. 80. p

MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA. República de Colombia. Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998; Santa Fe de Bogotá, 1998.

MINISTERIO DE VIVIENDA. Código técnico de la construcción, CTE. Partes I y II. Madrid. España. Ed. Acribia. Segunda edición, 2006. 70. p.

NORRIS, Charles. Análisis elemental de estructuras. Ed. MC GRAW HILL. Bogotá - Colombia .1982. 582 p.

PANTIGOSO, L. Henry. Modelamiento de estructuras con SAP2000 v. 10.0. Editorial Megabyte. Lima Perú. 2006, p. 18. ISBN.84-483-3145-6. 487. p.

SALINAS, B. Rafael. Fundamentos del análisis dinámico de estructuras. Universidad Nacional de Ingeniería. Bogotá 1998. 240 p.

RIASCOS, CALDERÓN. Franco Emiro. Diseño estructural hidráulico y sanitario del bloque de laboratorio del liceo de bachillerato de la Universidad De Nariño. Pasto, 2001. Trabajo de Grado. (Ingeniero Civil) Universidad De Nariño. Facultad de Ingeniería civil. Área de Estructuras. 185 p

RIVEROS, Mabel y GOMEZ, Alfonso. Ejercicios prácticos de ingeniería estructural. Grama editores. Bogotá, 2002. 84 p.

YEPES, CALDERÓN. Alejandro. Oficina de Planeación ITP. En informe "Proyecto Diseños De Arquitectura Para La Construcción Del Bloque De Laboratorios Del Instituto Tecnológico Del Putumayo" Mocoa –Putumayo. 2003.35. p

ANEXOS

Anexo A: Estudios de suelos ITP
Mocoa, Febrero 26 de 2003

Señor:

ALEJANDRO YEPES.
ARQUITECTO CONSULTOR
Proyecto construcción bloques de laboratorio y futuras ampliaciones ITP

REF: Estudio de suelos ITP.

Cordial saludo, arquitecto Alejandro:

Con el presente me permito hacerle entrega del Estudio de suelos, el cual consta de: Cuadro de datos, perfil estratigráfico por apiques, y registro fotográfico. A continuación se describe los datos más importantes del estudio en mención.

- Clasificación del suelo en sus diferentes capas así:

RELLENO (LIMO ARCILLOSO - MH)

CAPA VEGETAL

MH LIMO DE ALTA PLASTICIDAD O LIMO ARCILLOSO

MH LIMO DE ALTA PLASTICIDAD O LIMO ARCILLOSO

CL ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

- Capacidad portante(kg/cm²) del terreno en sus diferentes capas así:

CAPA	PROFUNDIDAD	qu	COHESIÓN	APIQUE
No	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	No
3	2,60	0,88	0.44	1
3	2,00	0,84	0.42	2
4	4,00	0,82	0.41	2
1	1,00	0,95	0.48	3
2	4,00	0,86	0.43	3

Cordialmente.

WALTER HERNANDO CORTÉS ORTIZ
Geotecnólogo

ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados de campo y de los análisis de laboratorio realizados a las muestras de suelo tomadas en la zona, se determino que es un terreno de características homogéneas, así: Relleno de características LIMO ARCILLOSO O MATERIAL DE AFIRMADO con una capa entre 0.30 a 1.30 ms de profundidad, CAPA VEGETAL de 0.10 ms de profundidad, LIMO ARCILLOSO café claro con una entre 0.30 a 0.50 ms de profundidad, LIMO ARCILLOSO rojizo con una capa de 1.80 ms de profundidad y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD amarilla rojiza con una capa mayor de 3,0 ms de profundidad.

Para edificaciones menores a 3 pisos, se recomienda cimentar a una profundidad de 1,50 ms y tomar como capacidad portante 8,2 ton/m².

Continuación anexo A

RESUMEN RESULTADOS ESTUDIO DE SUELOS

PROYECTO
CONSTRUCCIÓN BLOQUES DE LABORATORIO Y FUTURAS
AMPLIACIONES ITP

ENTIDAD INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
BARRIO LUIS CARLOS
UBICACIÓN GALAN

MUNICIPIO MOCOCHA

APIQUES	PROF	ESTRATO Ó	CAPACIDAD PORTANTE		LÍMITES DE CONSISTENCIA			GRANULOMETRIA				CLASIF	NIVEL	HÚMEDAD
	EN	CAPA No	Qu	COHESIÓN	LÍMITE	LÍMITE	NDICE	PORCENTAJE PASA				AST	FREÁTICO	PORCENTAJE
	Ms.		Kg/cm ²	Kg/cm ²	LÍQUIDO	PLÁSTICO	DE PLASTICIDAD	No 4	No 10	No 40	No 200	U.S.C.	Ms.	(%)
1	0,00 - 1,30	CAPA No 1			82.7	53.71	28.99	100	99	94	87	MH		47.7
	1,30 - 1,40	CAPA VEGETAL												
	1,40 - 1,90	CAPA No 2			73.3	53.40	19.90	100	99	95	85	MH		29.7
	1,90 - 3,00	CAPA No 3	0.88	0.44	84.9	51.55	33.35	100	99	95	88	MH		49.8
2	0,00 - 0,30	CAPA No 1												
	0,30 - 0,40	CAPA VEGETAL												
	0,40 - 0,70	CAPA No 2			74.11	54.86	19.25	100	98	93	86	MH		61.5
	0,70 - 2,50	CAPA No 3	0.84	0.42	86.7	53.75	32.95	100	99	95	87	MH		46.4
	2,50 - 5,00	CAPA No 4	0.82	0.41	46.2	17.30	28.90	98	94	82	70	CL		28.2

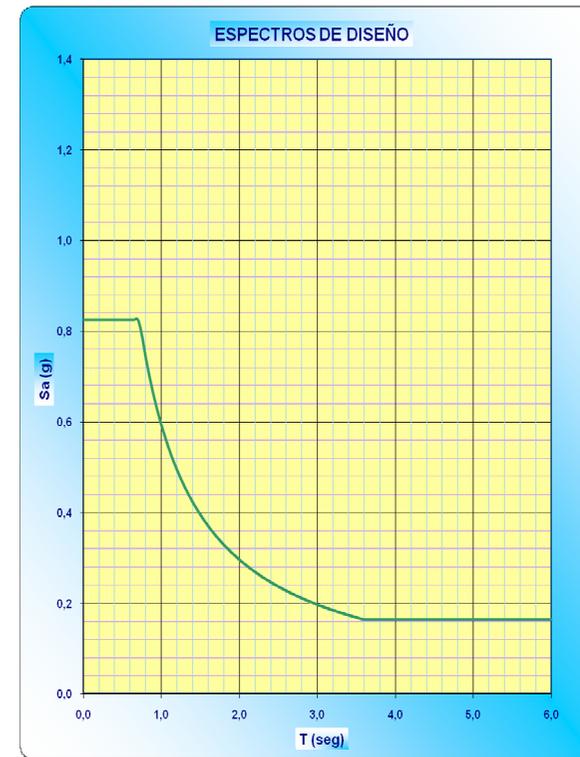
Continuación anexo A

3	0,00 - 0,20	CAPA VEGETAL												
	0,20 - 2,00	CAPA No 1	0.95	0.48	87.5	51.21	36.29	100	99	94	87	MH		46.8
	2,00 - 5,00	CAPA No 2	0.86	0.43	46.2	19.53	26.67	97	93	83	71	CL		34.2

 = NO SE REALIZO ENSAYO

Anexo B Espectro de diseño para el presente estudio

S = 1,50 I = 1,10 Aa = 0,30	
Tc = 0.48 S = 0,720 TL = 2.40 S = 3,600	
T (seg)	Sa (g)
0,00	0,825
0,10	0,825
0,15	0,825
0,20	0,825
0,25	0,825
0,30	0,825
0,35	0,825
0,40	0,825
0,45	0,825
0,50	0,825
0,55	0,825
0,60	0,825
0,65	0,825
0,70	0,825
0,75	0,792
0,80	0,743
0,85	0,699
0,90	0,660
0,95	0,625
1,00	0,594



Continuación anexo B

1,10	0,540
1,20	0,495
1,30	0,457
1,40	0,424
1,50	0,396
1,60	0,371
1,70	0,349
1,80	0,330
1,90	0,313
2,00	0,297
2,10	0,283
2,20	0,270
2,30	0,258
2,40	0,248
2,50	0,238
2,60	0,228
2,70	0,220
2,80	0,212
2,90	0,205
3,00	0,198
3,10	0,192
3,20	0,186
3,30	0,180
3,40	0,175
3,50	0,170
3,60	0,165
3,70	0,165
3,80	0,165
3,90	0,165
4,00	0,165

Continuación anexo B

4,10	0,165
4,20	0,165
4,30	0,165
4,40	0,165
4,50	0,165
4,60	0,165
4,70	0,165

Anexo C. Fuerza sísmica Bloque uno obtenido medianteSAP2000-

TABLE: Auto Seismic Loads To Horizontal Diaphragms					
LoadCase	AutoLdType	Diaphragm	DiaphragmZ	FX	FY
Text	Text	Text	m	Ton	Ton
SISMOX	USER COEFF	PISO3	10.5	264,2918	0
SISMOX	USER COEFF	PISO2	7	225,903	0
SISMOX	USER COEFF	PISO1	3.5	110,1654	0
SISMOY	USER COEFF	PISO3	10.5	0	264,2918
SISMOY	USER COEFF	PISO2	7	0	225,903
SISMOY	USER COEFF	PISO1	3.5	0	110,1654

FUERZAS SISMICAS MODULO4

PISO	FUERZA	Ton	
10.5	445,4200	264,2918	181,12820
7	361,0800	225,9030	135,17700
3.5	180,2000	110,1654	70,03460

Anexo D. Fuerza sísmica Bloque dos obtenido medianteSAP2000

TABLE: Auto Seismic Loads To Horizontal Diaphragms					
LoadCase	AutoLdType	Diaphragm	DiaphragmZ	FX	FY
Text	Text	Text	m	Ton	Ton
SISMOX	USER COEFF	PISO3	10,5	83,6864	0
SISMOX	USER COEFF	PISO2	7	91,7968	0
SISMOX	USER COEFF	PISO1	3,5	45,0677	0
SISMOY	USER COEFF	PISO3	10,5	0	83,6864
SISMOY	USER COEFF	PISO2	7	0	91,7968
SISMOY	USER COEFF	PISO1	3,5	0	45,0677

FUERZAS SISMICAS MODULO4

PISO	FUERZA	Ton	
10.5	154,1925	83,6864	70,50610
7	102,795	91,7968	10,99820
3.5	51,3975	45,0677	6,32980

Anexo E. Resultado de áreas de acero para columnas PG bloque uno

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-99								
Frame	DesignSect	Location	PMMCombo	PMMArea	VMajCombo	VMajRebar	VMinCombo	VMinRebar
Text	Text	cm	Text	cm2	Text	cm2/cm	Text	cm2/cm
721	COLCIRCB150	0	cu+rsx+rsy	29,3783	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp)	0,0418
721	COLCIRCB150	165	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp)	0,0418
721	COLCIRCB150	330	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp)	0,0418
722	COLCIRCB150	0	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp)	0
722	COLCIRCB150	175	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp)	0
722	COLCIRCB150	350	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp)	0
723	COLCIRCB150	0	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
723	COLCIRCB150	175	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
723	COLCIRCB150	350	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
724	COLCIRCB150	0	cu+rsx+rsy	32,4281	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
724	COLCIRCB150	165	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
724	COLCIRCB150	330	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
725	COLCIRCB150	0	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418

Continuación anexo E						(Sp)	
725	COLCIRCB150	175	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
725	COLCIRCB150	350	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
726	COLCIRCB150	0	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp) 0,0418
726	COLCIRCB150	175	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp) 0,0418
726	COLCIRCB150	350	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy (Sp) 0,0418
727	COLCIRCB150	0	cu+rsx+rsy	36,3095	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
727	COLCIRCB150	165	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
727	COLCIRCB150	330	cu+rsx+rsy	20,4284	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
728	COLCIRCB150	0	cu+rsx+rsy	20,576	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
728	COLCIRCB150	175	075cu+rsy	19,635	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
728	COLCIRCB150	350	cu+rsx+rsy	27,8499	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp) 0,0418
729	COLCIRCB150	0	075cu+rsy	19,635	075cu+rsx (Sp)	0,0418	075cu+rsx (Sp) 0,0516
729	COLCIRCB150	175	075cu+rsy	19,635	075cu+rsx (Sp)	0,0418	075cu+rsx (Sp) 0,0516
729	COLCIRCB150	350	075cu+rsy	19,635	075cu+rsx (Sp)	0,0418	075cu+rsx (Sp) 0,0516
730	COLB150X50	0	cu+rsx+rsy	43,7651	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy 0,0418

Continuación anexo E

730	COLB150X50	165	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
730	COLB150X50	330	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy 075cu+rsy	0,0418
731	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0	(Sp) 075cu+rsy	0
731	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0	(Sp) 075cu+rsy	0
731	COLB150X50	350	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0	(Sp) 075cu+rsy	0
739	COLB150X50	0	cu+rsx-rsy	41,885	075cu+rsx	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
739	COLB150X50	165	075cu+rsy	25	075cu+rsx	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
739	COLB150X50	330	075cu+rsy	25	075cu+rsx	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
740	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsx	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
740	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsx	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
740	COLB150X50	350	075cu+rsy	25	075cu+rsx	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
53	COLB150X50	0	cu+rsx-rsy	41,5663	075cu+rsy (Sp)	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
53	COLB150X50	165	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
53	COLB150X50	330	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
54	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	(Sp) 075cu+rsy	0,0418
54	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	(Sp)	0,0418

Continuación anexo E

54		350	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
76	COLB150X50	0	cu+rsx-rsy	41,5972	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
76	COLB150X50	165	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
76	COLB150X50	330	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
77	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
77	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
77	COLB150X50	350	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
153	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
153	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
153	COLB150X50	350	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
55	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
55	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
55	COLB150X50	350	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
174	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
174	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
174	COLB150X50	350	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy	0,0418
176	COLB150X50	0	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
176	COLB150X50	175	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418
176	COLB150X50	350	075cu+rsy	25	075cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy (Sp)	0,0418

Anexo F. Resultado de áreas de acero para vigas PG bloque uno

TABLE: Concrete Design 2 - Beam Summary Data - ACI 318-99

DesignSect	Location	FTopCombo	FTopArea	FBotCombo	FBotArea	VCombo	VRebar	TLngCombo
Text	cm	Text	cm2	Text	cm2	Text	cm2/cm	Text
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	7,9785	09cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	49,409	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	2,5212	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	98,818	09cu+rsx	2,5798	09cu+rsx (Sp)	2,5212	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	148,227	09cu+rsx (Sp)	2,5212	09cu+rsx (Sp)	2,5212	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	197,636	09cu+rsx (Sp)	2,5212	CU	3,1479	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	247,045	09cu+rsx (Sp)	2,5212	CU	4,1577	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	296,455	09cu+rsx (Sp)	2,5212	CU	4,3953	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	345,864	09cu+rsx (Sp)	2,5212	09cu+rsx	4,4214	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	395,273	09cu+rsx (Sp)	2,5212	09cu+rsx	3,7606	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	444,682	09cu+rsx (Sp)	2,5212	09cu+rsx (Sp)	2,5212	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F			2,5212	09cu+rsx (Sp)	2,5212	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
			4,6871	CU (Sp)	2,8925	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	4,8339	09cu+rsx (Sp)	3,1544	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,075	09cu+rsx	3,3864	09cu+rsx (Sp)	1,5612	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	94,15	09cu+rsx (Sp)	1,5612	09cu+rsx (Sp)	1,5612	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	141,225	09cu+rsx (Sp)	1,5612	CU	1,7021	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	188,3	09cu+rsx (Sp)	1,5612	CU	1,8154	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	235,375	09cu+rsx (Sp)	1,5612	09cu+rsx	1,7265	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	282,45	09cu+rsx (Sp)	1,5612	09cu+rsx (Sp)	1,5612	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	329,525	CU	2,2075	09cu+rsx (Sp)	1,5612	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	376,6	CU	4,6871	CU (Sp)	2,5072	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	6,2185	09cu+rsx (Sp)	4,0315	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,962	09cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	1,9895	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	95,923	09cu+rsx	2,3331	09cu+rsx (Sp)	1,9895	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	143,885	09cu+rsx (Sp)	1,9895	09cu+rsx (Sp)	1,9895	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	191,846	09cu+rsx (Sp)	1,9895	CU	2,5	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F			1,9895	CU	3,4908	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	287,769	09cu+rsx (Sp)	1,9895	CU	3,9585	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	335,731	09cu+rsx (Sp)	1,9895	CU	3,8935	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	383,692	09cu+rsx (Sp)	1,9895	09cu+rsx	3,4917	075cu+rsy (Sp)	0	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	431,654	09cu+rsx (Sp)	1,9895	09cu+rsx	2,8182	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	479,615	09cu+rsx (Sp)	1,9895	09cu+rsx (Sp)	1,9895	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	527,577	09cu+rsx (Sp)	1,9895	09cu+rsx (Sp)	1,9895	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	575,538	CU	4,2386	09cu+rsx (Sp)	1,9895	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	623,5	CU	5,6974	CU (Sp)	3,7028	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	12,3156	09cu+rsx (Sp)	5,8036	cu+rsy (Sp)	0,1158	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,075	09cu+rsx	7,5914	09cu+rsx (Sp)	3,7699	cu+rsy (Sp)	0,1022	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	94,15	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	3,7699	cu+rsy (Sp)	0,0886	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	141,225	09cu+rsx (Sp)	3,7699	09cu+rsx (Sp)	3,7699	cu+rsy (Sp)	0,075	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	188,3	09cu+rsx (Sp)	3,7699	09cu+rsx (Sp)	3,7699	cu+rsy (Sp)	0,0614	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	235,375	09cu+rsx (Sp)	3,7699	09cu+rsx (Sp)	3,7699	cu+rsy (Sp)	0,0707	075cu+rsy
Continuación anexo F			3,7699	075cu+rsx	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0843	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	329,525	09cu+rsx (Sp)	3,7699	075cu+rsx	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0979	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	376,6	cu-03rsx+rsy	4,6871	075cu+rsx	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,1115	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	11,2331	09cu+rsx (Sp)	5,3246	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,962	09cu+rsx	7,3085	09cu+rsx (Sp)	3,4667	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95,923	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	3,4667	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	143,885	09cu+rsx (Sp)	3,4667	09cu+rsx (Sp)	3,4667	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	191,846	09cu+rsx (Sp)	3,4667	09cu+rsx (Sp)	3,4667	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	239,808	09cu+rsx (Sp)	3,4667	CU	4,3573	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	287,769	09cu+rsx (Sp)	3,4667	CU	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	335,731	09cu+rsx (Sp)	3,4667	09cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	383,692	09cu+rsx (Sp)	3,4667	09cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	431,654	09cu+rsx (Sp)	3,4667	09cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	479,615	09cu+rsx (Sp)	3,4667	09cu+rsx	3,8357	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	527.577	09cu+rsx (Sp)	3,4667	09cu+rsx (Sp)	3,4667	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F			4,6871	09cu+rsx (Sp)	3,4667	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	623,5	CU	7,5657	CU (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	13,2638	09cu+rsx (Sp)	6,2175	cu+rsy (Sp)	0,0459	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	49,409	09cu+rsx	8,1099	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	98,818	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	148,227	09cu+rsx (Sp)	4,0309	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	197,636	09cu+rsx (Sp)	4,0309	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	247,045	09cu+rsx (Sp)	4,0309	CU	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	296,455	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	345,864	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	395,273	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	444,682	09cu+rsx (Sp)	4,0309	cu+rsx+rsy	4,6728	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	494,091	cu-03rsx+rsy	4,535	09cu+rsx (Sp)	4,0309	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	543,5	CU	6,8449	CU (Sp)	4,4242	cu+rsy (Sp)	0,0427	075cu+rsy
VIGARIOSB140X40A	n	CU	13,5023	CU (Sp)	6,3209	cu+rsy (Sp)	0,0493	09cu+rsx
Continuación anexo F			8,679	CU (Sp)	4,0958	cu+rsy (Sp)	0,0433	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	93,143	075cu+rsx	4,6871	CU (Sp)	4,0958	cu+rsy (Sp)	0,0372	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	139,714	CU (Sp)	4,0958	CU (Sp)	4,0958	cu+rsy (Sp)	0,0312	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	186,286	CU (Sp)	4,0958	CU (Sp)	4,0958	cu+rsy (Sp)	0,0252	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	232,857	CU (Sp)	4,0958	cu+rsy	5,0175	cu+rsy (Sp)	0,0192	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	279,429	CU (Sp)	4,0958	CU	7,6457	cu+rsy (Sp)	0,0131	09cu+rsx

VIGARIOSB140X40A	326	CU (Sp)	4,0958	CU	10,1816	cu+rsy (Sp)	0,0071	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	326	CU (Sp)	4,0958	CU	10,1866	09cu+rsx (Sp)	0	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	372,571	CU (Sp)	4,0958	CU	7,899	cu-03rsx+rsy	0,0016	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	419,143	CU (Sp)	4,0958	CU	5,3836	cu-03rsx+rsy	0,0066	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	465,714	CU (Sp)	4,0958	CU (Sp)	4,0958	cu-03rsx+rsy	0,0116	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	512,286	CU (Sp)	4,0958	CU (Sp)	4,0958	cu-03rsx+rsy	0,0167	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	558,857	cu+rsy	4,877	CU (Sp)	4,0958	cu-03rsx+rsy	0,0217	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	605,429	cu+rsy	8,7111	CU (Sp)	4,0958	cu-03rsx+rsy	0,0267	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40A	652	cu+rsy	13,1989	cu+rsy (Sp)	6,1894	cu-03rsx+rsy	0,0317	09cu+rsx
Continuación anexo F			17,0606	09cu+rsx (Sp)	7,8214	cu+rsy (Sp)	0,1372	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,075	09cu+rsx	10,8178	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,1236	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	94,15	cu+rsx+rsy 075cu+rsx	6,0101	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,11	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	141,225	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0964	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	188,3	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0831	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	235,375	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0967	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	282,45	075cu+rsx	4,6871	cu+rsx+rsy	5,2615	cu+rsy (Sp)	0,1103	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	329,525	cu+rsx+rsy	4,6871	cu+rsx+rsy	6,8475	cu+rsy (Sp)	0,1239	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	376,6	cu-03rsx+rsy	6,2054	cu+rsx+rsy	7,8986	cu+rsy (Sp)	0,1375	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	13,6692	09cu+rsx (Sp)	6,393	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	47,962	09cu+rsx	9,1891	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	95,923	09cu+rsx	5,5683	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	143,885	09cu+rsx (Sp)	4,1411	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	191,846	09cu+rsx (Sp)	4,1411	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	239,808	09cu+rsx (Sp)	4,1411	CU	4,4092	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
Continuación anexo F				4,1411	CU	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	335,731	09cu+rsx (Sp)	4,1411	09cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	383,692	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	431,654	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	479,615	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	527,577	09cu+rsx (Sp)	4,1411	cu+rsx+rsy	4,6097	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGACARGB140X40	575,538	cu-03rsx+rsy	4,7657	09cu+rsx (Sp)	4,1411	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
				cu-03rsx+rsy					
VIGACARGB140X40	623,5	CU	7,624		4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy	
VIGARIOSB140X40	0	cu+rsx-rsy	5,3845	cu+rsx-rsy (Sp)	3,5046	cu+rsx+rsy (Sp)	0	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	40,9	cu+rsx-rsy	4,4757	cu+rsy (Sp)	3,9158	cu+rsx+rsy (Sp)	0	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	81,8	cu+rsy (Sp)	3,9158	cu+03rsx+rsy	4,015	cu+rsx+rsy (Sp)	0	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	122,7	cu+rsy (Sp)	3,9158	cu+rsy	4,6871	cu+rsx+rsy (Sp)	0	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	163,6	cu+rsy (Sp)	3,9158	075cu+rsy	4,6871	cu+rsx+rsy (Sp)	0	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	204,5	cu+rsy (Sp)	3,9158	CU	5,6123	cu+rsx+rsy (Sp)	0	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	204,5	cu+rsy (Sp)	3,9158	CU	5,5992	075cu+rsy (Sp)	0,0957	09cu+rsx	
Continuación anexo F				3,9158	CU	4,1809	075cu+rsy (Sp)	0,0971	09cu+rsx
VIGARIOSB140X40	286,3	cu+rsy (Sp)	3,9158	cu+rsy (Sp)	3,9158	075cu+rsy (Sp)	0,0984	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	327,2	cu+rsy	4,9235	cu+rsy (Sp)	3,9158	075cu+rsy (Sp)	0,0997	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	368,1	cu+rsy	8,693	cu+rsy (Sp)	3,9158	075cu+rsy (Sp)	0,101	09cu+rsx	
VIGARIOSB140X40	409	cu+rsy	12,8436	cu+rsy (Sp)	6,0347	075cu+rsy (Sp)	0,1023	09cu+rsx	

VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	17,6167	09cu+rsx (Sp)	8,0487	cu+rsy (Sp)	0,0561	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	49,409	09cu+rsx	11,2073	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0424	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	98,818	09cu+rsx	6,2625	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	148,227		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	197,636		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	247,045		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	296,455		4,6871	09cu+rsx	4,7528	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	345,864		4,6871	09cu+rsx	5,8828	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	395,273		4,6871	09cu+rsx	6,3184	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	444,682		4,6871	cu+rsx+rsy	6,065	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
Continuación anexo F								
VIGACARGB140X40	543,5	cu-03rsx+rsy	4,6871	cu+rsx+rsy	5,5409	cu+rsy (Sp)	0,0361	075cu+rsy
			7,2633	075cu+rsx	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0497	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	18,1099	09cu+rsx (Sp)	8,2487	cu+rsy (Sp)	0,0558	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,5	09cu+rsx	11,7117	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0418	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95	cu+rsx+rsy	6,83	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	142,5		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	190		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	237,5		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	285	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	332,5	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx	5,1963	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	380	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx	5,5925	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	427,5	075cu+rsx	4,6871	cu+rsx+rsy	5,4508	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	475	cu-03rsx+rsy	5,1751	cu+rsx+rsy	4,9018	cu+rsy (Sp)	0,0482	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	522,5	cu-03rsx+rsy	8,8925	075cu+rsx	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,063	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	18,416	09cu+rsx (Sp)	8,372	cu+rsy (Sp)	0,0626	075cu+rsy
Continuación anexo F			11,7919	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0478	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95,364	09cu+rsx	6,7289	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	143,045	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	190,727	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	238,409	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	286,091	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	333,773	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx	5,2514	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	381,455	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx	5,5524	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	429,136	075cu+rsx	4,6871	cu+rsx+rsy	5,2997	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	476,818	cu-03rsx+rsy	4,9865	075cu+rsx	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0473	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	524,5	cu-03rsx+rsy	8,6061	cu-03rsx+rsy	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0621	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	18,0265	09cu+rsx (Sp)	8,215	cu+rsy (Sp)	0,0586	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,891	09cu+rsx	11,6058	075cu+rsx (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0444	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95,782	09cu+rsx	6,6664	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	143,673		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
Continuación anexo F								
VIGACARGB140X40		075cu+rsx	4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
	239,455		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	287,345		4,6871	075cu+rsx (Sp)	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	335,236		4,6871	09cu+rsx	5,2284	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	383,127		4,6871	09cu+rsx	5,5976	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	431,018		4,6871	cu+rsx+rsy	5,4028	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
		075cu+rsx						
VIGACARGB140X40	478,909		4,6871	cu+rsx+rsy	4,8436	cu+rsy (Sp)	0,0432	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	526,8	cu-03rsx+rsy	8,1317	075cu+rsx	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0574	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	12,9758	09cu+rsx (Sp)	6,0923	cu+rsy (Sp)	0,0461	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,5	09cu+rsx	7,9532	09cu+rsx (Sp)	3,9521	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	3,9521	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	142,5	09cu+rsx (Sp)	3,9521	09cu+rsx (Sp)	3,9521	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	190	09cu+rsx (Sp)	3,9521	CU	4,4992	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	237,5	09cu+rsx (Sp)	3,9521	cu+rsy	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	285	09cu+rsx (Sp)	3,9521	cu+rsy	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F								
VIGACARGB140X40	380	09cu+rsx (Sp)	3,9521	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	427,5	09cu+rsx (Sp)	3,9521	cu+rsx+rsy	4,2667	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	475	cu-03rsx+rsy	4,6871	09cu+rsx (Sp) cu-03rsx+rsy	3,9521	cu+rsy (Sp)	0,0385	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	522,5	CU	8,1154		4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0533	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	14,1115	09cu+rsx (Sp)	6,5832	cu+rsy (Sp)	0,0546	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,682	09cu+rsx	8,7052	09cu+rsx (Sp)	4,2604	cu+rsy (Sp)	0,0398	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95,364	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	4,2604	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	143,045	09cu+rsx (Sp)	4,2604	09cu+rsx (Sp)	4,2604	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	190,727	09cu+rsx (Sp)	4,2604	09cu+rsx (Sp)	4,2604	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	238,409	09cu+rsx (Sp)	4,2604	CU	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	286,091	09cu+rsx (Sp)	4,2604	09cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	333,773	09cu+rsx (Sp)	4,2604	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	381,455	09cu+rsx (Sp)	4,2604	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	429,126	09cu+rsx (Sp)	4,2604	09cu+rsx (Sp)	4,2604	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F			4,6871	09cu+rsx (Sp)	4,2604	cu+rsy (Sp)	0,0395	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	524,5	CU	8,0035		4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0543	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	13,7181	09cu+rsx (Sp)	6,4141	cu+rsy (Sp)	0,0505	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,891	09cu+rsx	8,4877	09cu+rsx (Sp)	4,1543	cu+rsy (Sp)	0,0364	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95,782	075cu+rsx	4,6871	09cu+rsx (Sp)	4,1543	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	143,673	09cu+rsx (Sp)	4,1543	09cu+rsx (Sp)	4,1543	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	191,564	09cu+rsx (Sp)	4,1543	09cu+rsx (Sp)	4,1543	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	239,455	09cu+rsx (Sp)	4,1543	CU	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	287,345	09cu+rsx (Sp)	4,1543	09cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	335,236	09cu+rsx (Sp)	4,1543	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	383,127	09cu+rsx (Sp)	4,1543	075cu+rsx	4,6871	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	431,018	09cu+rsx (Sp)	4,1543	cu+rsx+rsy	4,437	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	478,909	cu-03rsx+rsy	4,6871	09cu+rsx (Sp)	4,1543	cu+rsy (Sp)	0,0352	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	526,8	CU	7,3442	CU (Sp)	4,6871	cu+rsy (Sp)	0,0494	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	075cu+rsy	4,6871	09cu+rsx (Sp)	2,5724	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F			3,9297	09cu+rsx (Sp)	1,2756	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95	cu+rsx+rsy	2,7799	09cu+rsx (Sp)	1,2756	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	142,5	cu+rsx+rsy	1,7839	09cu+rsx (Sp)	1,2756	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	190	09cu+rsx (Sp)	1,2756	09cu+rsx (Sp)	1,2756	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	237,5	09cu+rsx (Sp)	1,2756	09cu+rsx (Sp)	1,2756	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	285	09cu+rsx (Sp)	1,2756	09cu+rsx (Sp)	1,2756	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	332,5	09cu+rsx (Sp)	1,2756	09cu+rsx (Sp)	1,2756	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	380	09cu+rsx (Sp)	1,2756	cu+rsx+rsy	1,7162	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	427,5	09cu+rsx (Sp)	1,2756	cu+rsx+rsy	2,1439	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	475	09cu+rsx (Sp)	1,2756	cu+rsx+rsy	2,4792	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	522,5	cu-03rsx+rsy	1,2563	cu+rsx+rsy	2,721	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	09cu+rsx	4,2826	09cu+rsx (Sp)	2,1116	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	47,682	cu+rsx+rsy	3,1231	09cu+rsx (Sp)	1,0487	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95,364	cu+rsx+rsy	2,134	09cu+rsx (Sp)	1,0487	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	142,045	cu+rsx+rsy	1,2512	09cu+rsx (Sp)	1,0487	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F			1,0487	09cu+rsx (Sp)	1,0487	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	238,409	09cu+rsx (Sp)	1,0487	09cu+rsx (Sp)	1,0487	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	286,091	09cu+rsx (Sp)	1,0487	09cu+rsx (Sp)	1,0487	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	333,773	09cu+rsx (Sp)	1,0487	09cu+rsx	1,3509	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	381,455	09cu+rsx (Sp)	1,0487	cu+rsx+rsy	1,7109	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	429,136	09cu+rsx (Sp)	1,0487	cu+rsx+rsy	2,028	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	476,818	09cu+rsx (Sp)	1,0487	cu+rsx+rsy	2,2513	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	524,5	cu-03rsx+rsy	1,4551	cu+rsx+rsy	2,3799	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	0	cu+rsx+rsy	3,9612	cu+rsx+rsy (Sp)	1,9553	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy

VIGACARGB140X40	47,891	cu+rsx+rsy	2,9539	cu+rsx+rsy (Sp)	0,9715	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	95,782	cu+rsx+rsy	2,0554	cu+rsx+rsy (Sp)	0,9715	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	143,673	cu+rsx+rsy cu+rsx+rsy	1,2618	cu+rsx+rsy (Sp)	0,9715	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	191,564	cu+rsx+rsy	0,9715	cu+rsx+rsy (Sp)	0,9715	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	239,455	cu+rsx+rsy	0,9715	cu+rsx+rsy (Sp)	0,9715	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	287,345	cu+rsx+rsy	0,9715	cu+rsx+rsy (Sp)	0,9715	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
Continuación anexo F			0,9715	cu+rsx+rsy (Sp)	0,9715	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	383,127	cu+rsx+rsy cu+rsx+rsy	0,9715	cu+rsx+rsy	1,2451	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	431,018		0,9715	cu+rsx+rsy	1,4668	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	478,909	cu-03rsx+rsy	1,5419	cu+rsx+rsy	1,5938	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGACARGB140X40	526,8	CU	2,2765	cu+rsx+rsy	1,6259	075cu+rsy (Sp)	0,0335	075cu+rsy
VIGARIOSB140X40A	0	CU	6,399	CU (Sp)	4,1449	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	42,5	cu+rsx-rsy	3,5837	cu+rsy (Sp)	2,1869	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	85	cu+rsy (Sp)	2,1869	cu+rsy	3,8177	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	127,5	cu+rsy (Sp)	2,1869	cu+rsy	5,2798	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	127,5	cu+rsy (Sp)	2,1869	cu+rsy	5,184	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	174,071	cu+rsy (Sp)	2,1869	cu+rsy	4,6871	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	220,643	cu+rsy (Sp)	2,1869	CU	3,5781	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	267,214	cu+rsy (Sp)	2,1869	CU	2,3968	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	313,786	cu+rsy (Sp)	2,1869	cu+rsy (Sp)	2,1869	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	360,357	cu-03rsx+rsy	3,9079	cu+rsy (Sp)	2,1869	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	406,929	cu+rsy	4,7927	cu+rsy (Sp)	2,1869	075cu+rsy	0	CU

VIGARIOSB140X40A	453,5	cu+rsy	6,8665	cu+rsy (Sp)	4,4376	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	0	CU	6,3605	CU (Sp)	4,1207	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	42,5	cu+rsy	3,6128	CU (Sp)	2,0329	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	85	CU (Sp)	2,0329	CU (Sp)	2,0329	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	127,5	CU (Sp)	2,0329	09cu+rsx	4,6871	CU	0	CU
VIGARIOSB140X40A	127,5	CU (Sp)	2,0329	09cu+rsx	4,6871	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	174,071	CU (Sp)	2,0329	CU	4,4137	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	220,642	CU (Sp)	2,0329	CU	3,2605	075cu+rsy	0	CU
Continuación anexo F			2,0329	CU (Sp)	2,0329	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	313,786	CU (Sp)	2,0329	CU (Sp)	2,0329	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	360,357	CU (Sp)	2,0329	CU (Sp)	2,0329	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	406,929	CU	2,4077	CU (Sp)	2,0329	075cu+rsy	0	CU
VIGARIOSB140X40A	453,5	CU	4,1654	CU (Sp)	2,0546	075cu+rsy	0	CU

Anexo G. Resultado de áreas de acero para columnas PB bloque Dos

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-99

Frame	DesignSect	Location	PMMCombo	PMMArea	VMajCombo	VMajRebar	VMinCombo	VMinRebar
Text	Text	cm	Text	cm2	Text	cm2/cm	Text	cm2/cm
25	COLCIRCB245	0	075CU+RSY	15,9043	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,056	075CU+RSY (Sp)	0,0403
25	COLCIRCB245	175	075CU+RSY	15,9043	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0556	075CU+RSY (Sp)	0,0403
25	COLCIRCB245	350	075CU+RSY	15,9043	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0553	075CU+RSY (Sp)	0,0403
29-1	COLB245X45	0	075CU+RSX	21,3494	09CU+RSX	0,0505	075CU+RSY (Sp)	0,0377
29-1	COLB245X45	175	075CU+RSY	20,25	09CU+RSX	0,0505	075CU+RSY (Sp)	0,0377
29-1	COLB245X45	350	075CU+RSY	20,25	09CU+RSX	0,0505	075CU+RSY (Sp)	0,0377
76-1	COLCIRCB245	0	075CU+RSX	20,327	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0421	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0377
76-1	COLCIRCB245	2,5	075CU+RSX	20,6317	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0421	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0377
76-1	COLCIRCB245	2,5	09CU+RSX	27,5187	09CU+RSX	0,0592	075CU+RSY (Sp)	0,0377
76-1	COLCIRCB245	166,25	075CU+RSY	15,9043	09CU+RSX	0,0592	075CU+RSY (Sp)	0,0377
76-1	COLCIRCB245	332,5	09CU+RSX	23,5068	09CU+RSX	0,0592	075CU+RSY (Sp)	0,0377
77-1	COLB245X45	0	CU-03RSX+RSY	68,897	075CU+RSX (Sp)	0,0398	075CU+RSY (Sp)	0
77-1	COLB245X45	2,5	CU-03RSX+RSY	69,8276	075CU+RSX (Sp)	0,0398	075CU+RSY (Sp)	0
77-1	COLB245X45	2,5	09CU+RSX	52,183	075CU+RSX (Sp)	0,0515	075CU+RSY (Sp)	0
77-1	COLB245X45	166,25	075CU+RSY	20,25	075CU+RSX (Sp)	0,0518	075CU+RSY (Sp)	0
77-1	COLB245X45	332,5	09CU+RSX	54,8523	075CU+RSX (Sp)	0,052	075CU+RSY (Sp)	0
78-1	COLB245X45	0	09CU+RSX	93,9863	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0626	075CU+RSY (Sp)	0
78-1	COLB245X45	2,5	09CU+RSX	94,5559	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0626	075CU+RSY (Sp)	0
78-1	COLB245X45	2,5	09CU+RSX	60,8373	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0832	075CU+RSY (Sp)	0
78-1	COLB245X45	166,25	075CU+RSY	20,25	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0835	075CU+RSY (Sp)	0
78-1	COLB245X45	332,5	09CU+RSX	48,5042	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0837	075CU+RSY (Sp)	0

Continuación anexo G

79-1	COLB250X50	0	09CU+RSX	131,4306	075CU+RSY (Sp)	0,0418	075CU+RSY (Sp)	0
79-1	COLB250X50	2,5	09CU+RSX	132,2739	075CU+RSY (Sp)	0,0418	075CU+RSY (Sp)	0
79-1	COLB250X50	2,5	075CU+RSY	25	075CU+RSY (Sp)	0,0418	075CU+RSY (Sp)	0
79-1	COLB250X50	166,25	075CU+RSY	25	075CU+RSY (Sp)	0,0418	075CU+RSY (Sp)	0
79-1	COLB250X50	332,5	075CU+RSY	25	075CU+RSY (Sp)	0,0418	075CU+RSY (Sp)	0
623	COLB245X45	0	09CU+RSX	22,1952	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0
623	COLB245X45	175	075CU+RSY	20,25	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0
623	COLB245X45	350	CU-03RSX+RSY	27,4473	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0
624	COLB245X45	0	09CU+RSX	36,3804	09CU+RSX	0,0679	075CU+RSY (Sp)	0,0377
624	COLB245X45	175	075CU+RSY	20,25	09CU+RSX	0,0679	075CU+RSY (Sp)	0,0377
624	COLB245X45	350	075CU+RSY	20,25	09CU+RSX	0,0679	075CU+RSY (Sp)	0,0377
626	COLB245X45	0	075CU+RSY	20,25	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0
626	COLB245X45	175	075CU+RSY	20,25	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0
626	COLB245X45	350	075CU+RSY	20,25	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0
629	COLB245X45	0	09CU+RSX	29,1231	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,0384	075CU+RSY (Sp)	0
629	COLB245X45	175	075CU+RSY	20,25	075CU+RSY (Sp)	0,1269	075CU+RSY (Sp)	0,0377
629	COLB245X45	350	09CU+RSX	36,3421	075CU+RSY (Sp)	0,1269	075CU+RSY (Sp)	0,0377
630	COLB245X45	0	CU-03RSX+RSY	27,9629	075CU+RSY (Sp)	0,0409	075CU+RSY (Sp)	0,0377
630	COLB245X45	175	075CU+RSY	20,25	075CU+RSY (Sp)	0,0409	075CU+RSY (Sp)	0,0377
630	COLB245X45	350	09CU+RSX	21,4676	075CU+RSY (Sp)	0,0409	075CU+RSY (Sp)	0,0377
632	COLCIRCB245	0	075CU+RSY	15,9043	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0,0377
632	COLCIRCB245	175	075CU+RSY	15,9043	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0,0377
632	COLCIRCB245	350	075CU+RSY	15,9043	075CU+RSY (Sp)	0,0377	075CU+RSY (Sp)	0,0377

Anexo H. Resultado de áreas de acero para vigas PB bloque Dos

TABLE: Concrete Design 2 - Beam Summary Data - ACI 318-99

DesignSect	Location	FTopCombo	FTopArea	FBotCombo	FBotArea	VCombo	VRebar
Text	m	Text	m2	Text	m2	Text	m2/m
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,000825	09CU+RSX (Sp) CU-03RSX+RSY	0,000538	075CU+RSY (Sp)	0,000643
VIGCARGB250X50	0,47075	075CU+RSX	0,000753	(Sp) CU-03RSX+RSY	0,000285	075CU+RSY (Sp)	0,000573
VIGCARGB250X50	0,9415	075CU+RSX	0,0005	(Sp) CU-03RSX+RSY	0,000285	075CU+RSY (Sp)	0,000553
VIGCARGB250X50	1,41225	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000285	(Sp) CU-03RSX+RSY	0,000285	075CU+RSY (Sp)	0,000623
VIGCARGB250X50	1,883	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000285	(Sp) CU-03RSX+RSY	0,000285	075CU+RSY (Sp)	0,000693
VIGCARGB250X50	2,35375	CU-03RSX+RSY	0,000301	(Sp) CU-03RSX+RSY	0,000285	075CU+RSY (Sp)	0,000763
VIGCARGB250X50	2,8245	CU-03RSX+RSY	0,000544	(Sp) CU-03RSX+RSY	0,000285	075CU+RSY (Sp)	0,000832
VIGCARGB250X50	3,29525	CU-03RSX+RSY	0,000753	(Sp) CU-03RSX+RSY	0,000285	075CU+RSY (Sp)	0,000902
VIGCARGB250X50	3,766	CU-03RSX+RSY	0,000885	(Sp)	0,000576	075CU+RSY (Sp)	0,000972
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,003326	09CU+RSX (Sp)	0,00149	09CU+RSX (Sp)	0,002538
VIGCARGB250X50	0,47962	09CU+RSX	0,001765	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,002133
VIGCARGB250X50	0,95923	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001727
VIGCARGB250X50	1,43885	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001322
VIGCARGB250X50	1,91846	075CU+RSY (Sp)	0,000753	CU-03RSX+RSY	0,000859	09CU+RSX (Sp)	0,000916
VIGCARGB250X50	2,39808	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001222	09CU+RSX (Sp)	0,000511
VIGCARGB250X50	2,87769	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001486	075CU+RSY (Sp)	0,000418

Continuación anexo H

VIGCARGB250X50	3,35731	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001538	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	3,83692	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001372	09CU+RSX (Sp)	0,000658
VIGCARGB250X50	4,31654	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001003	09CU+RSX (Sp)	0,001063
VIGCARGB250X50	4,79615	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001469
VIGCARGB250X50	5,27577	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001874
VIGCARGB250X50	5,75538	CU-03RSX+RSY	0,001547	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,00228
				CU-03RSX+RSY			
VIGCARGB250X50	6,235	CU-03RSX+RSY	0,002801	(Sp)	0,001281	09CU+RSX (Sp)	0,002685
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,00423	09CU+RSX (Sp)	0,001935	09CU+RSX (Sp)	0,002831
VIGCARGB250X50	0,47962	09CU+RSX	0,002545	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,002426
VIGCARGB250X50	0,95923	09CU+RSX	0,001191	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,00202
VIGCARGB250X50	1,43885	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,001614
VIGCARGB250X50	1,91846	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,001209
VIGCARGB250X50	2,39808	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX	0,001112	09CU+RSX (Sp)	0,000803
VIGCARGB250X50	2,87769	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX	0,001523	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	3,35731	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX	0,001728	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	3,83692	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX	0,001712	09CU+RSX (Sp)	0,000566
VIGCARGB250X50	4,31654	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX	0,001476	09CU+RSX (Sp)	0,000971
VIGCARGB250X50	4,79615	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX	0,001037	09CU+RSX (Sp)	0,001377
VIGCARGB250X50	5,27577	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,001782
VIGCARGB250X50	5,75538	CU-03RSX+RSY	0,001162	09CU+RSX (Sp)	0,000913	09CU+RSX (Sp)	0,002188
				CU-03RSX+RSY			
VIGCARGB250X50	6,235	CU-03RSX+RSY	0,002269	(Sp)	0,001058	09CU+RSX (Sp)	0,002593
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,000964	09CU+RSX (Sp)	0,000626	09CU+RSX (Sp)	0,000586
VIGCARGB250X50	0,47962	09CU+RSX	0,000782	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000564
VIGCARGB250X50	0,95923	075CU+RSX	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000541
VIGCARGB250X50	1,43885	09CU+RSX	0,000614	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000519

Continuación anexo H

VIGCARGB250X50	1,91846	09CU+RSX	0,000426	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000496
VIGCARGB250X50	2,39808	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000473
VIGCARGB250X50	2,87769	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000451
VIGCARGB250X50	3,35731	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000428
VIGCARGB250X50	3,83692	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000309	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	4,31654	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX (Sp)	0,000309	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	4,79615	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX	0,00038	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	5,27577	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX	0,000467	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	5,75538	09CU+RSX (Sp)	0,000309	09CU+RSX	0,000541	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	6,235	CU-03RSX+RSY	0,000068	09CU+RSX	0,000601	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	0	075CU+RSX	0,000382	075CU+RSX (Sp)	0,00019	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	0,47962	075CU+RSX	0,000278	CU-03RSX+RSY	0,000201	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	0,95923	075CU+RSX	0,000186	CU-03RSX+RSY	0,000208	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	1,43885	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000117	CU-03RSX+RSY	0,000204	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	1,91846	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000117	CU-03RSX+RSY	0,000188	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	2,39808	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000117	CU-03RSX+RSY	0,00016	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	2,87769	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000117	CU-03RSX+RSY	0,000121	075CU+RSY (Sp)	0
				CU-03RSX+RSY			
VIGCARGB250X50	3,35731	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000117	(Sp)	0,000117	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	3,83692	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000117	09CU+RSX	0,000126	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	4,31654	CU-03RSX+RSY (Sp)	0,000117	075CU+RSX	0,00013	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	4,79615	CU-03RSX+RSY	0,000148	075CU+RSX	0,000129	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	5,27577	CU-03RSX+RSY	0,000244	075CU+RSX	0,000117	075CU+RSY (Sp)	0
				CU-03RSX+RSY			
VIGCARGB250X50	5,75538	CU-03RSX+RSY	0,000354	(Sp)	0,000117	075CU+RSY (Sp)	0
				CU-03RSX+RSY			
VIGCARGB250X50	6,235	CU-03RSX+RSY	0,000476	(Sp)	0,000235	075CU+RSY (Sp)	0
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,000255	09CU+RSX (Sp)	0,000127	09CU+RSX (Sp)	0,000685

Continuación anexo H

VIGCARGB250X50	0,42833	09CU+RSX	0,00016	09CU+RSX (Sp)	0,000063	09CU+RSX (Sp)	0,000665
VIGCARGB250X50	0,85667	09CU+RSX	0,000077	09CU+RSX (Sp)	0,000063	09CU+RSX (Sp)	0,000645
VIGCARGB250X50	1,285	09CU+RSX	4,741E-06	09CU+RSX (Sp)	0,00000237	09CU+RSX (Sp)	0,000624
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,000663	09CU+RSX (Sp)	0,000327	09CU+RSX (Sp)	0,000554
VIGCARGB250X50	0,47075	09CU+RSX	0,000457	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX (Sp)	0,000532
VIGCARGB250X50	0,9415	075CU+RSX	0,000273	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX (Sp)	0,00051
VIGCARGB250X50	1,41225	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX (Sp)	0,000488
VIGCARGB250X50	1,883	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX (Sp)	0,000467
VIGCARGB250X50	2,35375	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX	0,000208	09CU+RSX (Sp)	0,000489
VIGCARGB250X50	2,8245	09CU+RSX (Sp)	0,000162	09CU+RSX	0,000342	09CU+RSX (Sp)	0,000511
VIGCARGB250X50	3,29525	09CU+RSX (Sp)	0,000162	075CU+RSX	0,000465	09CU+RSX (Sp)	0,000533
VIGCARGB250X50	3,766	CU-03RSX+RSY	0,000228	075CU+RSX	0,000582	09CU+RSX (Sp)	0,000556
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,00024	09CU+RSX (Sp)	0,00012	09CU+RSX (Sp)	0,000675
VIGCARGB250X50	0,42833	09CU+RSX	0,000149	09CU+RSX (Sp)	0,00006	09CU+RSX (Sp)	0,000655
VIGCARGB250X50	0,85667	09CU+RSX	0,00007	09CU+RSX (Sp)	0,00006	09CU+RSX (Sp)	0,000635
VIGCARGB250X50	1,285	CU-03RSX+RSY	0,00000173	(Sp)	8,648E-07	09CU+RSX (Sp)	0,000615
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,000246	09CU+RSX (Sp)	0,000122	09CU+RSX (Sp)	0,000688
VIGCARGB250X50	0,42833	09CU+RSX	0,000152	09CU+RSX (Sp)	0,000061	09CU+RSX (Sp)	0,000668
VIGCARGB250X50	0,85667	09CU+RSX	0,000069	09CU+RSX (Sp)	0,000061	09CU+RSX (Sp)	0,000648
VIGCARGB250X50	1,285	075CU+RSY	0	CU-03RSX+RSY	0,000003143	09CU+RSX (Sp)	0,000628
VIGCARGB250X50	0	CU-03RSX+RSY	0,000097	075CU+RSX	0,000239	075CU+RSY (Sp)	0,000569
VIGCARGB250X50	0,47075	09CU+RSX (Sp)	0,000333	09CU+RSX (Sp)	0,000333	075CU+RSY (Sp)	0,000499
VIGCARGB250X50	0,9415	09CU+RSX (Sp)	0,000333	09CU+RSX (Sp)	0,000333	075CU+RSY (Sp)	0,000513
VIGCARGB250X50	1,41225	09CU+RSX (Sp)	0,000333	09CU+RSX (Sp)	0,000333	075CU+RSY (Sp)	0,000583
VIGCARGB250X50	1,883	09CU+RSX (Sp)	0,000333	09CU+RSX (Sp)	0,000333	075CU+RSY (Sp)	0,000653
VIGCARGB250X50	2,35375	09CU+RSX	0,000367	09CU+RSX (Sp)	0,000333	075CU+RSY (Sp)	0,000722

Continuación anexo H

VIGCARGB250X50	2,8245	09CU+RSX	0,000646	09CU+RSX (Sp)	0,000333	075CU+RSY (Sp)	0,000792
VIGCARGB250X50	3,29525	075CU+RSX	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,000333	075CU+RSY (Sp)	0,000862
VIGCARGB250X50	3,766	09CU+RSX	0,001042	09CU+RSX (Sp)	0,000675	075CU+RSY (Sp)	0,000932
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,002422	09CU+RSX (Sp)	0,001124	09CU+RSX (Sp)	0,002522
VIGCARGB250X50	0,47962	09CU+RSX	0,001136	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,002116
VIGCARGB250X50	0,95923	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001711
VIGCARGB250X50	1,43885	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001305
VIGCARGB250X50	1,91846	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001025	09CU+RSX (Sp)	0,0009
VIGCARGB250X50	2,39808	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001382	09CU+RSX (Sp)	0,000494
VIGCARGB250X50	2,87769	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001533	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	3,35731	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001467	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	3,83692	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,00119	09CU+RSX (Sp)	0,000647
VIGCARGB250X50	4,31654	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001052
VIGCARGB250X50	4,79615	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001458
VIGCARGB250X50	5,27577	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001863
VIGCARGB250X50	5,75538	09CU+RSX	0,001857	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,002269
VIGCARGB250X50	6,235	09CU+RSX	0,00346	09CU+RSX (Sp)	0,001541	09CU+RSX (Sp)	0,002674
VIGCARGB250X50	0	09CU+RSX	0,00315	09CU+RSX (Sp)	0,001421	09CU+RSX (Sp)	0,002696
VIGCARGB250X50	0,47962	09CU+RSX	0,001636	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,002291
VIGCARGB250X50	0,95923	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001885
VIGCARGB250X50	1,43885	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,00148
VIGCARGB250X50	1,91846	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,000844	09CU+RSX (Sp)	0,001074
VIGCARGB250X50	2,39808	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001295	09CU+RSX (Sp)	0,000669
VIGCARGB250X50	2,87769	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001549	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	3,35731	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001589	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	3,83692	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,00141	075CU+RSY (Sp)	0,000418
VIGCARGB250X50	4,31654	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX	0,001027	09CU+RSX (Sp)	0,000814

Continuación anexo H

VIGCARGB250X50	4,79615	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,00122
VIGCARGB250X50	5,27577	075CU+RSY (Sp)	0,000753	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,001625
VIGCARGB250X50	5,75538	09CU+RSX	0,00121	075CU+RSY (Sp)	0,000753	09CU+RSX (Sp)	0,002031
VIGCARGB250X50	6,235	09CU+RSX	0,00254	09CU+RSX (Sp)	0,001173	09CU+RSX (Sp)	0,002437

Anexo I. Resultado obtenidos mediante MODULO4

Continuación anexo I

**MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO**

**INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22**

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:P3

Piso	F	Nudo
	Sísmica (t)	Aplicac
1	35.44	25
2	71.02	26
3	94.3	27
4	0	27
5	0	27

DERIVAS : Pórtico:P3

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	2.351	0	2.351	3.6	0.672	< OK >
2	5.369	2.351	3.018	3.5	0.862	< OK >
3	7.547	5.369	2.178	3.5	0.622	< OK >
4	7.728	7.547	0.18	0.29	0.622	< OK >
5	7.06	7.728	-0.667	0.89	-0.75	< OK >

Continuación anexo I

**MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO**

**INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRCUTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22**

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:P2

Piso	F Sísmica (t)	Nudo Aplicac
1	36.15	25
2	72.43	26
3	96.89	27
4	0	27
5	0	27

DERIVAS : Pórtico:P2 .

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	2.398	0	2.398	3.5	0.685	< OK >
2	5.476	2.398	3.078	3.5	0.879	< OK >
3	7.697	5.476	2.222	3.5	0.635	< OK >
4	7.881	7.697	0.184	0.29	0.634	< OK >
5	7.201	7.881	-0.68	0.89	-0.764	< OK >

Continuación anexo I

**MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO**

**INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRCUTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22**

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:P1

Piso	F Sísmica (t)-	Nudo Aplicac
1	20.33	20
2	40.73	21
3	38.73	22
4	0	22
5	0	22

DERIVAS : Pórtico:P1

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	1.349	0	1.349	3.5	0.385	< OK >
2	3.079	1.349	1.731	3.5	0.494	< OK >
3	4.328	3.079	1.249	3.5	0.357	< OK >
4	4.432	4.328	0.103	0.29	0.357	< OK >
5	4.049	4.432	-0.383	0.89	-0.43	< OK >

Continuación anexo I

**MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO**

**INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRCUTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22**

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:PH

Piso	F Sísmica (t)	Nudo Aplicac
1	40.49	2
2	81.13	3
3	100.08	4
4	0	4
5	0	4

DERIVAS : Pórtico:PH

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	2.097	0	2.097	3.5	0.599	< OK >
2	4.581	2.097	2.484	3.5	0.71	< OK >
3	5.313	4.581	0.733	3.5	0.209	< OK >
4	5.332	5.313	0.019	0.29	0.064	< OK >
5	5.374	5.332	0.042	0.89	0.047	< OK >

Continuación anexo I

MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO

INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:PG

Piso	F Sísmica (t)	Nudo Aplicac
1	28.11	2
2	56.32	3
3	69.48	4
4	0	4
5	0	4

DERIVAS : Pórtico:PG

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	1.768	0	1.768	3.5	0.505	< OK >
2	3.864	1.768	2.096	3.5	0.599	< OK >
3	4.559	3.864	0.695	3.5	0.199	< OK >
4	4.581	4.559	0.021	0.29	0.074	< OK >
5	4.621	4.581	0.04	0.89	0.045	< OK >

Continuación anexo I

**MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO**

**INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22**

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:PF

Piso	F Sísmica (t)	Nudo Aplicac
1	49.25	2
2	98.68	3
3	121.73	4
4	0	4
5	0.01	6

DERIVAS : Pórtico:PF

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	1.818	0	1.818	3.5	0.519	< OK >
2	3.887	1.818	2.069	3.5	0.591	< OK >
3	4.28	3.887	0.393	3.5	0.112	< OK >
4	4.285	4.28	0.005	0.29	0.017	< OK >
5	4.301	4.285	0.016	0.89	0.018	< OK >

Continuación anexo I

MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO

INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRCUTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:PE

Piso	F Sísmica (t)	Nudo Aplicac
1	50.07	2
2	100.33	3
3	123.76	4
4	0	4
5	0	4

DERIVAS : Pórtico:PE

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	1.849	0	1.849	3.5	0.528	< OK >
2	3.956	1.849	2.107	3.5	0.602	< OK >
3	4.368	3.956	0.412	3.5	0.118	< OK >
4	4.369	4.368	0.001	0.29	0.003	< OK >
5	4.392	4.369	0.023	0.89	0.026	< OK >

Continuación anexo I

MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO

INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22

Proyecto

FUERZAS DEL PORTIGO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:PD

Piso	F Sísmica (t)	Nudo Aplicac
1	57.7	2
2	115.62	3
3	142.62	4
4	0.02	5
5	0	4

DERIVAS : Pórtico:PD

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalc/Dmáx	Revisión
1	2.13	0	2.13	3.5	0.609	< OK >
2	4.553	2.13	2.423	3.5	0.692	< OK >
3	4.995	4.553	0.442	3.5	0.126	< OK >
4	4.996	4.995	0.001	0.29	0.003	< OK >
5	5.023	4.996	0.027	0.89	0.031	< OK >

Continuación anexo I

CALCULO DE DERIVAS

Continuación anexo I

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño(t)
P1	27.783	8.212	4.737	12.949	40.732
P2	55.025	11.041	6.369	17.41	72.435
P3	60.904	6.417	3.702	10.119	71.023
P4	51.761	0.5	0.288	0.788	52.55
P5	56.712	-3.332	1.922	1.922	58.634
P6	67.348	-11.586	6.684	6.684	74.033
P7	41.55	-11.251	6.49	6.49	48.04

Piso: 3

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño(t)
P1	22.604	11.843	4.279	16.123	38.727
P2	64.722	23.626	8.537	32.164	96.886
P3	73.683	15.146	5.473	20.618	94.301
P4	58.103	2.635	0.952	3.588	61.69
P5	77.498	-5.36	1.937	1.937	79.434
P6	92.034	-23.815	8.605	8.605	100.64
P7	56.779	-24.076	8.7	8.7	65.479

Piso: 4

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño(t)
P1	0.001	0	0	0	0.001
P2	0.003	0	0	0	0.003
P3	0.003	0	0	0	0.003
P4	0.002	0	0	0	0.002
P5	0.003	0	0	0	0.003
P6	0.003	0	0	0	0.004
P7	0.002	0	0	0	0.002

Piso: 5

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño(t)
P1	0.001	0.001	0	0.001	0.002
P2	0.002	0.001	0	0.002	0.003
P3	0.002	0.001	0	0.001	0.003
P4	0.001	0	0	0	0.001
P5	0.001	0	0	0	0.001
P6	0.002	-0.001	0	0	0.002
P7	0.001	-0.001	0	0	0.001

Continuación anexo I

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo X(m)	Rig x Brazo
P5	3135.3	19.5	61150.8
P6	3723.4	25.74	95836.5
P7	2297.1	31.17	71609.8

Piso: 3

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo X(m)	Rig x Brazo
P1	914.49	0	0
P2	2618.43	5.22	13681.3
P3	2980.95	10.47	31210.6
P4	2350.64	15.74	36994.4
P5	3135.3	19.5	61150.8
P6	3723.4	25.74	95836.5
P7	2297.1	31.17	71609.8

Piso: 4

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo X(m)	Rig x Brazo
P1	0.15	0	0
P2	0.35	5.22	1.8
P3	0.4	10.47	4.2
P4	0.3	15.74	4.7
P5	0.33	19.5	6.5
P6	0.42	25.74	10.7
P7	0.22	31.17	7

Piso: 5

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo X(m)	Rig x Brazo
P1	0.02	0	0
P2	0.04	5.22	0.2
P3	0.04	10.47	0.4
P4	0.03	15.74	0.5
P5	0.03	19.5	0.6
P6	0.04	25.74	0.9
P7	0.02	31.17	0.7

FUERZAS SISMICAS EN CADA PORTICO. Análisis Paralelo al eje Y

Piso: 1

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño(t)
P1	13.865	4.098	2.364	6.462	20.327
P2	27.461	5.51	3.178	8.688	36.149
P3	30.395	3.202	1.847	5.05	35.445
P4	25.832	0.249	0.144	0.393	26.225
P5	28.302	-1.663	0.959	0.959	29.262
P6	33.611	-5.782	3.335	3.335	36.947
P7	20.736	-5.615	3.239	3.239	23.975

Piso: 2

Continuación anexo I

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño (t)
PG	45.56	1.24	9.52	10.76	56.32
PH	55.67	2.94	22.52	25.47	81.13

Piso: 3

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño (t)
PD	106.85	-4.67	35.77	35.77	142.62
PE	106.85	-2.21	16.91	16.91	123.76
PF	106.85	1.72	13.16	14.88	121.73
PG	56.21	1.53	11.74	13.27	69.48
PH	68.67	3.63	27.78	31.41	100.08

Piso: 4

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño (t)
PD	0.02	0	0	0	0.02
PE	0	0	0	0	0
PF	0	0	0	0	0
PG	0	0	0	0	0
PH	0	0	0	0	0

Piso: 5

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño (t)
PD	0	0	0	0	0
PE	0	0	0	0	0
PF	0.01	0	0	0	0.01
PG	0	0	0	0	0
PH	0	0	0	0	0

RIGIDECES DE CADA PORTICO. Análisis Paralelo al eje Y

Piso: 1

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo X(m)	Rig x Brazo
P1	1535.97	0	0
P2	3042.05	5.22	15894.7
P3	3367.1	10.47	35253.5
P4	2861.62	15.74	45036.2
P5	3135.3	19.5	61150.8
P6	3723.4	25.74	95836.5
P7	2297.1	31.17	71609.8

Piso: 2

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo X(m)	Rig x Brazo
P1	1535.97	0	0
P2	3042.05	5.22	15894.7
P3	3367.1	10.47	35253.5
P4	2861.62	15.74	45036.2

Continuación anexo I

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo Y(m)	Rig x Brazo
PD	3553.72	18.57	65992.7
PE	3553.72	14.48	51457.9
PF	3553.72	7.96	28287.6
PG	1869.33	5.98	11169.3
PH	2283.88	1.44	3288.8

Piso: 3

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo Y(m)	Rig x Brazo
PD	3553.72	18.57	65992.7
PE	3553.72	14.48	51457.9
PF	3553.72	7.96	28287.6
PG	1869.33	5.98	11169.3
PH	2283.88	1.44	3288.8

Piso: 4

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo Y(m)	Rig x Brazo
PD	305916.52	18.57	5680869.8
PE	0.3	14.48	4.3
PF	0.31	7.96	2.5
PG	0.16	5.98	0.9
PH	0.19	1.44	0.3

Piso: 5

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo Y(m)	Rig x Brazo
PD	0.03	18.57	0.5
PE	0.03	14.48	0.4
PF	31395.53	7.96	249908.4
PG	0.02	5.98	0.1
PH	0.02	1.44	0

FUERZAS SISMICAS EN CADA PORTICO. Análisis Paralelo al eje X

Piso: 1

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño (t)
PD	43.23	-1.89	14.47	14.47	57.7
PE	43.23	-0.89	6.84	6.84	50.07
PF	43.23	0.7	5.32	6.02	49.25
PG	22.74	0.62	4.75	5.37	28.11
PH	27.78	1.47	11.24	12.71	40.49

Piso: 2

Pórtico	F despl (t)	Torsión (t)	Tors Acc (t)	Tors Total (t)	F diseño (t)
PD	86.62	-3.79	29	29	115.62
PE	86.62	-1.79	13.71	13.71	100.33
PF	86.62	1.39	10.67	12.06	98.68

Continuación anexo I

**MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
ANÁLISIS SÍSMICO DEL EDIFICIO**

**INCIDENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22**

Proyecto

CENTROS DE MASA C_m y DE RIGIDEZ C_r . EXCENTRICIDADES Exc

Piso	$C_mX(m)$	$C_mY(m)$	$C_rX(m)$	$C_rY(m)$	$ExcX(m)$	$ExcY(m)$
1	14.66	10.61	16.27	10.814	1.61	0.204
2	14.66	10.61	16.27	10.814	1.61	0.204
3	14.66	10.61	17.23	10.814	2.57	0.204
4	15.58	18.57	16.1	18.57	0.52	0
5	7.87	7.96	15.441	7.96	7.571	0

ALTURAS DE PISO DEL EDIFICIO

Piso	Altura (m)	Altura Acumulada (m)
1	3.5	3.5
2	3.5	7
3	3.5	10.5
4	0.29	10.79
5	0.89	11.68

FUERZAS SÍSMICAS POR PISO

Piso	Fuerza F (t)	Fuerza F / R (t)
1	180.2	31.78
2	361.08	63.68
3	445.42	78.56
4	0.02	0
5	0.01	0

RIGIDECES DE CADA PORTICO. Análisis Paralelo al eje X

Piso: 1

Pórtico	Rigidez de Piso	Brazo Y(m)	Rig x Brazo
PD	3553.72	18.57	65992.7
PE	3553.72	14.48	51457.9
PF	3553.72	7.96	28287.6
PG	1869.33	5.98	11169.3
PH	2283.88	1.44	3288.8

Piso: 2

Continuación anexo I

MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
ANÁLISIS SÍSMICO. METODO DEL PÓRTICO EQUIVALENTE

INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22

RESULTADOS GENERALES

Período Fundamental del Edificio T = 0.51 seg
Valor del Espectro de Aceleraciones, Sa = 0.825
Coeficiente función del Período Fund, K = 1
Coeficiente de Capacidad de Disipac, R = 5.67
Cortante en la Base, V = 986.74 t

FUERZAS SISMICAS POR PISO (SIN dividir por R)

Piso	Peso Wx (t)	Altura Hx (m)	Wx*Hx*K	Fuerza Fx (t)
1	423.9	3.5	1488.72	180.2
2	423.9	7	2983.06	361.08
3	348.22	10.5	3679.81	445.42
4	0.01	10.79	0.14	0.02
5	0.01	11.68	0.08	0.01

Continuación anexo I

Irregularidad Geométrica	NO
Desplazamientos dentro del Plano Acción	NO
Piso Débil: Discontinuidad en Resistencia	NO

Continuación anexo I

MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
ANÁLISIS SÍSMICO: CARGAS, CENTROS DE MASA Y CONSTANTES

INCIDENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/08/07

Edificio. Caso General

Piso	C	PP	C	Uso
	Muerta (t/m ²)	VgCol	Viva (t/m ²)	
1	0.829	1	0.2	Educación
2	0.829	1	0.2	Educación
3	0.681	1	0.2	Cubiertas
4	0.001	1	0.2	Cubiertas
5	0.001	1	0.2	Cubiertas

RESUMEN DE ÁREAS TOTALES Y CENTROS DE MASA DE CADA PISO

Piso	Area	XG	YG
	Total (m ²)	(m)	(m)
1	511.34	14.66	10.61
2	511.34	14.66	10.61
3	511.34	14.66	10.61
4	12.6	15.58	18.57
5	6.44	7.87	7.96

CONSTANTES SÍSMICAS

VALOR DE A_s Y AMENAZA SISMICA

Ubicación del Proyecto	Mocoa
Coef Acelerac Pico Efc, Aa	0.3
Zona de Localización	Z 3A y 3B: Lacustre A
Capacidad Disipac Energía	DES : Especial
Coef Capacidad Disipac, Ro	7.0

EFFECTOS LOCALES

Tipo de Perfil del Suelo	Suelo S3
Coef de Importancia (según Uso)	II: Ocup Especial

IRREGULARIDAD EN PLANTA

Irregularidad Torsional	NO
Retrocesos Excesivos en las Esquinas	SI
Discontinuidades en el Diafragma	NO
Desplazamientos Plano Acción Columnas	NO
Sistemas No Paralelos	NO

IRREGULARIDAD EN ALTURA

Piso Flexible (Irregularidad en Rigidez)	NO
Irregularidad en Distribución de las Masas	SI

Continuación anexo I

MÓDULO 4 WINDOWS 1.2
CÁLCULO DE LAS DERIVAS DEL EDIFICIO

INCIDENCIA TECNICA Y ECONOMICA
EN EL USO DE UN MODELO DE ANALISIS ESTRCUTURAL PLANO Y UNO TRIDIMENSIONAL
PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS
FECHA : 2006/07/22

Proyecto

FUERZAS DEL PORTICO Y NUDOS DE APLICACION : Pórtico:P4

Piso	F	Nudo
	Sísmica (t)	Aplicac
1	26.23	26
2	52.55	27
3	61.69	28
4	0	28
5	0	28

DERIVAS : Pórtico:P4

Piso	Despl N.Sup (cm)	Despl N.Inf (cm)	Deriva Calc (cm)	Deriva Máx (cm)	Dcalo/Dmáx	Revisión
1	1.171	0	1.171	3.5	0.334	< OK >
2	2.573	1.171	1.403	3.5	0.401	< OK >
3	3.572	2.573	0.999	3.5	0.285	< OK >
4	3.655	3.572	0.083	0.29	0.285	< OK >
5	3.234	3.655	-0.42	0.89	-0.472	< OK >