

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA Y REFORZAMIENTO  
ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO UBICADO EN ZONA DE  
AMENAZA SISMICA ALTA**

**LUZ CONSUELO LUNA CARRILLO**

**ERNESTO CALDERÓN CARRILLO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACION EN ESTRUCTURAS  
BUCARAMANGA  
2012**

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA Y REFORZAMIENTO  
ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO UBICADO EN ZONA DE  
AMENAZA SISMICA ALTA**

**LUZ CONSUELO LUNA CARRILLO**

**ERNESTO CALDERÓN CARRILLO**



**Trabajo de Grado para optar al título de Especialista en Estructuras**

**Director**

Ph.D. Gustavo Chío Cho

Docente Escuela de Ingeniería Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACION EN ESTRUCTURAS  
2012**

Al Todopoderoso,  
A la memoria de mi padre, a mi madre  
A mi esposa, mis hijas y mis hermanos.

ERNESTO

A Dios por darme la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente,  
A mi esposo y a mis hijos por darme parte de su tiempo,  
A mis padres y familiares por su constante apoyo.

LUZ CONSUELO

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al Ing. GUSTAVO CHIO CHO, director de la presente tesis de grado, por su constante y desinteresada colaboración en la realización de este proyecto.

Al Ing. RICARDO CRUZ HERNANDEZ, coordinador de la Especialización en Estructuras, por su esfuerzo y dedicación en el mejoramiento y calidad del programa.

A LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, por su importante participación en los procesos de nuestra formación académica como profesionales que nuestro país necesita.

Al Ing. RODOLFO ARANGO SOLANO, por su colaboración desinteresada en el suministro de la información tomada como punto de partida para el desarrollo de la presente monografía.

A TODOS LOS FAMILIARES y AMIGOS, por su permanente colaboración y apoyo en el desarrollo de la presente tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCION .....                                                       | 19 |
| GLOSARIO .....                                                           | 20 |
| 1 DESCRIPCIÓN DE LA MONOGRAFIA.....                                      | 21 |
| 1.1 EL PROBLEMA.....                                                     | 21 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN .....                                                  | 21 |
| 1.3 OBJETIVOS .....                                                      | 21 |
| 1.3.1 Objetivo general.....                                              | 21 |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....                                        | 22 |
| 1.4 DELIMITACIÓN.....                                                    | 22 |
| 2 MARCO TEÓRICO.....                                                     | 24 |
| 2.1 METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD<br>SISMICA ..... | 24 |
| 2.1.1 Etapa preliminar.....                                              | 24 |
| 2.1.2 Reconocimiento visual .....                                        | 25 |
| 2.1.3 Estudio detallado .....                                            | 25 |
| 2.1.3.1 Ampliación de la información .....                               | 25 |
| 2.1.3.2 Análisis estructural.....                                        | 27 |
| 2.1.3.3 Determinación de la resistencia existente.....                   | 27 |
| 2.1.3.4 Determinación de la resistencia efectiva.....                    | 27 |
| 2.1.3.5 Cálculo de índices de flexibilidad.....                          | 28 |
| 2.1.3.6 Cálculo de índices de sobre-esfuerzo.....                        | 28 |
| 2.1.3.7 Análisis de secuencia de falla.....                              | 28 |
| 2.1.3.7.1 Análisis no lineal estático (pushover). .....                  | 30 |
| 2.1.3.7.2 Método del espectro de capacidad (ATC-40). .....               | 31 |
| 2.1.3.7.3 Método de los coeficientes (FEMA 356). .....                   | 33 |
| 2.1.3.8 Selección alternativa de reforzamiento.....                      | 33 |

|           |                                                                                                                   |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.3.8.1 | Reforzar la estructura .....                                                                                      | 33 |
| 2.1.3.8.2 | Rigidizar la estructura.....                                                                                      | 33 |
| 2.1.3.8.3 | Mejorar la capacidad de deformación.....                                                                          | 34 |
| 2.1.3.8.4 | Mejorar la capacidad de disipación de energía. ....                                                               | 34 |
| 2.1.3.9   | Informe final y planos.....                                                                                       | 34 |
| 3.        | EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS<br>GENERALES DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE.....                      | 36 |
| 3.1       | ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL ACTUAL .....                                                                       | 38 |
| 3.1.1     | Calidad del diseño y la construcción de la estructura original ( $\Phi_c$ ) ..                                    | 38 |
| 3.1.2     | Estado general de la estructura ( $\Phi_e$ ).....                                                                 | 38 |
| 3.2       | ESTUDIO DE SUELOS.....                                                                                            | 39 |
| 3.2.1     | Determinación de los parámetros del suelo, conforme a lo<br>establecido en la NSR-10 .....                        | 40 |
| 3.3       | ESPECTRO DE DISEÑO.....                                                                                           | 40 |
| 3.4       | PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN Y DIMENSIONES DE LAS<br>ZAPATAS EXISTENTES.....                                     | 41 |
| 3.5       | GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA, CARACTERÍSTICAS Y<br>RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS .....                               | 44 |
| 4.        | EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA<br>ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE -MODELO 01-..... | 49 |
| 4.1       | NORMAS APLICADAS .....                                                                                            | 49 |
| 4.2       | DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.....                                                                                   | 49 |
| 4.3       | EVALUACIÓN DE CARGAS Y MASAS .....                                                                                | 49 |
| 4.3.1     | Carga muerta y carga viva (B.3.3 Y B.4 NSR-10).....                                                               | 49 |
| 4.3.2     | Empuje de tierra y presión hidrostática (B.5 NSR-10).....                                                         | 52 |
| 4.3.3     | Fuerzas de viento (B.6 NSR-10) .....                                                                              | 52 |
| 4.4       | DEFINICIÓN DE IRREGULARIDADES .....                                                                               | 53 |
| 4.4.1     | Irregularidades en planta ( $\Phi_p$ ) .....                                                                      | 53 |

|         |                                                                                                  |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.2   | Irregularidad en altura ( $\Phi_a$ ).....                                                        | 53 |
| 4.5     | MODELO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE EN ETABS .....                                                 | 53 |
| 4.6     | CALCULO DEL CORTARTE BASAL (FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE).....                                  | 56 |
| 4.7     | CORTANTE BASAL DINAMICO ESPECTRAL .....                                                          | 56 |
| 4.8     | DERIVAS .....                                                                                    | 57 |
| 4.8.1   | Índices de flexibilidad .....                                                                    | 57 |
| 4.8.2   | Índices de sobreesfuerzo .....                                                                   | 58 |
| 4.8.2.1 | Índices de sobreesfuerzo en columnas .....                                                       | 58 |
| 4.8.2.2 | Índices de Sobreesfuerzo en vigas:.....                                                          | 61 |
| 4.8.3   | Resultados del modelamiento estructural .....                                                    | 62 |
| 5.      | SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE REFORZAMIENTO.....                                                   | 63 |
| 5.1     | ANÁLISIS ESTRUCTURAL MODELO No.02, ESTRUCTURA RIGIDIZADA Y REFORZADA Y RESULTADOS OBTENIDOS..... | 63 |
| 5.1.1   | Índices de flexibilidad obtenidos .....                                                          | 64 |
| 5.1.2   | Índices de sobreesfuerzo .....                                                                   | 64 |
| 5.1.2.1 | Índices de sobreesfuerzo en columnas .....                                                       | 64 |
| 5.1.2.2 | Índices de sobreesfuerzo en vigas .....                                                          | 65 |
| 5.1.3   | Reforzamiento de la estructura .....                                                             | 65 |
| 5.1.3.1 | Revisión y rediseño de la cimentación.....                                                       | 69 |
| 5.2     | PLANOS.....                                                                                      | 70 |
| 6.      | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                                              | 71 |
|         | BIBLIOGRAFIA .....                                                                               | 73 |
|         | AVISO LEGAL.....                                                                                 | 75 |



## LISTA DE TABLAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Dimensiones y cuantías de las zapatas existentes. ....      | 42 |
| Tabla 2. Dimensiones y acero de refuerzo de vigas existentes. ....   | 44 |
| Tabla 3. Dimensiones y cuantías de columnas existentes. ....         | 47 |
| Tabla 4. Tabla de cálculo de derivas modelo existente. ....          | 57 |
| Tabla 5. Cálculo de índices de flexibilidad modelo existente. ....   | 58 |
| Tabla 6. Cálculo de derivas modelo con reforzamiento. ....           | 63 |
| Tabla 7. Secciones de vigas y columnas modelo con reforzamiento. ... | 64 |
| Tabla 8. Índices de flexibilidad modelo con reforzamiento. ....      | 64 |
| Tabla 9. Tipos de columnas modelo con reforzamiento. ....            | 65 |
| Tabla 10. Tipos de vigas modelo con reforzamiento. ....              | 67 |
| Tabla 11. Cimentación modelo existente. ....                         | 69 |
| Tabla 12. Cimentación modelo con reforzamiento. ....                 | 70 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Criterios de evaluación para elementos. ....           | 29 |
| Figura 2. Espectro de Capacidad-Demanda típico.....              | 31 |
| Figura 3. Metodología evaluación vulnerabilidad sísmica. ....    | 35 |
| Figura 4. Espectro de diseño, basado en la NSR-10 .....          | 41 |
| Figura 5. Cimentación existente .....                            | 42 |
| Figura 6. Esquema típico de zapatas céntricas.....               | 43 |
| Figura 7. Esquema típico de zapatas excéntricas. ....            | 44 |
| Figura 8. Esquema típico de entrepiso.....                       | 48 |
| Figura 9. Modelo 3D de la Estructura existente. ....             | 53 |
| Figura 10. Planta de cimentación.....                            | 54 |
| Figura 11. Planta piso 1 Nivel+0.00. ....                        | 54 |
| Figura 12. Planta piso Niveles +2.70, +5.40, +8.10, +10.80. .... | 55 |
| Figura 13. Planta piso 5 Nivel +13.50. ....                      | 55 |
| Figura 14. Modelo 3D de la Estructura reforzada.....             | 63 |

## **LISTA DE FOTOS**

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Foto 1. Edificio en estudio .....                            | 36 |
| Foto 2. Vista del edificio sentido occidente – oriente ..... | 37 |
| Foto 3. Vista del edificio sentido oriente – occidente ..... | 37 |

## LISTADO DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo 1. Planos existentes .....                                                                                                                                            | 76  |
| Anexo 2. Estudio de suelos existente .....                                                                                                                                  | 83  |
| Anexo 3. Memorias de diseño existentes .....                                                                                                                                | 113 |
| Anexo 4. Espectro de diseño.....                                                                                                                                            | 136 |
| Anexo 5. Índices sobreesfuerzo por Flexo compresión de columnas modelo                                                                                                      | 138 |
| Anexo 6. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en columnas modelo .....                                                                                                     | 143 |
| Anexo 7. Índices de sobreesfuerzo por Flexión en vigas modelo .....                                                                                                         | 148 |
| Anexo 8. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en vigas modelo existente                                                                                                    | 151 |
| Anexo 9. Índices de sobreesfuerzo por Torsión en vigas modelo existente .                                                                                                   | 154 |
| Anexo 10. Índices de sobreesfuerzo por Flexo compresión de columnas<br>modelo con reforzamiento .....                                                                       | 157 |
| Anexo 11. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en columnas modelo con<br>reforzamiento .....                                                                               | 162 |
| Anexo 12. Índices de sobreesfuerzo por Flexión en vigas modelo con<br>reforzamiento .....                                                                                   | 167 |
| Anexo 13. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en vigas modelo con<br>reforzamiento .....                                                                                  | 170 |
| Anexo 14. Índices de sobreesfuerzo por Torsión en vigas modelo con<br>reforzamiento .....                                                                                   | 173 |
| Anexo 15. Detalles de reforzamiento de vigas, columnas y cimentación .....                                                                                                  | 178 |
| Anexo 16. Certificado de desarrollo y aprobación del curso online de ETABS<br>y SAFE por parte de los autores, otorgado por CSI Caribe, Computers &<br>Structures Inc. .... | 180 |

## RESUMEN

**TÍTULO:** ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO UBICADO EN ZONA DE AMENAZA SISMICA ALTA\*

**AUTORES:** Luz Consuelo Luna Carrillo\*\*  
Ernesto Calderón Carrillo\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Vulnerabilidad sísmica, reforzamiento estructural, análisis no-lineal estático (PUSHOVER), Índices de flexibilidad, índices de sobre-esfuerzo, demanda, capacidad.

**DESCRIPCIÓN:** Esta propuesta fue desarrollada a nivel académico ya que no se realizaron en campo las actividades necesarias para comprobar lo establecido en los planos de construcción, etapa necesaria para la realización de un estudio de vulnerabilidad sísmica. Todos los datos preliminares tales como: la geometría de los elementos, tipo de suelo, levantamiento geométrico de la estructura, profundidad de cimentación y la resistencia de los materiales empleados en el proceso constructivo fueron tomados de los planos de construcción, memorias de diseño y estudio de suelos realizados por los propietarios del proyecto.

Con base en lo anterior, no significa que lo desarrollado en la presente monografía no tenga ningún valor aplicativo. Por el contrario, ya que una vez realizada la etapa de recolección de información, se procede a realizar el estudio de la vulnerabilidad sísmica de la edificación de acuerdo a lo establecido en la Norma Sismo Resistente Colombiana vigente, NSR-2010, y más concretamente lo contenido en el capítulo A-10, denominado “Evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del reglamento”, el cual contiene los requisitos a emplear en la evaluación, adición, modificación y remodelación del sistema estructural; el análisis de vulnerabilidad, el diseño de las intervenciones de reforzamiento y rehabilitación sísmica y la reparación de edificaciones con posterioridad a la ocurrencia de un sismo. Asimismo, y de acuerdo al método de evaluación seleccionado, se debe ajustar a lo establecido en el Apéndice A-3, denominado “Procedimiento no lineal estático de plastificación progresiva PUSHOVER”.

Una vez determinada la vulnerabilidad de la estructura con base en los resultados obtenidos, se evalúa la necesidad de un reforzamiento o rehabilitación. Si el reforzamiento es indispensable, se procede a la escogencia de la alternativa más adecuada y luego al análisis y diseño de la estructura con la alternativa propuesta.

---

\* Monografía de la FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECANICAS. Especialización en Estructuras.

\*\* Director: Gustavo Chio Cho. Ingeniero Civil, Ph.D en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

## SUMMARY

**TITLE:** STUDY OF SEISMIC VULNERABILITY AND STRUCTURAL REINFORCEMENT OF FRAMED BUILDINGS AN AREA LOCATED IN HIGH SEISMIC THREAT\*

**AUTHORS:** Luz Consuelo Luna Carrillo\*\*  
Ernesto Calderón Carrillo\*\*

**KEY WORDS:** seismic vulnerability, structural reinforcement, analysis of nonlinear static (pushover), flexibility index, overstress index, demand, capacity.

**DESCRIPTION:** This proposal was developed at academic level since the necessary activities weren't made in field to verify the established in the construction plans, a necessary step for the conducting of a seismic vulnerability study. All preliminary data such as the geometry of the elements, soil type, geometrical uplifting of the structure, foundation depth and strength of materials used in the constructive process were taken from construction plans, design memories and study of grounds made by the owners of the project.

Taking into account this procedure does not mean that the work developed in this monograph has no applied value; on the contrary, since once the data collection stage is finished, the study of the seismic vulnerability of the building is carried out, according to the provisions of the current Colombian Earthquake Resistant Standard, NSR-2010, and more specifically contained in Chapter A-10, entitled "Evaluation and intervention of buildings built before the effective date of this version of the regulations," which contains the requirements to be used in the assessment, adding, modifying and remodeling of the structural system; the vulnerability analysis, design of interventions of seismic reinforcement and rehabilitation, and repairing of buildings after an earthquake occurrence. Also, according to the selection of the evaluation method, the provisions of Appendix A-3, entitled "Procedure nonlinear static pushover progressive plasticization" must be adjusted.

After determining the structure vulnerability based on the obtained results, the need of a reinforcement or rehabilitation is assessed .If the reinforcement is essential, the most suitable alternative and then the analysis and design of the structure with the proposed alternative are applied.

---

\* Monograph of the FACULTY OF ENGINEERING PHYSIQUE-MECHANICAL. Specialist in Structures

\*\* Director: Gustavo Chio Cho. Civil Engineer. Ph. D. Engineering of Roads, Channels and Ports of the Polytechnic University of Cataluña.

## INTRODUCCION

Una de las obsesiones del ser humano es la búsqueda continua del comportamiento de los fenómenos naturales para representarlos matemáticamente, y así poder entenderlos, interpretarlos y solucionarlos con el único objetivo de disminuir la pérdida de vidas humanas durante la ocurrencia de dichos fenómenos naturales.

Dentro de la Ingeniería Estructural, el hombre se ha dedicado a estudiar el comportamiento de las estructuras ante la ocurrencia de eventos sísmicos. En nuestro país, y con la ocurrencia de terremotos específicos, se ha venido cambiando la reglamentación sobre el tema.

Antes del 31 de marzo de 1.983, fecha en la cual ocurrió el terremoto de Popayán, en el país no existía ninguna norma o ley que reglamentaba el diseño, la construcción y la supervisión de las estructuras en el territorio nacional. Los ingenieros tomaban como base para el diseño primordialmente las normas establecidas por el Instituto Americano del Concreto (ACI, por sus siglas en inglés). La ocurrencia de dicho sismo aceleró el proceso de aprobación en el Congreso Colombiano de la ley 1400 de 1984, más conocida como el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes.

Durante el periodo comprendido entre la aprobación de la ley 1400 de 1.984 y la aprobación de la ley 400 de 1.997, ocurrieron en el país varios sismos de gran magnitud (el más severo, en cuanto a la pérdida de vidas humanas (800 personas), fue el registrado el 6 de junio de 1.996 en el corregimiento de Páez, departamento del Cauca. La nueva ley, conocida como la Norma Sismo Resistente o NSR-98, tuvo grandes cambios, en especial en cuanto al diseño sísmico de edificaciones. Es importante anotar que con el avance tecnológico tanto en hardware como en software, los mecanismos de refinamiento para idealizar el comportamiento de las estructuras ante las fuerzas gravitacionales y horizontales cada día se han ido perfeccionando, y fácilmente podemos llegar a observar en el monitor de un computador el comportamiento de una edificación ante cualquier solicitud que se pueda presentar.

El 25 de enero de 1.999 se presentó en Armenia el sismo más fuerte registrado en Colombia en el siglo XX. De acuerdo con las estadísticas, con un total de 1.186 víctimas y más de 160.000 damnificados, ha sido uno de los eventos sísmicos que más ha golpeado a nuestro país. Terremotos como el presentado en el eje cafetero han hecho que la reglamentación sobre el tema se vuelva cada vez más exigente, todo con el único propósito de preservar la vida de los seres humanos.

Actualmente la Norma Sismo Resistente vigente es el decreto 926 de 2.010, más conocida como NSR-2010. Esta ley será la base para el desarrollo de la presente monografía el cual tiene por objeto el estudio de la vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural de un edificio aporticado ubicado en zona de riesgo sísmico alto, y más concretamente en la ciudad de Bucaramanga. Es de aclarar que adicionalmente, para la elaboración del análisis estático no lineal o PUSHOVER se ha tomado como referencia los procedimientos descritos en el ATC-40 (Applied Technology Council) y el FEMA-356 (Federal Emergency Management Agency).

## GLOSARIO

**NSR-2010:** Decreto ley 1000 de 2010, el cual contiene la Norma Sismo Resistente Colombiana que rige el diseño, la construcción y la supervisión técnica de las edificaciones que se desarrollen en nuestro país.

**ATC-40:** Documento publicado en el mes de noviembre del año 1996 por el concejo de tecnología aplicada (ATC por sus siglas en inglés), el cual contiene los procedimientos a seguir para la Evaluación Sísmica y Actualización de los Edificios en Concreto Reforzado.

**FEMA-356:** Documento publicado en el mes de noviembre del año 2000 por la agencia federal para el manejo de emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés), el cual contiene las Normas y Comentarios para la Rehabilitación Sísmica de Edificaciones.

**Ductilidad:** Es la capacidad que tiene un material estructural para deformarse más allá del rango elástico, sin fallar.

**Índice de flexibilidad:** Es la susceptibilidad de una estructura a tener derivas excesivas, con respecto a las permitidas en la norma escogida.

**Índice de flexibilidad de piso:** Es el cociente entre la deriva obtenida del análisis de la edificación y la permitida en la norma.

**Índice de flexibilidad de la estructura:** Es el mayor valor de los índices de flexibilidad de piso de toda la estructura. Se debe evaluar para las deflexiones verticales y para las derivas.

**Índice de sobre-esfuerzo:** es el cociente entre las solicitaciones equivalentes, calculadas de acuerdo a NSR-2010, A.10.4.2 y la resistencia efectiva.

**Índice de sobre-esfuerzo de los elementos:** es el índice de los sobre-esfuerzos de cada uno de los elementos estructurales.

**Índice de sobre-esfuerzo de la estructura:** es el índice calculado para toda la estructura, evaluando los elementos con mayor índice de sobre-esfuerzo individual y tomando en consideración su importancia dentro de la resistencia general de la estructura como conjunto.

**Análisis no lineal estático:** este método también se conoce como plastificación progresiva o PUSHOVER, consiste en evaluar la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico de una estructura. Cuando un análisis de vulnerabilidad se realiza por este procedimiento, para el caso colombiano, se debe ajustar a lo establecido en el apéndice A.3 de la NSR-2.010.



## **1 DESCRIPCIÓN DE LA MONOGRAFIA**

### **1.1 EL PROBLEMA**

Durante la etapa de planeación de un proyecto de obra civil se encuentra el proceso de diseño estructural, que debe ser ajustado a la normatividad vigente. En el desarrollo de la presente monografía se va a evaluar un edificio cuyo uso fue destinado a vivienda y el sistema estructural escogido fue el de pórticos de concreto reforzado resistentes a momento, cimentación con zapatas céntricas y excéntricas unidas con vigas y placas aligeradas armadas en una dirección, sistema muy utilizado en nuestro medio.

De acuerdo con los planos estructurales existentes, la edificación fue diseñada y construida a finales del año 1.994 y principios de 1.995, lo cual nos permite asegurar que el diseño estructural y el estudio de suelos<sup>1</sup> fueron realizados cumpliendo con el Código Colombiano de Normas Sismo-Resistentes decreto 1400 de 1.984. De acuerdo con lo anterior, podemos afirmar que dicha estructura puede llegar a ser vulnerable ante la ocurrencia de un sismo.

En este proyecto se pretende realizar un análisis de vulnerabilidad y plantear un reforzamiento a dicha estructura para que cumpla la nueva Norma NSR 2010.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La estructura donde funciona actualmente el edificio en estudio está compuesta por un parqueadero y cinco niveles dedicados a vivienda, en donde el último nivel es dúplex, y como se anotó en la descripción del problema, fue construida hace ya más de quince años. La edificación ha resistido las cargas verticales a las cuales está sometida y sismos de mediana intensidad que se han presentado en esta ciudad desde la fecha en que entró en servicio hasta el día de hoy, sin presentar daños visibles. Sin embargo, de acuerdo con la antigüedad de la construcción, y la reglamentación vigente en materia de diseño estructural para esa época, es de suponer que el sistema estructural no cumple con los requisitos exigidos por la NSR-2.010.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

---

<sup>1</sup> Ver Anexo 2 –Estudio de suelos–

Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural a una estructura existente, evaluando los índices de flexibilidad y sobre resistencia para un edificio aporticado localizado en zona de amenaza sísmica Alta.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Caracterizar los materiales (concreto y acero), tipo de suelo, geometría de la estructura, y profundidad de cimentación.
2. Realizar un análisis No Lineal – estático (Pushover) para determinar el estado actual de la estructura.
3. Realizar la evaluación, calificación y análisis de vulnerabilidad de la edificación existente, de acuerdo con lo establecido en la NSR-2.010.
4. Seleccionar la mejor alternativa de reforzamiento estructural teniendo en cuenta aspectos de arquitectónicos, económicos, técnicos (comportamiento de la estructura) y procesos constructivos.
5. Evaluar el comportamiento de la estructura reforzada desde el punto de vista de resistencia y flexibilidad, con el sistema de reforzamiento seleccionado.
6. Elaborar un análisis No lineal – estático (Pushover) para determinar el estado de la estructura después del reforzamiento.

## **1.4 DELIMITACIÓN**

Para el desarrollo del plan propuesto, estudio de vulnerabilidad sísmica y Reforzamiento estructural del edificio en zona de amenaza sísmica alta, se desarrollaran las siguientes actividades.

1. *Levantamiento geométrico de la edificación:* Se tomará la establecida en los planos estructurales.
2. *Estudio de suelos:* No se realizará estudio de suelos, ya que se cuenta con el estudio de suelos realizado en la etapa de diseño de la edificación, y se tomará como referencia para la clasificación dentro de la NSR-2010.
3. *Determinación de la resistencia del concreto:* Se tomará la resistencia contenida en los planos estructurales para cada uno de los elementos.
4. *Exploración de la profundidad de la cimentación:* Se tomará la establecida en los planos estructurales
5. *Geometría de la estructura:* Se tomarán las secciones y longitudes establecidas en los planos estructurales.

6. *Exploración del acero de refuerzo:* para cada elemento se tomará el establecido en los planos estructurales.
7. *Primer Modelo:* Se realizará un primer modelo para calcular las fuerzas internas de los elementos y los desplazamientos a la que puede estar sometida la estructura en las condiciones actuales.
8. *Segundo Modelo:* Con la información recopilada en los puntos anteriores se montará un modelo en un programa de computador (Etabs para nuestro caso) y se realizará un análisis No Lineal – Estático (Pushover) estableciendo rótulas en las vigas con (M33) y en las columnas con (P, M22 y M33)
9. *Tercer Modelo:* Se realizará un modelo Nuevo como si la estructura fuera una edificación nueva, dando cumplimiento a lo establecido en la Norma NSR-2010.
10. *Cálculo de los índices de Sobre esfuerzo y de flexibilidad:* Consiste en la comparación de los resultados obtenidos del segundo modelo con el Tercer modelo para determinar los índices de sobre esfuerzo y de flexibilidad.
11. *Planteamiento de alternativas para reforzamiento estructural:* Se basa en los aspectos arquitectónicos, económicos, técnicos (comportamiento de la estructura) y procesos constructivos
12. *Análisis del reforzamiento:* Se analizará el comportamiento de la estructura reforzada desde el punto de vista de flexibilidad y resistencia. Finalmente, se elaborará un análisis pushover teniendo en cuenta la estructura ya reforzada.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA

La vulnerabilidad de una estructura se puede definir como su predisposición a sufrir daños ante una determinada solicitación, estando asociada dicha predisposición a los procesos de concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la estructura analizada. Es necesario realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica de una estructura existente cuando se cumple uno de los siguientes parámetros:

1. **Actualización al Reglamento:** Edificaciones que conservan su estructura original tanto en área como en altura, y por decisión de su propietario desea modificar la capacidad de resistencia de la estructura. Para el caso de las edificaciones indispensables y de atención a la comunidad, de acuerdo a lo establecido en NSR-2010, A.2.5.1.1, se debe realizar la evaluación sísmica.
2. **Ampliaciones:** Cuando se proyecta un aumento en área o en altura, es necesario realizar la evaluación sísmica.
3. **Modificaciones:** Cuando se proyecta una renovación de una estructura, tal como un cambio de uso, y dicha modificación incrementa la solicitación sísmica o reduzca la capacidad estructural de cualquier elemento en un 10%, se debe realizar la capacidad estructural de toda la edificación.

Sin importar la metodología a utilizar, es indispensable el conocimiento previo de las características generales de la obra que se requiere analizar. Por tanto es indispensable la realización de varias etapas que se resumen a continuación:

#### 2.1.1 Etapa preliminar

En la etapa preliminar se deben ejecutar las siguientes actividades:

1. **Antecedentes:** Es la información general de la obra, tales como el sistema estructural empleado, condiciones geométricas, materiales utilizados, año de construcción.
2. **Registros previos:** Es toda la información técnica realizada antes de la ejecución del proyecto, como los planos de diseño, memorias de cálculo, estudio de suelos, bitácoras de obra, especificaciones de materiales, ensayos de laboratorio, y todo aquello que se tuvo en cuenta durante la construcción para la estructura analizada.

3. **Entorno social:** Se debe analizar la importancia social de la estructura construida, así como las implicaciones sociales y económicas que conllevaría al sector circundante y a los ocupantes el resultado del estudio de vulnerabilidad, aclarando que el resultado puede ser una demolición total o parcial, o una rehabilitación.

### **2.1.2 Reconocimiento visual**

Durante el reconocimiento visual de la estructura, se deben realizar las siguientes actividades:

1. **Revisión Arquitectónica y Estructural:** Se debe realizar un levantamiento geométrico tanto arquitectónico como estructural en planta como en perfil de la edificación a evaluar. Este procedimiento es indispensable, bien sea para confrontarlo con los planos de construcción, y en caso de que no existan para obtener la información necesaria para la evaluación de la vulnerabilidad.
2. **Caracterización de Materiales:** En este aparte se deben determinar el estado y las resistencias aproximadas de los materiales que componen el sistema estructural. Dependiendo del nivel de información que se requiera, de la calidad y magnitud del estudio, estos ensayos pueden ser de tipo no destructivos (realizado in situ) o de tipo destructivo (realizado en el laboratorio).
3. **Identificación de Daños:** Mediante una inspección visual se deben identificar los daños más relevantes, así como su localización exacta en el elemento o elementos afectados, bien sean estos estructurales o no estructurales.

Con la realización de las dos etapas anteriores, se puede determinar una vulnerabilidad estructural preliminar de la estructura evaluada. Dentro de las conclusiones de este proceso, se debe concluir la necesidad de realizar o no un diagnóstico detallado de la edificación.

Si se recomienda la ejecución de un estudio detallado, se deben realizar las siguientes actividades:

### **2.1.3 Estudio detallado**

Para realizar un estudio detallado de la edificación se deben ejecutar las siguientes actividades:

#### **2.1.3.1 Ampliación de la información**

En esta etapa se debe recopilar o ampliar toda la información de acuerdo a los siguientes lineamientos:

1. **Recopilación y complemento de información:** Es necesaria la recopilación de nueva información, y que en la etapa preliminar no se tuvo en cuenta o no se detectó.
2. **Identificación detallada de daños:** Se debe realizar un inventario detallado y su localización exacta de todos los daños que se presentan en la estructura, y que no fueron incluidos en la etapa preliminar.
3. **Propiedad de los materiales:** De acuerdo a los ensayos realizados en la etapa preliminar se deben determinar las propiedades de los materiales utilizados en los elementos que componen el sistema estructural de la edificación.
4. **Propiedades del suelo de fundación:** Se deben establecer las propiedades del suelo de fundación a partir del estudio de suelos realizado en la planificación del proyecto. Si no se tiene a mano, se recomienda la elaboración del estudio de suelos.
5. **Calificación del sistema estructural:** Tomando como base las características encontradas en la estructura, y su confrontación con los planos de diseño y construcción. La calificación se hace con base en dos puntos fundamentales, que se describen a continuación, asignándole a cada uno un coeficiente que depende de la evaluación efectuada como sigue: bueno (1,00), regular (0,80) o malo (0,60) (Tabla A.10.4-1 NSR-2010).
  - 5.1. **Calidad del diseño y la construcción de la estructura original ( $\Phi_c$ ):** Se debe evaluar la calidad, eficiencia, configuración estructural y las posibles fallas que pudieran presentarse en la ejecución del proyecto. Se pueden utilizar, si existen, los registros de la interventoría y los ensayos de laboratorio realizados. Deben tenerse en cuenta el potencial de mal comportamiento debido a una distribución irregular de la masa o la rigidez, la ausencia de diafragmas, amarres y otros elementos que garanticen su buen comportamiento.
  - 5.2. **Estado General de la Estructura ( $\Phi_e$ ):** Es una calificación del estado actual de la estructura, basado en aspectos tales como fisuraciones por cambio de temperaturas, corrosión del refuerzo, asentamientos diferenciales presentados, reformas realizadas, deflexiones excesivas presentadas y en general otros aspectos que determinen su estado actual.

### 2.1.3.2 Análisis estructural

Con la información recopilada de la edificación, se determinan las siguientes evaluaciones de cargas:

1. **Cargas diferentes a las fuerzas sísmicas:** Se debe realizar una evaluación de las fuerzas actuantes diferentes a las sísmicas en la estructura, de acuerdo a los requisitos del Título B de la NSR-2010. Las cargas muertas deben ser el resultado de los resultados obtenidos en campo, pero en ningún evento deben de ser inferiores a las establecidas en el Título B de la NSR-2010.
2. **Fuerzas sísmicas:** De acuerdo al sismo de diseño, se deben determinar las fuerzas actuantes en la edificación, por los métodos establecidos en la NSR-2010.
3. **Combinaciones de carga:** Se deben realizar las combinaciones de cargas con los coeficientes establecidos en el Capítulo B.2 de la NSR-2010, para obtener las envolventes de las fuerzas internas equivalentes en cada uno de los elementos estructurales.
4. **Análisis Estructural:** Una vez se han determinado las cargas actuantes tanto gravitacionales como horizontales, y las combinaciones de cargas establecidas de acuerdo a la NSR-2010, se realiza un análisis estructural por medio de uno de los modelos matemáticos establecidos en la norma. El resultado del análisis estructural serán las fuerzas y esfuerzos internos en cada uno de los elementos estructurales.

### 2.1.3.3 Determinación de la resistencia existente.

Teniendo como base los resultados obtenidos en la determinación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales que componen la estructura, incluyendo el estudio de suelos, se determina la resistencia real de cada uno de los elementos estructurales bajo parámetros como el módulo de elasticidad de cada material, el grado de deformabilidad y degradación del material. Por tanto, la resistencia existente está dada por el grado de deterioro de cada elemento estructural.

### 2.1.3.4 Determinación de la resistencia efectiva.

La resistencia efectiva muestra de forma cualitativa la resistencia esperada de cada uno de los elementos o de la estructura en general. De acuerdo a la NSR-2010, la resistencia efectiva debe evaluarse como el producto de la resistencia existente, multiplicada por los coeficientes definidos por la calidad del sistema estructural ( $\Phi_c$  y  $\Phi_e$ ).

### 2.1.3.5 Cálculo de índices de flexibilidad.

El índice de flexibilidad es el grado de deformación de la estructura. Se define como la susceptibilidad de una estructura a tener derivas excesivas, con respecto a las permitidas en la norma escogida. De acuerdo a la NSR-2010, en su aparte A.10.4.3.5, existen dos acepciones:

1. **Índice de Flexibilidad por piso:** El cual se define como el cociente entre la deflexión o deriva obtenida del análisis de la estructura, y la permitida en el Reglamento, para cada uno de los pisos de la edificación.
2. **Índice de Flexibilidad de la estructura:** Es el mayor valor de los índices de flexibilidad de piso de toda la estructura. Se debe evaluar para las deflexiones verticales y las derivas.

### 2.1.3.6 Cálculo de índices de sobre-esfuerzo.

Como resultado del modelamiento de la estructura, se han determinado los esfuerzos a los cuales está o va a estar sometida la estructura, y con anterioridad se han calculado las resistencias aproximadas de cada uno de los elementos; de esta forma, se puede establecer una relación entre los esfuerzos actuantes y los esfuerzos resistentes. Este tipo de correlación se denomina **índice de sobre-esfuerzo** y busca establecer la proporción entre la demanda y la capacidad del elemento analizado, a partir de la resistencia efectiva y las solicitaciones previstas.

De acuerdo a la NSR-2010, A.10.4.3.1, el índice de sobre-esfuerzo se expresa como el cociente entre las solicitaciones equivalentes, calculadas de acuerdo con A.10.4.2 y la resistencia efectiva. Tiene dos acepciones:

1. **Índice de sobre-esfuerzo de los elementos:** el cual se refiere al índice de sobre-esfuerzo de cada uno de los elementos de la estructura, considerando las relaciones entre la demanda sísmica de esfuerzos y la capacidad de resistirlos.
2. **Índice de sobre-esfuerzo de la estructura:** Es el índice calculado para toda la estructura, evaluando los elementos con mayor índice de sobre-esfuerzo individual y tomando en consideración su importancia dentro de la resistencia general de la estructura como conjunto.

### 2.1.3.7 Análisis de secuencia de falla.

De acuerdo con la NSR-2010, A.10.5.1.B, en este aparte se formula una hipótesis de secuencia de falla de la edificación con base en la línea de menor resistencia, identificando la incidencia de falla progresiva de los elementos, iniciando con aquellos con mayor índice de sobre-esfuerzo. En otras palabras, se trata de determinar la demanda sísmica en términos del desplazamiento de la estructura.



El análisis de secuencia de falla se realiza para evaluar el desempeño de los elementos, el cual se puede determinar de acuerdo a:

1. **Acción controlada por la deformación:** el elemento tendrá un comportamiento dúctil, y el desempeño se medirá en términos de deformación y se espera que el elemento tenga capacidad de entrar en el rango inelástico. Este criterio es usado en los análisis estáticos no lineales.
2. **Acción controlada por la fuerza:** el elemento tendrá un comportamiento frágil y los elementos permanecerán en su rango elástico.

Para establecer los límites de desempeño en término de las deformaciones, la respuesta de un elemento se mide en función del criterio de aceptación de acuerdo a la siguiente gráfica:

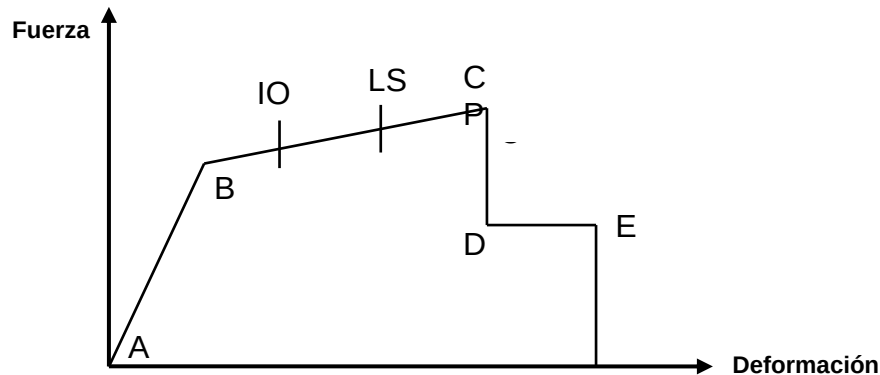


Figura 1. Criterios de evaluación para elementos.

Los tres niveles de desempeño establecidos (ocupación inmediata (IO), Preservación de la vida (LS), y Prevención del colapso (CP)), son utilizados para establecer los objetivos de la rehabilitación en los elementos estructurales.

El tramo entre el punto A y B representa la condición elástica y lineal de la estructura (rigidez inicial). El punto B representa el punto de fluencia del acero ( $f_y$ ). El tramo entre el punto B y C representa la pendiente de post-fluencia. El punto C representa la resistencia última. El tramo entre C y D representa la degradación significativa de la resistencia. Por último, el tramo entre D y E representa la pérdida total de resistencia.

Así mismo, El punto IO se presenta cuando un primer elemento llega al punto de ocupación inmediata. El punto LS se presenta cuando un primer elemento llega al punto de preservación de la vida. El punto CP se presenta cuando un primer elemento llega al punto de prevención de colapso.

Un elemento cuya respuesta esté entre B y IO, indica que la estructura puede ser ocupada de inmediato luego del sismo. Si la respuesta está entre IO y LS, este criterio es el usado para establecer la seguridad de la vida de los ocupantes. Si la respuesta está en CP, será necesario prevenir el colapso por medio de rehabilitación al elemento en cuestión.

#### **2.1.3.7.1 Análisis no lineal estático (pushover).**

En el presente trabajo se realizará un análisis lineal estático o PUSHOVER, el cual es un proceso sucesivo de análisis estáticos incrementales que toman en cuenta la variación de la rigidez en los elementos. El análisis se efectúa incrementando la carga lateral hasta que la estructura alcanza ciertos límites de desplazamientos o se vuelve inestable. El PUSHOVER es apropiado para obtener la curva de capacidad lateral más allá del rango elástico y la formación secuencial de mecanismos y fallas en los elementos.

Los objetivos de un PUSHOVER son:

1. Determinar la capacidad lateral de la estructura.
2. Determinar cuáles son los elementos más susceptibles a fallar primero.
3. Determinar la ductilidad local de los elementos y global de la estructura.
4. Verificar el concepto de vigas débiles y columnas fuertes.
5. Verificar la degradación global de la estructura.
6. Verificar los desplazamientos relativos inelásticos.

Una vez obtenida la curva de capacidad, el objetivo es determinar el punto de desempeño o máxima respuesta de desplazamiento, tal y como se indica en la figura 2. Con este punto se pueden obtener las probabilidades de daño en la estructura usando las curvas de fragilidad. Para ello, podemos utilizar el método de los coeficientes (FEMA 356)<sup>2</sup> o el método del Espectro de Capacidad (ATC-40)<sup>3</sup>, permitidos por la NSR-2010, siempre y cuando se garanticen los criterios de resistencia y capacidad de funcionamiento establecidos en la norma. Describiremos rápidamente los procedimientos establecidos en los documentos ATC-40 y FEMA 356.

---

<sup>2</sup> FEMA 356. American society of civil engineers. Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Washington. Federal emergency management agency 2000.

<sup>3</sup> ATC 40. Applied technology council. Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings, ATC 40 Report. Redwood: Applied technology council, 1996.

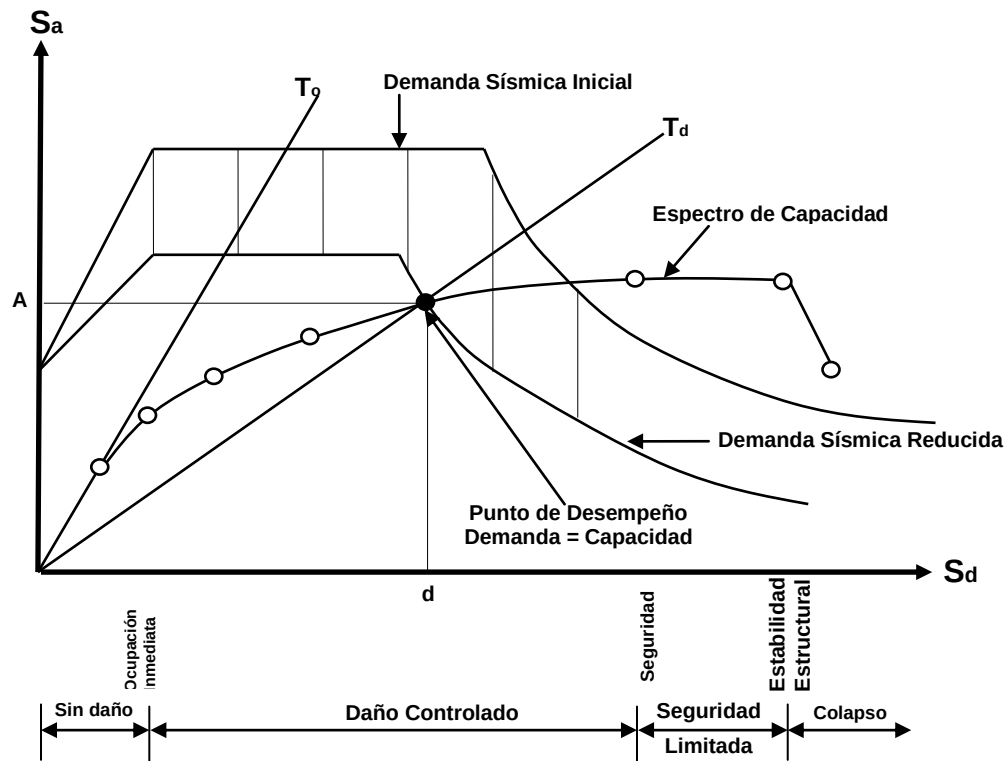


Figura 2. Espectro de Capacidad-Demanda típico.

#### 2.1.3.7.2 Método del espectro de capacidad (ATC-40).

La estimación de la máxima respuesta de desplazamiento es llamado el método de la "Capacidad de Espectro", el cual se obtiene siguiendo el siguiente proceso analítico:

1. Se genera la curva de capacidad.
2. Se superpone la demanda y la capacidad en coordenadas espectrales.
3. Se reduce la demanda y se obtiene la máxima respuesta de desplazamiento.

Para estimar la máxima respuesta existen tres procesos que son:

1. **PROCESO A:** En el cual se deben realizar los siguientes pasos:
  - Desarrollar el Espectro de Demanda con el 5% de amortiguamiento.
  - Calcular la curva de capacidad lateral.

- Transformar las coordenadas a formato ADRS (Acceleration-Displacement Response Spectra).
- Superponer los dos gráficos.
- Asumir un punto sobre la curva de capacidad.
- Desarrollar la representación bilineal, usando el punto asumido.
- Calcular los factores de reducción espectral que dependen del diagrama bilineal asumido.

2. **PROCESO B:** En el cual se deben realizar los siguientes pasos:

- Especificar el tipo de estructura.
- Desarrollar el Espectro de Demanda con el 5% de amortiguamiento.
- Calcular la curva de capacidad lateral.
- Transformar las coordenadas a formato ADRS (Acceleration-Displacement Response Spectra).
- Superponer los dos gráficos.
- Dependiendo del tipo de estructura se verifica el máximo amortiguamiento.
- Se desarrolla una familia de espectros de demanda usando los factores de reducción dados en la norma para cada amortiguamiento.
- Se construye la representación bilineal del Espectro de capacidad.

3. **PROCESO C:** Este procedimiento ha sido desarrollado para proporcionar una solución gráfica con métodos manuales. Han que desarrollar los siguientes pasos:

- Desarrollar el Espectro de Demanda con el 5% de amortiguamiento.
- Dibujar el Espectro de Demanda con el 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de amortiguamiento.
- Transformar las coordenadas a formato ADRS (Acceleration-Displacement Response Spectra).

- Desarrollar la representación bilineal, usando el punto asumido.
- Determinar el punto de desempeño.

### **2.1.3.7.3 Método de los coeficientes (FEMA 356).**

Este método utiliza factores de corrección ( $C_0$ = factor que relaciona el desplazamiento espectral de un sistema de un grado de libertad con el desplazamiento de la cubierta del sistema de varios grados de libertad,  $C_1$ = factor que relaciona el desplazamiento inelástico con el desplazamiento del sistema elástico,  $C_2$ = factor que representa el efecto de la forma de los lazos de histéresis en el desplazamiento, y  $C_3$ = factor que representa el incremento del desplazamiento debido al efecto P- $\Delta$  dinámico), para estimar el desplazamiento de la cubierta de una estructura de N grados de libertad que responde inelásticamente. Se desarrolla mediante los siguientes pasos:

- Generar la curva de capacidad mediante un análisis estático no lineal, con representación bilineal.
- Calcular el periodo fundamental efectivo.
- Calcular el cortante basal.
- Calcular la demanda de desplazamiento.

### **2.1.3.8 Selección alternativa de reforzamiento.**

#### **2.1.3.8.1 Reforzar la estructura.**

Al seleccionar esta alternativa, el reforzamiento hace que la estructura tenga una mayor capacidad lateral, sin sacrificar demasiado la ductilidad o capacidad de deformación. La demanda sísmica disminuye significativamente y el amortiguamiento aumenta. El reforzamiento de la estructura se logra mediante la introducción de modificaciones en el diseño que acompañados de cambios en el refuerzo de los elementos estructurales necesarios, permitan dar cumplimiento en cuanto a resistencia y capacidad de funcionamiento requerida por la edificación.

#### **2.1.3.8.2 Rigidizar la estructura.**

Al rigidizar la estructura se disminuye el desplazamiento lateral. No se logra un significativo aumento en la capacidad lateral de la estructura y la demanda sísmica permanece prácticamente igual a la estructura no rigidizada. La rigidización de la estructura se logra mediante el engrosamiento de secciones o con la introducción de nuevos elementos estructurales tales como muros de cortante y/o pórticos arriostrados de acero, con lo cual se busca dar cumplimiento a lo exigido por la norma de diseño en cuanto al control de derivas.

#### **2.1.3.8.3 Mejorar la capacidad de deformación.**

Al mejorar la capacidad de deformación de la estructura, permite que la curva de capacidad lateral sea más pronunciada, la estructura será más dúctil y alcanzará un desplazamiento mayor logrando ser sísmicamente resistente. Esto se logra añadiendo revestimiento exterior de confinamiento como pueden ser placas de acero continua que envuelven el elemento existente o la instalación de fibras de reforzamiento (FRP).

#### **2.1.3.8.4 Mejorar la capacidad de disipación de energía.**

Al mejorar la capacidad de disipación de energía, que se logra con la instalación de aisladores sísmicos en la base, se incrementa el amortiguamiento efectivo y el periodo. Así mismo se aumenta el desplazamiento.

#### **2.1.3.9 Informe final y planos**

Una vez se ha desarrollado el método escogido para la rehabilitación de la estructura, se procede a la elaboración del informe final, planos de construcción, especificaciones, presupuesto, y todo lo necesario a juicio del diseñador para llevar a cabo la intervención de la edificación.

A continuación, se presenta un esquema metodológico, el cual mediante un diagrama de flujo resume los pasos a seguir para realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica.

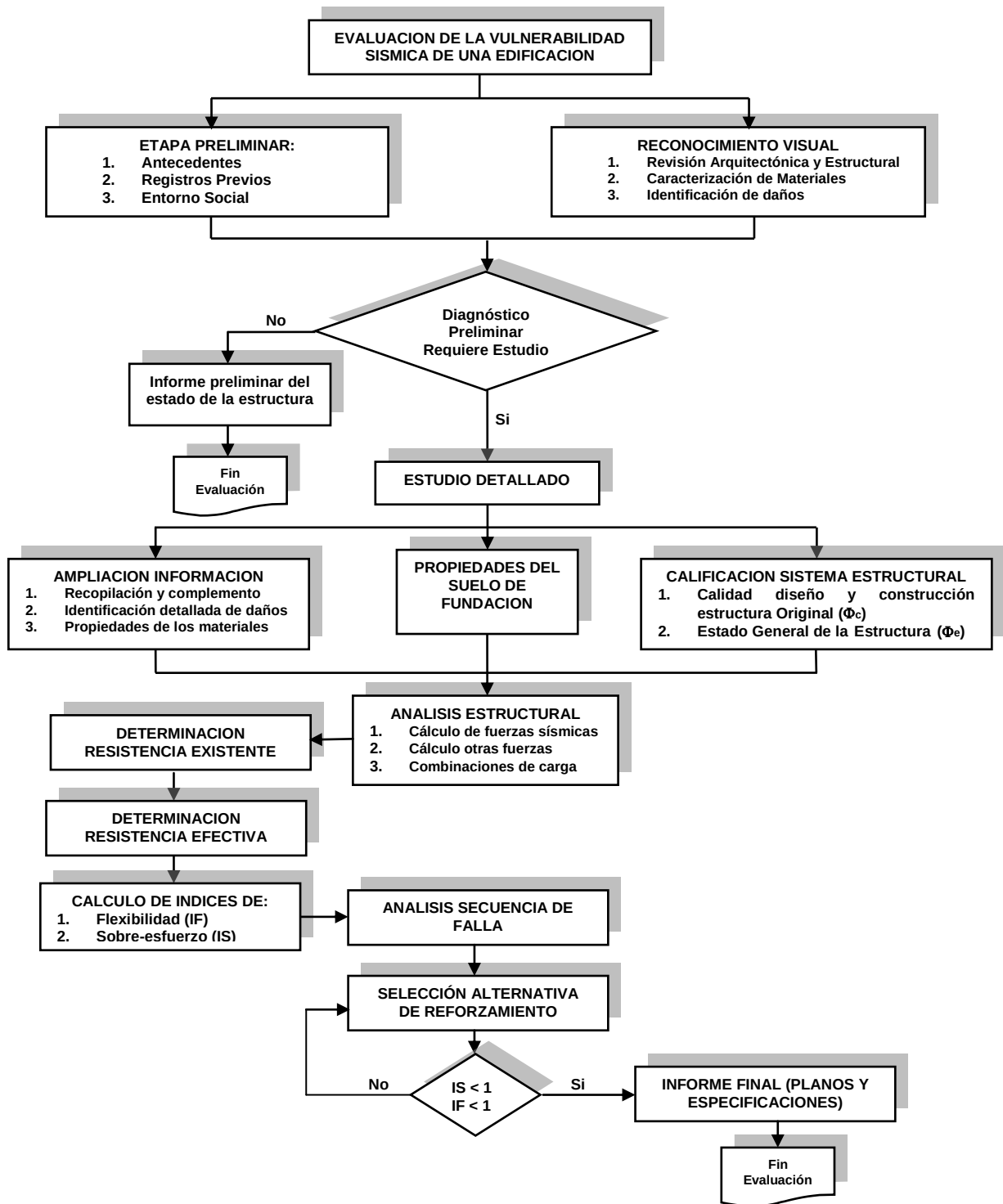


Figura 3. Metodología evaluación vulnerabilidad sísmica.

### 3. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

Esta etapa comprende la identificación de la edificación en estudio, la cual se encuentra ubicada en la calle 33 con carreras 22 a 23 –*costado norte*- de la ciudad de Bucaramanga, cuya construcción se remonta a la década de los años noventa, específicamente durante los años 1.994 y 1.995 bajo los parámetros establecidos en el Código Colombiano de Normas Sismo-Resistentes decreto 1400 de 1.984.



Foto 1. Edificio en estudio





Foto 2. Vista del edificio sentido occidente – oriente



Foto 3. Vista del edificio sentido oriente – occidente

### **3.1 ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL ACTUAL**

El estado del sistema estructural debe ser evaluado teniendo en cuenta los siguientes factores:

- La calidad del diseño de la estructura original, su sistema de cimentación y la construcción de la misma.
- El estado de mantenimiento y conservación de la edificación.

#### **3.1.1 Calidad del diseño y la construcción de la estructura original ( $\Phi_c$ )**

Para su estudio, no se cuenta con registros de Interventoría ni con ensayos efectuados durante el proceso constructivo, razón por la cual se lleva a cabo una inspección visual que nos permite determinar el factor a aplicar.

Los resultados de la inspección visual se presentan a continuación:

- Sistema estructural utilizado: Pórticos de concreto reforzado resistentes a momento desde el sótano hasta el nivel 5 y mampostería confinada para recibir la cubierta.
- Irregularidades en planta: Se observan retrocesos excesivos en las esquinas de la edificación.
- Se observa ausencia de amarres en las columnas que llegan hasta el nivel de cubierta.
- De acuerdo al literal C.10.10.4 de la NSR-10 para realizar un análisis elástico de segundo orden, se deben tomar secciones agrietadas para todos los elementos de la estructura.

De esta manera se concluye que la calidad del diseño y construcción de la edificación en estudio es regular, obteniendo así un factor de 0.80 para este parámetro<sup>4</sup>.

#### **3.1.2 Estado general de la estructura ( $\Phi_e$ )**

Durante los últimos años, desde la época en que se construyó la edificación en estudio se han presentado en la ciudad de Bucaramanga sismos de mediana intensidad, sin que en la ciudad se hayan registrado daños severos en las estructuras existentes de la misma tipología del edificio en estudio.

---

<sup>4</sup> Tabla A.10.4-1 NSR-2010

Teniendo en cuenta que esta propuesta fue desarrollada a nivel académico, se asume un estado regular de la estructura, obteniendo así un factor de 0.80 para este parámetro<sup>5</sup>.

### 3.2 ESTUDIO DE SUELOS

Para la determinación de los parámetros de diseño, se toma como referencia el estudio de suelos No.1807 de Febrero de 1.994 realizado por la firma Ingeniería de suelos Ltda. Dicho estudio concluye, entre otra, la siguiente información<sup>6</sup>:

- **Drenaje y nivel freático:** El perfil de suelo se clasifica como moderadamente bien drenado y el nivel freático no apareció en los sondeos.
- **Formación geológica:** Depósitos aluviales del abanico de Bucaramanga, de edad cuaternario.
- **Perfil Estratigráfico:** *Suelo subsuperficial:* Aparece un manto de suelos arenoarcillosos orgánicos muy sueltos de espesor aproximado de 1.5 metros, sobre arenas arcillosas color amarillo algo duras pero no competentes como piso de cimentación.  
*Suelo más profundo:* Al profundizar por debajo de los cuatro metros las arenas arcillosas amarillas se hacen más duras y competentes.
- **Capacidad de soporte:** N = valor mínimo de N (Ensayo de penetración estándar, debajo de los cimientos) = 48 golpes/pie, para una profundidad de cimentación de cinco metros.  
B = 3.00 metros, ancho aproximado de los cimientos.  
 $q_{admisible} = 4.8 \text{Kg/cm}^2$  ( $4.8 \text{Ton/m}^2$ ) Este valor corresponde a un asentamiento de 2.5 centímetros.
- **Perfil de suelo S1:** Para el lote estudiado se recomienda un valor de coeficiente de sitio S de 1.0.
- **Zona de riesgo sísmico:** Alto, por tanto, de acuerdo a NSR10  
Aa = 0.25  
Av = 0.25
- **Tipo y profundidad de cimentación:**

---

<sup>5</sup> Tabla A.10.4-1 NSR-2010

<sup>6</sup> Estudio de suelos No.1807 de Febrero de 1.994. Ingeniería de Suelos Ltda.

Se recomiendan zapatas independientes, combinadas o corridas, unidas por vigas de amarre en concreto reforzado. La profundidad mínima de cimentación es de cinco metros bajo el nivel actual del terreno.

### **3.2.1 Determinación de los parámetros del suelo, conforme a lo establecido en la NSR-10**

Con base en la información anterior, se procede a establecer los parámetros requeridos para la elaboración de nuestro modelo estructural, cumpliendo los requisitos de la norma NSR-10. De esta manera se determina lo siguiente:

- ***Definición del tipo de perfil de suelo:***

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para el ensayo de penetración estándar debajo de los cimientos, podemos clasificar el suelo bajo la edificación con un perfil tipo D<sup>7</sup>.

- ***Determinación del valor de  $F_a$  y  $F_v$ :***

De la tabla A.2.4-3 de la NSR-10 se obtiene un valor de  $F_a = 1.3$

De la tabla A.2.4-4 de la NSR-10 se obtiene un valor de  $F_v = 1.9$

- ***Coeficiente de importancia:***

La estructura en estudio corresponde a una edificación empleada para vivienda, razón por la cual, conforme a la clasificación establecida en el numeral A.2.5.1 de la NSR-10, pertenece al Grupo I –*Estructuras de clasificación normal*- y el valor establecido para el coeficiente de importancia  $I = 1.00$ .

### **3.3 ESPECTRO DE DISEÑO**

Con los parámetros definidos en el numeral anterior se procede a determinar el espectro de diseño, para un amortiguamiento del 5%<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Numeral A.2.4.5-Procedimiento de clasificación y Tabla A.2.4-2 Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C,D ó E, NSR-10.

<sup>8</sup> Ver tabla de datos en el Anexo No.4 –Espectro de diseño NSR-10-.

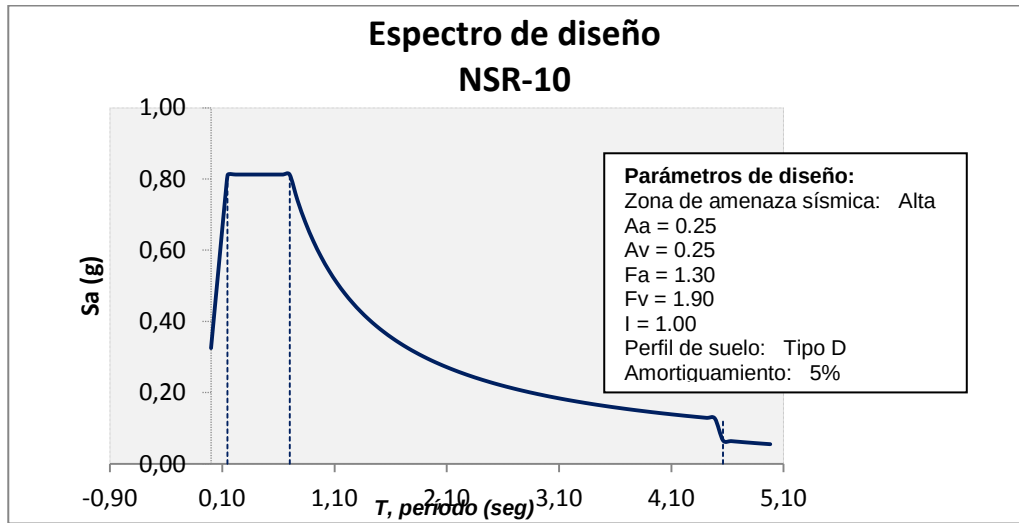


Figura 4. Espectro de diseño, basado en la NSR-10

### 3.4 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN Y DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS EXISTENTES

Teniendo en cuenta que no se realizaron sondeos con el fin de determinar la profundidad de cimentación y sus dimensiones, se toma como ciertas las profundidades de cimentación y las dimensiones de todos los elementos contenidos en el plano No. No.6<sup>9</sup>. Se asume que las zapatas se encuentran a partir de esta profundidad y que sus dimensiones y acero de refuerzo son los indicados en los planos correspondientes<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Ver Anexo 1 –Planos estructurales de la edificación-.

<sup>10</sup> Ver figura 5 –Cimentación existente- y Tabla No.1 –Dimensiones y cantidades de acero de las zapatas existentes-

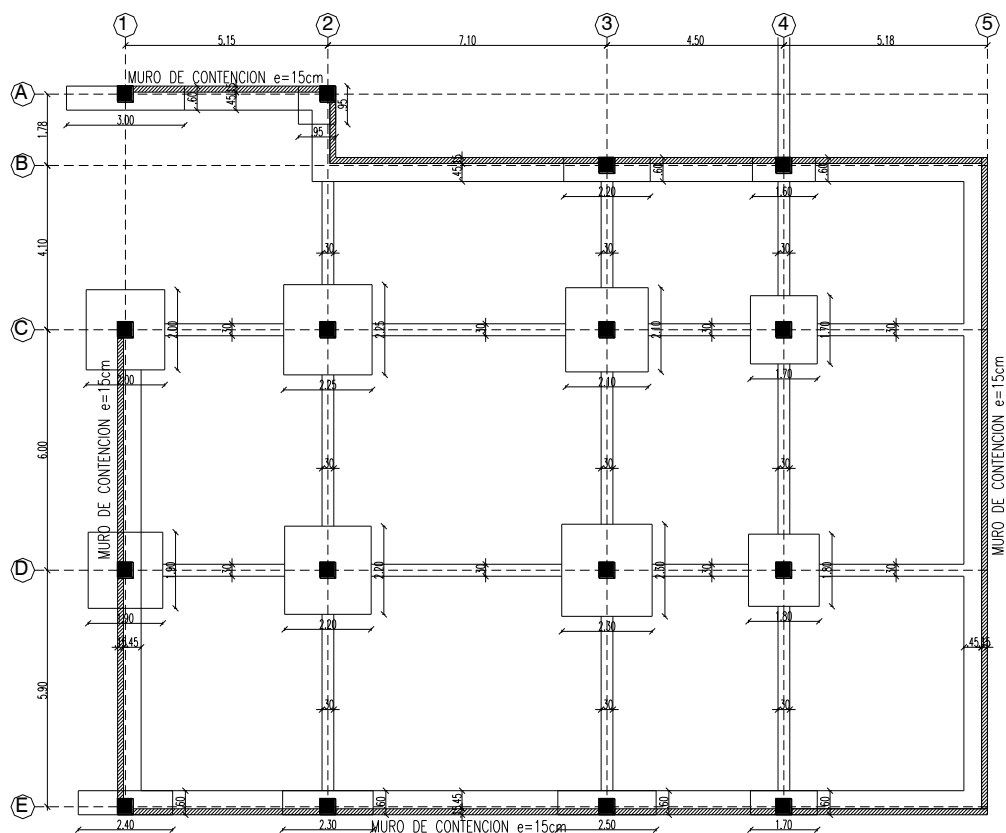


Figura 5. Cimentación existente

De esta manera, las dimensiones, tipología y acero de refuerzo de las zapatas existentes son los siguientes:

Tabla 1. Dimensiones y cuantías de las zapatas existentes.

| Cimiento | Dimensiones   |               |               | As L        | As a         | Tipo de cimiento |
|----------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|------------------|
|          | L<br>(metros) | a<br>(metros) | h<br>(metros) |             |              |                  |
| 1A       | 3.00          | 0.60          | 0.60          | 5#6 L=3.00m | 12#5 L=1.00m | Excéntrico       |
| 2A       | 0.95          | 0.95          | 0.40          | 8#4 L=1.20m | 8#4 L=1.20m  | Excéntrico       |
| 3B       | 2.20          | 0.60          | 0.50          | 7#4 L=2.00m | 9#3 L=1.00m  | Excéntrico       |
| 4B       | 1.05          | 0.60          | 0.40          | 4#4 L=1.20m | 5#3 L=1.00m  | Excéntrico       |
| 1C       | -             | 2.00          | 0.50          | -           | 10#5 L=2.00m | Céntrico         |
| 2C       | -             | 2.25          | 0.60          | -           | 10#5 L=2.00m | Céntrico         |
| 3C       | -             | 2.10          | 0.55          | -           | 10#5 L=2.00m | Céntrico         |
| 4C       | -             | 1.70          | 0.45          | -           | 11#4 L=1.50m | Céntrico         |

| Cimiento | Dimensiones   |               |               | As L        | As a         | Tipo de cimiento |
|----------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|------------------|
|          | L<br>(metros) | a<br>(metros) | h<br>(metros) |             |              |                  |
| 1D       | -             | 1.90          | 0.50          | -           | 14#4 L=2.00m | Céntrico         |
| 2D       | -             | 2.20          | 0.60          | -           | 12#5 L=2.00m | Céntrico         |
| 3D       | -             | 2.30          | 0.60          | -           | 13#5 L=2.00m | Céntrico         |
| 4D       | -             | 1.80          | 0.45          | -           | 12#4 L=2.00m | Céntrico         |
| 1E       | 2.40          | 0.60          | 0.50          | 7#4 L=2.00m | 10#3 L=1.00m | Excéntrico       |
| 2E       | 2.30          | 0.60          | 0.50          | 7#4 L=2.00m | 10#3 L=1.00m | Excéntrico       |
| 3E       | 2.50          | 0.60          | 0.60          | 8#4 L=2.00m | 10#3 L=1.00m | Excéntrico       |
| 4E       | 1.70          | 0.60          | 0.50          | 5#4 L=2.00m | 70#3 L=1.00m | Excéntrico       |

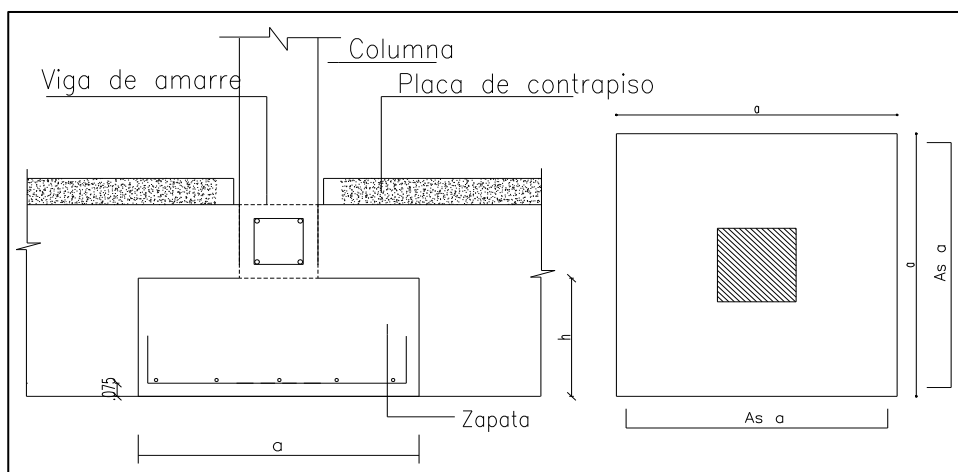


Figura 6. Esquema típico de zapatas céntricas.

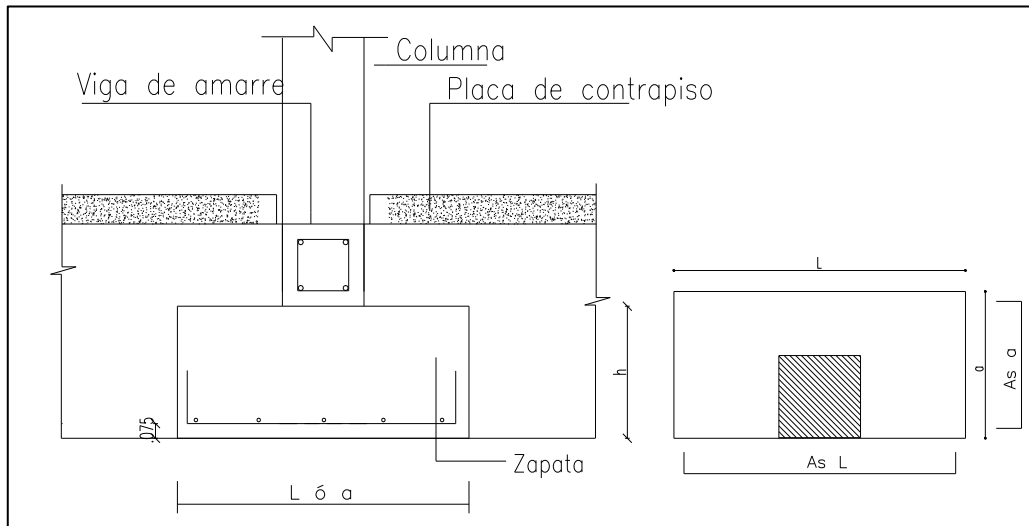


Figura 7. Esquema típico de zapatas excéntricas.

### 3.5 GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA, CARACTERÍSTICAS Y RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS

La información básica correspondiente a la geometría y refuerzo tanto transversal como longitudinal de todos los elementos que conforman la estructura fue tomada de los planos estructurales existentes. No se realizaron ensayos a los materiales utilizados, toda la información fue tomada de los planos existentes. En las tablas donde se presenta la información, adicionalmente se menciona el número del plano donde se encuentra el despiece del elemento.

Dicha información fue tabulada y se presenta en la tabla No.2 –*Dimensiones y acero de refuerzo de las vigas existentes*- y en la tabla No.3 –*Dimensiones y acero de refuerzo de las columnas existentes*-, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 2. Dimensiones y acero de refuerzo de vigas existentes.

| VIGAS -Dimensiones y acero de refuerzo- |      |             |           |      |           |      |      |      |      |  |       |
|-----------------------------------------|------|-------------|-----------|------|-----------|------|------|------|------|--|-------|
|                                         | Viga | Dimensiones | Ref/ejes  | 2D   | 3         | 3    | 4    |      |      |  | Plano |
|                                         | VE-B | 30x35       | Ref. Sup. | 5.94 | 9.75      | 9.75 | 9.04 |      |      |  | 4     |
|                                         |      |             | Ref. Inf. | 2.10 | 7.18      | 7.18 | 5.08 |      |      |  |       |
|                                         |      |             | Sección 1 |      | Sección 2 |      |      |      |      |  |       |
|                                         | Viga | Dimensiones | Refuerzo  | 0    | 1         | 1    | 2    | 2    | 2B   |  | Plano |
|                                         | VE-E | 30x35       | Ref. Sup. | 9.04 | 9.04      | 9.04 | 8.48 | 8.48 | 8.48 |  | 4     |
|                                         |      |             | Ref. Inf. | 3.81 | 3.81      | 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 |  |       |



| VIGAS -Dimensiones y acero de refuerzo- |             |           |           |           |           |           |           |           |       |           |       |       |       |
|-----------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-------|-------|-------|
|                                         |             |           | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           |       |           |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0         | 1         | 1         | 2         | 2         | 2C        |       |           |       |       | Plano |
| VE-D                                    | 30x35       | Ref. Sup. | 5.94      | 13.86     | 13.86     | 21.78     | 21.78     | 5.94      |       |           |       |       | 4     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54      | 7.62      | 7.62      | 8.89      | 8.89      | 3.81      |       |           |       |       |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           |           |       |           |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0         | 1         | 1         | 2         |           |           |       |           |       |       | Plano |
| VE-A                                    | 30x35       | Ref. Sup. | 5.94      | 9.75      | 9.75      | 9.04      |           |           |       |           |       |       | 4     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54      | 6.35      | 6.35      | 3.81      |           |           |       |           |       |       |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           |           |           |           |       |           |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0         | 1         | 1         | 2         | 2         | 2E        | 2E    | 4A        | 4A    | 4B    | Plano |
| VE-C                                    | 30x35       | Ref. Sup. | 16.32     | 16.32     | 16.32     | 22.4      | 22.4      | 26.30     | 26.30 | 11.73     | 11.73 | 11.73 | 6     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54      | 2.54      | 2.54      | 10.16     | 10.16     | 10.16     | 10.16 | 5.08      | 5.08  | 5.08  |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           | Sección 4 |       | Sección 5 |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0         | 1         | 1         | 2         | 2         | 2C        |       |           |       |       | Plano |
| VS-D                                    | 40x35       | Ref. Sup. | 13.86     | 13.86     | 13.86     | 23.0      | 23.0      | 8.55      |       |           |       |       | 4     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 8.89      | 8.89      | 8.89      | 12.70     | 12.70     | 3.81      |       |           |       |       |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           |           |       |           |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 2D        | 3         | 3         | 4         | 4         | 5         |       |           |       |       | Plano |
| VS-D1                                   | 40x35       | Ref. Sup. | 14.25     | 25.6      | 25.6      | 11.88     | 11.88     | 11.88     |       |           |       |       | 3     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 3.81      | 6.35      | 6.35      | 6.35      | 6.35      | 6.35      |       |           |       |       |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           |           |       |           |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 1         | 2         | 2         | 3         | 3         | 4         | 4     | 5         |       |       | Plano |
| VS-C                                    | 40x35       | Ref. Sup. | 5.94      | 22.8      | 22.8      | 22.8      | 22.8      | 5.94      | 5.94  | 9.00      |       |       | 5     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 5.08      | 11.58     | 11.58     | 11.58     | 11.58     | 10.16     | 10.16 | 5.08      |       |       |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           | Sección 4 |       |           |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 2D        | 3         | 3         | 4         | 4         | 4B        |       |           |       |       | Plano |
| VE-D1                                   | 40x35       | Ref. Sup. | 5.94      | 28.7      | 28.7      | 11.02     | 11.02     | 11.02     |       |           |       |       | 2     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 7.92      | 13.00     | 13.00     | 5.08      | 5.08      | 5.08      |       |           |       |       |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           |           |       |           |       |       |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 2D        | 3         | 3         | 4         | 4         | 4B        |       |           |       |       | Plano |
| VE-E1                                   | 30x35       | Ref. Sup. | 3.81      | 11.73     | 11.73     | 6.35      | 6.35      | 6.35      |       |           |       |       | 2     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.10      | 7.18      | 7.18      | 5.08      | 5.08      | 5.08      |       |           |       |       |       |
|                                         |             | Sección 1 |           | Sección 2 |           | Sección 3 |           |           |       |           |       |       |       |

| VIGAS -Dimensiones y acero de refuerzo- |             |           |       |           |       |           |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
|-----------------------------------------|-------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|------|------|-------|--|-------|
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | C     | D         | D     | E         |       |           |       |           |      |      | Plano |  |       |
| VS-1                                    | 25x35       | Ref. Sup. | 3.81  | 3.81      | 3.81  | 3.81      |       |           |       |           |      |      | 4     |  |       |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54  | 13.56     | 13.56 | 5.08      |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       |           |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | B     | C         | C     | D         | D     | E         |       |           |      |      |       |  | Plano |
| VS-2, VS-3, VS-4                        | 25x35       | Ref. Sup. | 5.94  | 5.94      | 5.94  | 13.86     | 13.86 | 5.94      |       |           |      |      |       |  | 4     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 5.08  | 7.06      | 7.06  | 7.62      | 7.62  | 5.08      |       |           |      |      |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       | Sección 3 |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | A     | C         | C     | D         | D     | E         |       |           |      |      |       |  | Plano |
| VE-1, VC-1, VC-2, VE-2, VE-3, VE-4      | 25x35       | Ref. Sup. | 6.35  | 9.90      | 9.90  | 9.90      | 9.90  | 6.35      |       |           |      |      |       |  | 5     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54  | 7.62      | 7.62  | 7.62      | 7.62  | 2.54      |       |           |      |      |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       | Sección 3 |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | A     | C         | C     | D         | D     | E         |       |           |      |      |       |  | Plano |
| VC-3, VC-4                              | 25x35       | Ref. Sup. | 3.81  | 7.92      | 7.92  | 9.90      | 9.90  | 5.08      |       |           |      |      |       |  | 1     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 3.81  | 6.35      | 6.35  | 7.62      | 7.62  | 2.54      |       |           |      |      |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       | Sección 3 |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0     | 1         | 1     | 2         | 2     | 3         | 3     | 4         | 4    | 4B   | Plano |  |       |
| VCD                                     | 40x35       | Ref. Sup. | 11.88 | 11.88     | 11.88 | 29.61     | 29.61 | 35.55     | 35.55 | 8.48      | 8.48 | 8.48 | 6     |  |       |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54  | 10.16     | 10.16 | 17.52     | 17.52 | 13.00     | 13.00 | 5.08      | 5.08 | 5.08 |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       | Sección 3 |       | Sección 4 |       | Sección 5 |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0     | 1         | 1     | 2         | 2     | 3         | 3     | 4         | 4    | 4B   | Plano |  |       |
| VCC                                     | 40x35       | Ref. Sup. | 11.88 | 11.88     | 11.88 | 23.91     | 23.91 | 29.85     | 29.85 | 5.94      | 5.94 | 5.94 | 1     |  |       |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54  | 10.16     | 10.16 | 15.54     | 15.54 | 13.00     | 13.00 | 5.08      | 5.08 | 5.08 |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       | Sección 3 |       | Sección 4 |       | Sección 5 |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0     | 1         | 1     | 2         | 1     | 2         |       |           |      |      |       |  | Plano |
| VCA                                     | 30x35       | Ref. Sup. | 3.81  | 7.62      | 7.62  | 6.35      | 6.35  | 6.35      |       |           |      |      |       |  | 5     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54  | 6.35      | 6.35  | 6.35      |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       |           |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 2E    | 3         | 3     | 4         | 3     | 4         |       |           |      |      |       |  | Plano |
| VCB                                     | 30x35       | Ref. Sup. | 3.81  | 7.62      | 7.62  | 3.81      | 2.54  | 2.54      |       |           |      |      |       |  | 5     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54  | 2.54      | 2.54  | 2.54      |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       |           |       |           |       |           |      |      |       |  |       |
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 0     | 1         | 1     | 2         | 2     | 2B        |       |           |      |      |       |  | Plano |
| VCE                                     | 30x35       | Ref. Sup. | 7.62  | 7.62      | 7.62  | 6.50      | 6.50  | 6.50      |       |           |      |      |       |  | 5     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54  | 7.62      | 7.62  | 2.54      | 2.54  | 2.54      |       |           |      |      |       |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |       | Sección 2 |       | Sección 3 |       |           |       |           |      |      |       |  |       |

| VIGAS -Dimensiones y acero de refuerzo- |             |           |      |           |      |           |      |      |  |  |  |       |
|-----------------------------------------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|------|--|--|--|-------|
| Viga                                    | Dimensiones | Refuerzo  | 2E   | 3         | 3    | 4         | 4    | 4B   |  |  |  | Plano |
| VCE-1                                   | 30x35       | Ref. Sup. | 3.81 | 9.75      | 9.75 | 5.08      | 5.08 | 5.08 |  |  |  | 5     |
|                                         |             | Ref. Inf. | 2.54 | 6.35      | 6.35 | 3.81      | 3.81 | 3.81 |  |  |  |       |
|                                         |             | Sección 1 |      | Sección 2 |      | Sección 3 |      |      |  |  |  |       |

Tabla 3. Dimensiones y cuantías de columnas existentes.

|                                              |                       |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Columnas<br>1E, 2E, 3E,<br>4E, 3B, 4B,<br>1A | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 6#5     | 6#5     | 6#5     | 6#5     | 6#5     | 6#5     |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.1   | Col.2   | Col.2   | Col.2   | Col.2   | Col.2   |
| Columna<br>1D                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 16#5    | 16#5    | 12#5    | 8#5     | 6#5     | 6#5     |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.3   | Col.4   | Col.5   | Col.6   | Col.7   | Col.7   |
| Columna<br>2D                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 14#6    | 14#6    | 8#6     | 8#5     | 8#5     | 8#5     |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.9   | Col.10  | Col.11  | Col.6   | Col.6   | Col.6   |
| Columna<br>3D                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 16#7    | 16#7    | 12#7    | 10#7    | 10#5    | 10#5    |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.12  | Col.13  | Col.14  | Col.15  | Col.16  | Col.16  |
| Columna<br>4D                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 12#5    | 12#5    | 8#5     | 6#5     | 6#5     | 6#5     |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.17  | Col.5   | Col.6   | Col.7   | Col.7   | Col.7   |
| Columna<br>1C                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 10#6    | 10#6    | 8#6     | 4#5+4#6 | 6#5+2#6 | 6#5     |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.18  | Col.19  | Col.11  | Col.11  | Col.11  | Col.7   |
| Columna<br>2C                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 10#7    | 10#7    | 8#6     | 4#5+4#6 | 6#5+2#6 | 6#5     |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.20  | Col.15  | Col.11  | Col.11  | Col.11  | Col.7   |
| Columna<br>3C                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 16#6    | 16#6    | 12#6    | 12#5    | 10#5    | 10#5    |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.21  | Col.22  | Col.23  | Col.24  | Col.16  | Col.16  |
| Columna<br>4C                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 6#5     | 6#5     | 6#5     | 6#5     | 6#5     | 6#5     |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.1   | Col.2   | Col.2   | Col.2   | Col.2   | Col.2   |
| Columna<br>2A                                | Nivel:                | Sótano  | Piso 1  | Piso 2  | Piso 3  | Piso 4  | Piso 5  |
|                                              | Dimensiones:          | 40x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   | 30x40   |
|                                              | Acero:                | 6#5+2#6 | 6#5+2#6 | 6#5+2#6 | 6#5+2#6 | 6#5+2#6 | 6#5+2#6 |
|                                              | Nombre de la sección: | Col.25  | Col.11  | Col.11  | Col.11  | Col.11  | Col.11  |

Como información complementaria, contenida en los planos estructurales, obtenemos datos correspondientes a las especificaciones de los materiales empleados durante la construcción de la edificación:

- Concreto: 3.000 PSI

- Hierro  $\Phi \leq 3/8"$ : 37.000 PSI
- Hierro  $\Phi > 3/8"$ : 60.000 PSI
- Malla electrosoldada: Heliacero o similar
- Recubrimiento: 1.5cm para columnas y vigas

Así mismo, la información consignada en las tablas No.2 y No.3 servirá de base para la determinación de los momentos resistentes de los elementos, los cuales serán comparados con los momentos actuantes en la estructura una vez corrido el modelo 01, determinando de esta manera el índice de sobreesfuerzo exigido por la NSR-10. Este procedimiento se presenta en el capítulo 04.

El sistema de entrepiso está conformado por una losa aligerada de 35 cms de espesor, con un ancho de viguetas de 10 cms y separación entre ejes de viguetas de 1.00 metro, de acuerdo a la figura No.8.

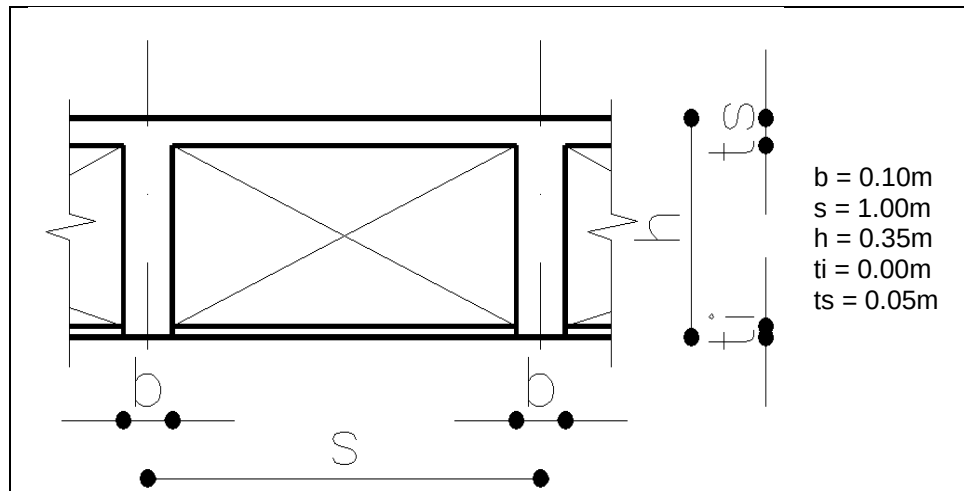


Figura 8. Esquema típico de entrepiso.

## **4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE - MODELO 01-**

### **4.1 NORMAS APLICADAS**

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes NSR-10.
- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI-318-05.

### **4.2 DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

La estructura será analizada en una primera fase con la información que se conoce para cada uno de los elementos estructurales existentes, conservando sus dimensiones actuales y cantidades de acero de refuerzo. De esta manera se realizará el análisis de vulnerabilidad sísmica actual de la edificación y se obtendrán los parámetros necesarios para determinar el sistema de reforzamiento en caso de que se requiera.

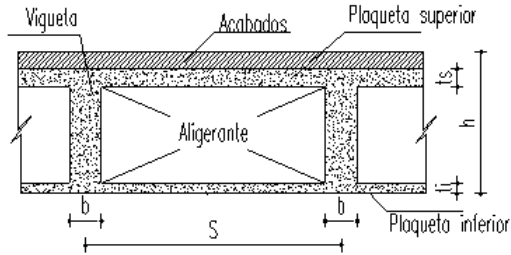
### **4.3 EVALUACIÓN DE CARGAS Y MASAS**

Con los planos estructurales existentes se procede a efectuar el cálculo de cargas y masas en cada nivel de la estructura, cumpliendo también los lineamientos propuestos en el literal B de la NSR-10 –*Cargas*–.

#### **4.3.1 Carga muerta y carga viva (B.3.3 Y B.4 NSR-10)**

# SECCIÓN DE LA PLACA ALIGERADA

PISO: Nivel 0.00 Sentido de armado: 1.00 dirección



b [m]= 0.10 ti [m]= 0.00  
s [m]= 1.00 ts [m]= 0.05  
h [m]= 0.35 W.concreto [Kg/m3]= 2,400

| Carga de trabajo D+L |         |
|----------------------|---------|
| 787.00 Kg            | 7.87 KN |

| Cargas sobre viguetas (Kg/ml): |              |
|--------------------------------|--------------|
| qdl = 607.00                   | qll = 180.00 |
| Cargas sobre viguetas (KN/ml): |              |
| qdl = 6.07                     | qll = 1.80   |

| Carga muerta             |           |         |
|--------------------------|-----------|---------|
| Peso propio.....         | 257.00 Kg | 2.57 KN |
| Plaqueta superior:       | 120.00    |         |
| Plaqueta inferior:       | 0.00      |         |
| Viguetas:                | 72.00     |         |
| Aligerante:              | 50.00     |         |
| Machimbre:               | 15.00     |         |
| Carga sobreimpuesta..... | 350.00 Kg | 3.50 KN |
| Acabados de piso         | 150.00    |         |
| Mampostería:             | 200.00    |         |
| Cielo raso:              |           |         |
| Instalaciones:           |           |         |
| Otros:                   |           |         |
|                          | 607.00 Kg | 6.07 KN |

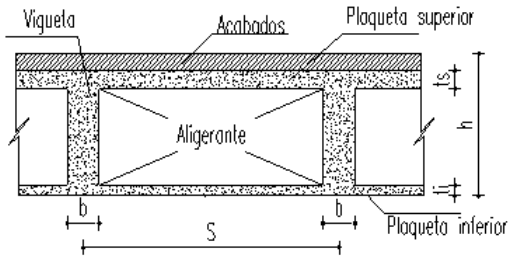
| Carga viva |                   |
|------------|-------------------|
| Vivienda   | 180.00 Kg 1.80 KN |

| Carga de última 1.6L + 1.2D |          |
|-----------------------------|----------|
| 1,016.40 Kg                 | 10.16 KN |

| Factor de carga: |  |
|------------------|--|
| 1.29             |  |

# SECCIÓN DE LA PLACA ALIGERADA

PISO: Piso tipo Sentido de armado: 1.00 dirección



b [m]= 0.10 ti [m]= 0.00  
s [m]= 1.00 ts [m]= 0.05  
h [m]= 0.35 W.concreto [Kg/m3]= 2,400

| Carga de trabajo D+L |         |
|----------------------|---------|
| 787.00 Kg            | 7.87 KN |

| Cargas sobre viguetas (Kg/ml): |              |
|--------------------------------|--------------|
| qdl = 607.00                   | qll = 180.00 |
| Cargas sobre viguetas (KN/ml): |              |
| qdl = 6.07                     | qll = 1.80   |

| Carga muerta             |           |         |
|--------------------------|-----------|---------|
| Peso propio.....         | 257.00 Kg | 2.57 KN |
| Plaqueta superior:       | 120.00    |         |
| Plaqueta inferior:       | 0.00      |         |
| Viguetas:                | 72.00     |         |
| Aligerante:              | 50.00     |         |
| Machimbre:               | 15.00     |         |
| Carga sobreimpuesta..... | 350.00 Kg | 3.50 KN |
| Acabados de piso         | 150.00    |         |
| Mampostería:             | 200.00    |         |
| Cielo raso:              |           |         |
| Instalaciones:           |           |         |
| Otros:                   |           |         |
|                          | 607.00 Kg | 6.07 KN |

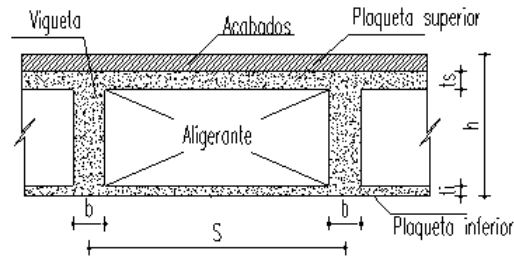
| Carga viva |                   |
|------------|-------------------|
| Vivienda   | 180.00 Kg 1.80 KN |

| Carga de última 1.6L + 1.2D |          |
|-----------------------------|----------|
| 1,016.40 Kg                 | 10.16 KN |

| Factor de carga: |  |
|------------------|--|
| 1.29             |  |

# SECCIÓN DE LA PLACA ALIGERADA

PISO: P.H Sentido de armado: 1.00



b [m]= 0.10 ti [m]= 0.00  
s [m]= 1.00 ts [m]= 0.05  
h [m]= 0.35 W.concreto [Kg/m3]= 2,400

| Carga muerta             |           |         |
|--------------------------|-----------|---------|
| Peso propio.....         | 257.00 Kg | 2.57 KN |
| Plaqueta superior:       | 120.00    |         |
| Plaqueta inferior:       | 0.00      |         |
| Viguetas:                | 72.00     |         |
| Aligerante:              | 50.00     |         |
| Machimbre:               | 15.00     |         |
| Carga sobreimpuesta..... | 350.00 Kg | 3.50 KN |
| Acabados de piso         | 150.00    |         |
| Mampostería:             | 200.00    |         |
| Cielo raso:              |           |         |
| Instalaciones:           |           |         |
| Otros:                   |           |         |
|                          | 607.00 Kg | 6.07 KN |

| Carga viva |           |         |
|------------|-----------|---------|
| Vivienda   | 180.00 Kg | 1.80 KN |

| Carga de trabajo D+L |                   |
|----------------------|-------------------|
|                      | 787.00 Kg 7.87 KN |

| Carga de última 1.6L + 1.2D |                      |
|-----------------------------|----------------------|
|                             | 1,016.40 Kg 10.16 KN |

| Cargas sobre viguetas (Kg/ml): |              |
|--------------------------------|--------------|
| qdl = 607.00                   | qll = 180.00 |
| Cargas sobre viguetas (KN/ml): |              |
| qdl = 6.07                     | qll = 1.80   |

| Factor de carga: |      |
|------------------|------|
|                  | 1.29 |

## SECCIÓN DE LA CUBIERTA

PISO: Cubierta

| Carga muerta                         |           |         |
|--------------------------------------|-----------|---------|
| Peso propio.....                     | 95.00 Kg  | 0.95 KN |
| Cubierta con teja de barro           | 80.00     |         |
| Machimbre:                           | 15.00     |         |
| Carga sobreimpuesta.....             | 15.00 Kg  | 0.15 KN |
| Instalaciones:                       | 15.00     |         |
| Otros:                               |           |         |
|                                      | 110.00 Kg | 1.10 KN |
| Espesor equivalente en concreto (m): | 0.05 Kg   |         |

| Carga viva |          |         |
|------------|----------|---------|
| Cubierta   | 50.00 Kg | 0.50 KN |

| Carga de trabajo D+L |                   |
|----------------------|-------------------|
|                      | 160.00 Kg 1.60 KN |

| Carga de última 1.6L + 1.2D |                   |
|-----------------------------|-------------------|
|                             | 212.00 Kg 2.12 KN |

| Factor de carga: |      |
|------------------|------|
|                  | 1.33 |

### 4.3.2 Empuje de tierra y presión hidrostática (B.5 NSR-10)

No se tuvieron en cuenta fuerzas de empuje de tierra ya que éstas son absorbidas por el muro de contención.

Las fuerzas debido a presiones hidrostáticas, bien sean por niveles freáticos o por ubicación de la edificación en zonas inundables, no fueron calculadas ya que de acuerdo al estudio de suelos existente no se encontró el nivel freático y la edificación no está en zona inundable.

### 4.3.3 Fuerzas de viento (B.6 NSR-10)

|                                                                              |                                     |                   |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| <b>Velocidad de viento V: B.6.5.4 NSR-10</b>                                 |                                     |                   |                                   |
| Ubicación de la edificación:                                                 |                                     | Bucaramanga       |                                   |
|                                                                              | Zona:                               | 1.00              |                                   |
|                                                                              | Velocidad del viento V:             | 17.00             | m/seg (60 Km/h)                   |
| <b>Factor de dirección de viento Kd: B.6.5.4.4 NSR-10</b>                    |                                     | Kd:               | 0.85 Edificios                    |
| <b>Factor de Importancia I: B.6.5.5 NSR-10</b>                               |                                     | I:                | 0.87 Zona no propensa a huracanes |
|                                                                              | Categoría de rugosidad del terreno: | B                 |                                   |
|                                                                              | Categoría de exposición:            | B                 |                                   |
| <b>Coefficiente de exposición de presión por velocidad: B.6.5.6.6 NSR-10</b> |                                     |                   |                                   |
|                                                                              | Kz:                                 | 0.76              |                                   |
|                                                                              | Kh:                                 | 0.83              |                                   |
| <b>Factor topográfico Kzt: B.6.5.7 NSR-10</b>                                |                                     | Kzt:              | 1.00                              |
| <b>Factor de efecto de ráfaga G: B.6.5.8 NSR-10</b>                          |                                     | G:                | 0.85                              |
| <b>Clasificación del cerramiento: B.6.5.9 NSR-10</b>                         |                                     | Tipo de edificio: | Cerrado                           |
| <b>Presión por velocidad: B.6.5.10 NSR-10</b>                                |                                     | qz:               | 99.57 N/m2                        |
|                                                                              |                                     | qh:               | 108.74 N/m2                       |
| <b>Coefficiente de presión interna GCpi: B.6.5.11 NSR-10</b>                 |                                     | GCpi:             | 0.18                              |
|                                                                              |                                     | GCpi:             | -0.18                             |
| <b>Coefficiente de presión externa Cp: B.6.5.11.2 NSR-10</b>                 |                                     |                   |                                   |
| Muros en barlovento:                                                         | Cp muros:                           | 0.80              |                                   |
| Muros en sotavento:                                                          | Cp muros:                           | -0.50             |                                   |
| Muros laterales:                                                             | Cp muros:                           | -0.70             |                                   |
|                                                                              | Cp cubierta:                        | -0.18             |                                   |
| <b>Carga de viento de diseño p ó F:</b>                                      |                                     | p:                | 54.37 N/m2                        |
| <b>Presión mínima de diseño: B.6.4.2.2.1. NSR-10:</b>                        |                                     | p:                | 400.00 N/m2                       |



## 4.4 DEFINICIÓN DE IRREGULARIDADES

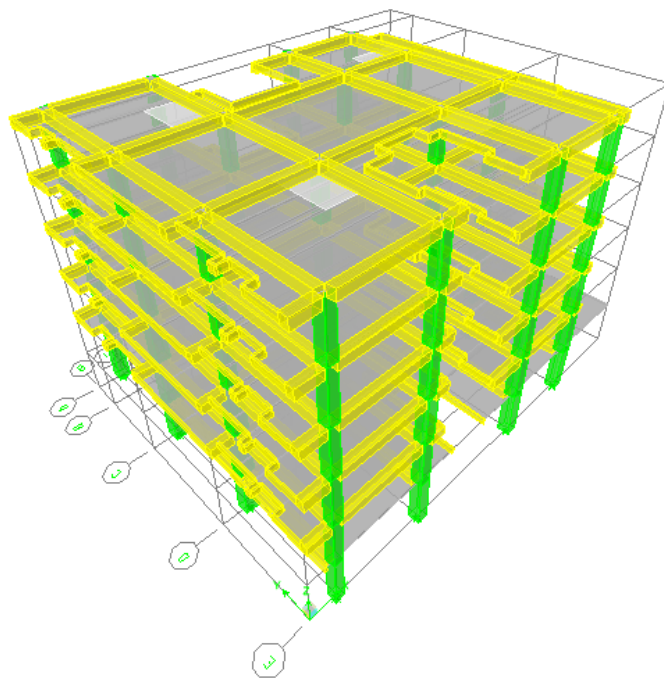
### 4.4.1 Irregularidades en planta ( $\Phi_p$ )

De acuerdo a la tabla A.3-6 de la NSR-10, el edificio en estudio presenta irregularidades tipo 2P y 3P correspondientes a retrocesos excesivos en las esquinas y a discontinuidades en el diafragma respectivamente, obteniendo así un valor de  $\Phi_p=0.90$ .

### 4.4.2 Irregularidad en altura ( $\Phi_a$ )

De acuerdo a la tabla A.3-7 de la NSR-10, el edificio en estudio presenta irregularidad geométrica tipo 3A, obteniendo así un valor de  $\Phi_a = 0.90$ .

## 4.5 MODELO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE EN ETABS



Información general del modelo:

- Altura total de entrepiso: 2.70m
- Placa aligerada:  
Espesor: 35cm  
Ancho de viguetas: 10cm  
Separación viguetas: 1.0m
- Dimensiones de los elementos estructurales: las indicadas en la tabla No.2 –vigas- y en la tabla No.3 –Columnas-
- Propiedades de los materiales:  
Concreto: 3.000 psi  
Hierro  $\Phi \leq 3/8"$ : 37.000 PSI  
Hierro  $\Phi > 3/8"$ : 60.000 PSI  
Recubrimiento: 1.5cm para columnas y vigas
- Zona de amenaza sísmica: alta

Figura 9. Modelo 3D de la Estructura existente.

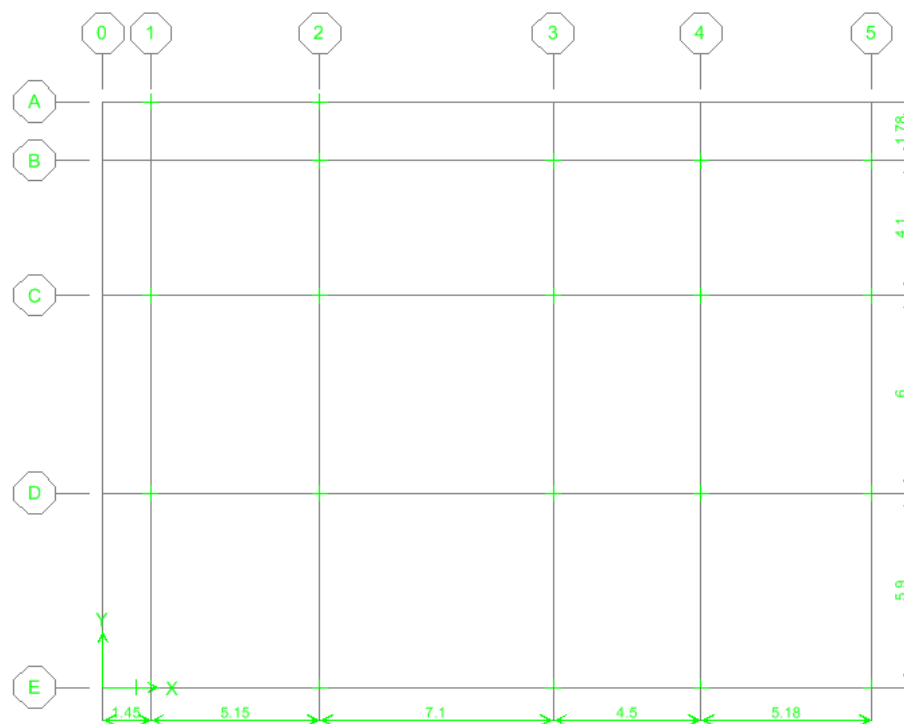


Figura 10. Planta de cimentación.

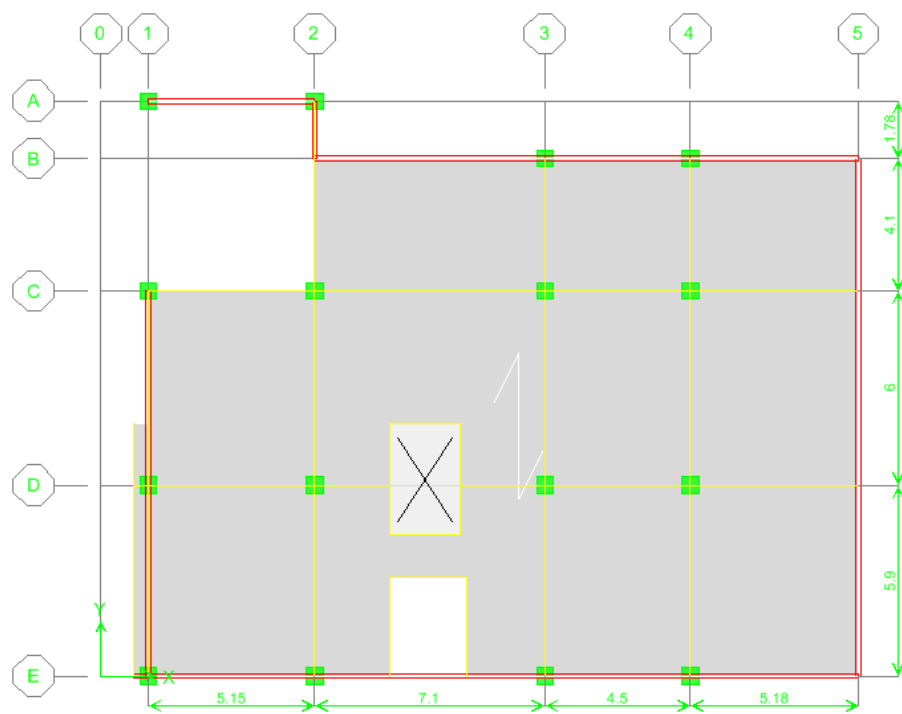


Figura 11. Planta piso 1 Nivel+0.00.

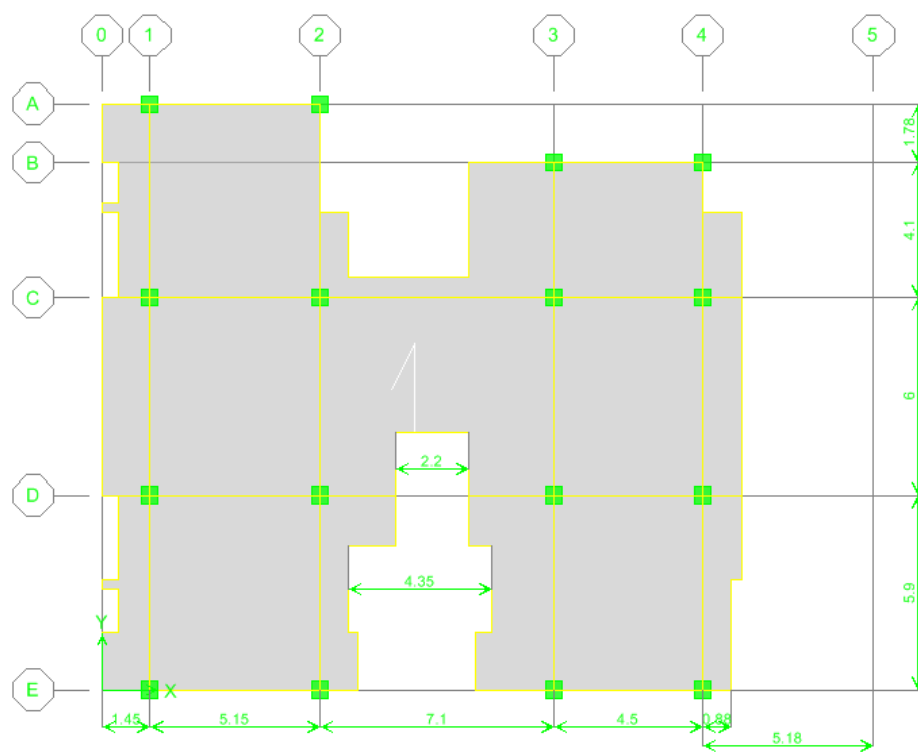


Figura 12. Planta piso Niveles +2.70, +5.40, +8.10, +10.80.

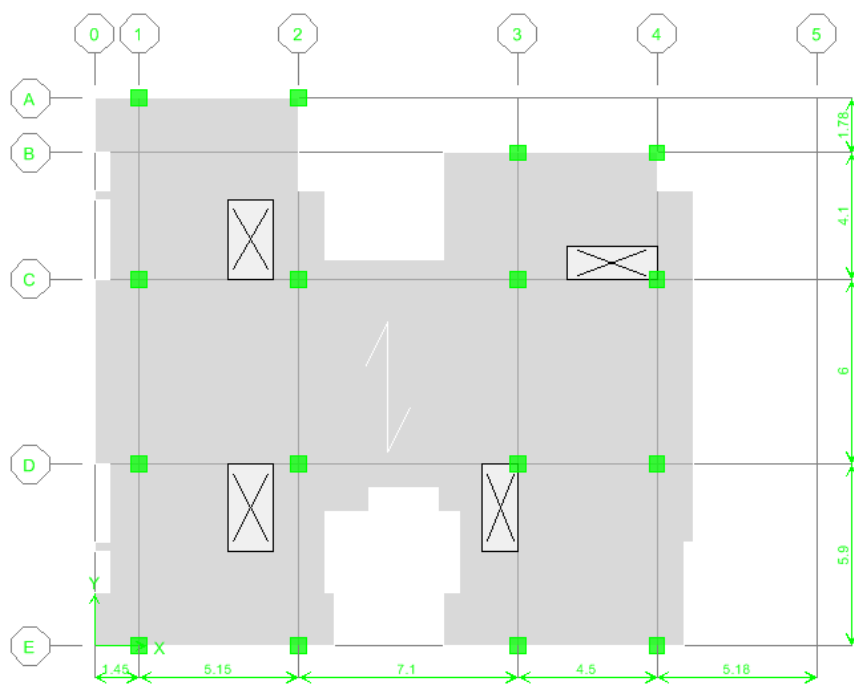


Figura 13. Planta piso 5 Nivel +13.50.

## 4.6 CALCULO DEL CORTARTE BASAL (FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE)

### 1. Evaluación de la masa

|                     | AREA   | x | Kg/m2 |   |            |
|---------------------|--------|---|-------|---|------------|
| Masa de entepiso 1: | 331.19 | x | 623   | = | 206,447 Kg |
| Masa de entepiso 2: | 236.15 | x | 630   | = | 148,757 Kg |
| Masa de entepiso 3: | 236.15 | x | 630   | = | 148,757 Kg |
| Masa de entepiso 4: | 236.15 | x | 630   | = | 148,757 Kg |
| Masa de entepiso 5: | 236.15 | x | 630   | = | 148,757 Kg |
| Masa de cubierta:   | 236.15 | x | 740   | = | 174,734 Kg |
| Masa total:         |        |   |       | = | 976,210 Kg |

### 2. Definición de la acción sísmica

|                         |      |                                                                                                                             |
|-------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ciudad:                 | B/ga |                                                                                                                             |
| Zona de riesgo sísmico: | Alto | Según NSR-10                                                                                                                |
| Aa:                     | 0.25 | Según NSR-10                                                                                                                |
| I:                      | 1.00 | Coefficiente de importancia. Se determina según lo indicado en el Código. Para el caso, la edificación pertenece al Grupo I |
| To:                     | 0.15 | Período inicial                                                                                                             |
| Tc:                     | 0.70 | Período corto                                                                                                               |
| Tl:                     | 4.56 | Período largo                                                                                                               |

### 3. Cálculo del período fundamental "Ta"

|                     |     |       |                                                                                               |
|---------------------|-----|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $T_a = C_t (h_n)^a$ | Ct: | 0.047 | Para pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado                                    |
|                     | a:  | 0.90  | m (Altura en metros, medida desde la base hasta la cubierta de la estructura) $\alpha = 5.00$ |
|                     | hn: | 16.20 | m                                                                                             |
|                     | Ta: | 0.58  | seg                                                                                           |

### 4. Determinación del cortante basal

|          |      |     |     |       |
|----------|------|-----|-----|-------|
| Para Ta: | 0.58 | seg | Sa= | 0.813 |
|----------|------|-----|-----|-------|

Conocido Sa, se calcula Vs:

|      |          |     |      |   |            |
|------|----------|-----|------|---|------------|
| Vs = | 0.813    | x   | 9.81 | x | 976,210.48 |
| Vs = | 7,785.80 | KN  |      |   |            |
| Vs = | 778.58   | Ton |      |   |            |

## 4.7 CORTANTE BASAL DINAMICO ESPECTRAL

Cortante basal obtenido de ETABS:

Sentido X: 476.16 Ton  
Sentido Y: 471.87 Ton % del calculado: **60.61%**

#### Conclusión:

Conforme a lo establecido en el literal A.5.4.5 de la NSR-10, se debe aplicar el siguiente factor de corrección para estructuras irregulares como la que está en estudio:

$$Factor = 0.90 \frac{Vs_{FHE}}{Vs_{espectral}}$$

Factor calculado = 1.45

Una vez ajustado el modelo con la información anterior, se obtiene lo siguiente:

Cortante basal obtenido de ETABS:

Sentido X: 714.25 Ton  
Sentido Y: 707.80 Ton % del calculado: **90.91%**

## 4.8 DERIVAS

Al correr el modelo con las condiciones indicadas anteriormente, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 4. Tabla de cálculo de derivas modelo existente.

| Piso       | Deriva<br>máx. En<br>X | Deriva<br>máx. En<br>Y |
|------------|------------------------|------------------------|
| P1 N+0.00  | 0.02%                  | 0.03%                  |
| P2 N+2.70  | 2.25%                  | 2.54%                  |
| P3 N+5.40  | 3.35%                  | 3.24%                  |
| P4 N+8.10  | 3.11%                  | 2.86%                  |
| P5 N+10.80 | 2.45%                  | 2.20%                  |
| P6 N+13.50 | 1.57%                  | 1.40%                  |

### 4.8.1 Índices de flexibilidad

Del modelo, conforme a lo indicado en el literal A.10.4.3.5 anterior se evalúan los índices de flexibilidad obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5. Cálculo de índices de flexibilidad modelo existente.

| Piso | Altura | Deriva<br>máx. en<br>X | Deriva<br>máx. en<br>Y | Deriva<br>máx.<br>Permitida | Índice de<br>flexibilidad<br>en X | Índice de<br>flexibilidad<br>en Y | Índice de<br>flexibilidad<br>de la<br>estructura |
|------|--------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| P1   | 0.00   | 0.02%                  | 0.03%                  | 1.00%                       | 0.02                              | 0.03                              | 3.35                                             |
| P2   | 2.70   | 2.25%                  | 2.54%                  | 1.00%                       | 2.25                              | 2.54                              |                                                  |
| P3   | 5.40   | 3.35%                  | 3.24%                  | 1.00%                       | 3.35                              | 3.24                              |                                                  |
| P4   | 8.10   | 3.11%                  | 2.86%                  | 1.00%                       | 3.11                              | 2.86                              |                                                  |
| P5   | 10.80  | 2.45%                  | 2.20%                  | 1.00%                       | 2.45                              | 2.20                              |                                                  |
| P6   | 13.50  | 1.57%                  | 1.40%                  | 1.00%                       | 1.57                              | 1.40                              |                                                  |

Con estos resultados, conforme a A.10.9.2.3 de la NSR-10, la estructura en estudio no cumple con el límite de flexibilidad máximo permitido de 1.50, razón por la cual la estructura debe ser rigidizada.

#### 4.8.2 Índices de sobreesfuerzo

Con base en lo indicado en A.10.4.2 de la NSR-10, se calcularon los índices de sobreesfuerzo para columnas en flexión y cargas axiales, cortante y torsión; y para las vigas en flexión, cortante y torsión. Para el caso de la flexión y cargas axiales se tuvo en cuenta también lo estipulado en el literal C.10 de la NSR-10 y para cortante y torsión el literal C.11 de la misma norma.

Todos los cálculos fueron desarrollados con ayudas computarizadas que fueron elaboradas durante el desarrollo de las diferentes materias del programa de la Especialización en Estructuras y la elaboración del presente documento.

Los resultados obtenidos son los que se presentan a continuación en las tablas desarrolladas para cada uno de los efectos sobre los elementos.

##### 4.8.2.1 Índices de sobreesfuerzo en columnas

##### 4.8.2.1.1 Índices de sobreesfuerzo por flexión y carga axial:

Cálculo de la carga axial máxima:

$$Pn_{\text{máximo}} = 0.80 \cdot \phi_{\text{compresión}} \cdot \phi_c \cdot \phi_e (0.85 \times f'_c \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times F_y)$$

Cálculo de la carga axial mínima:

$$P_{\text{min}} = 0.10 \times \phi_{\text{compresión}} \times \phi_c \times \phi_e \times f'_c \times A_g$$

Cálculo de la carga balanceada:

$$P_b = C_u \cdot \phi_c \cdot \phi_e + T_{u2} - T_{u1}$$

Cálculo de momentos balanceados:

$$M_b = \phi \times 0.85 \times f'c \times c_b \times \beta \times b \times \left( d - \frac{c_b \times \beta}{2} \right) + \phi \times A_s \times F_y \times (d - d')$$

$$M_{be} = P_b \times e$$

$$e = \frac{M_b}{P_b} - \left( \frac{d - d'}{2} \right)$$

Cálculo de resistencias axiales mínimas (cuando controla la tracción) y máximas (cuando controla la compresión) para una excentricidad igual a cero:

$$P_{o.mín} = -\phi \times \phi_c \times \phi_e \times A_{s.total} \times F_y$$

$$P_{o.máx} = \phi \times \phi_c \times \phi_e \times \left[ (0.85 \times f'c \times (A_g - A_{st}) + A_{s.total} \times F_y) \right]$$

Cálculo del índice de sobre esfuerzo:

$$Indice = \frac{P_u - P_b}{P_o - P_b} + \left( \frac{M_{ux}}{M_{bx}} \right)^{1.5} + \left( \frac{M_{uy}}{M_{by}} \right)^{1.5}$$

Datos de entrada:

|                       |          |        |
|-----------------------|----------|--------|
| $\Phi_{flexión}$ :    | 0.90     |        |
| $\Phi_{compresión}$ : | 0.65     |        |
| $\Phi_c$ :            | 0.90     |        |
| $\Phi_e$ :            | 0.90     |        |
| $f'c$ :               | 210.00   | Kg/cm2 |
| $F_y$ :               | 4,200.00 | Kg/cm2 |
| $\alpha$ :            | 0.80     |        |

Resultados obtenidos:

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.5.

Se obtiene un índice por flexocompresión en columnas de 17.79, luego no cumple con lo establecido en la NSR-10 donde se indica que este valor debe ser menor a la unidad.

#### 4.8.2.1.2 Índices de sobreesfuerzo por cortante:

Cortante aportado por el concreto:

$$V_c = 0.17 \left( 1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \lambda b_w d \sqrt{f'_c}$$

Cortante aportado por el acero:

$$V_s = \frac{f_y * d * A_v}{S}$$

Cortante resistente total:

$$V_r = \Phi_{cortante} * \Phi_c * \Phi_e * (V_c + V_s)$$

Datos de entrada:

|                     |          |        |        |     |
|---------------------|----------|--------|--------|-----|
| $\Phi_{flexión}$ :  | 0.90     |        |        |     |
| $\Phi_{cortante}$ : | 0.75     |        |        |     |
| $\Phi_c$ :          | 0.90     |        |        |     |
| $\Phi_e$ :          | 0.90     |        |        |     |
| $f'_c$ :            | 210.00   | Kg/cm2 | 21.00  | Mpa |
| $F_y$ :             | 2,600.00 | Kg/cm2 | 260.00 | Mpa |
| $\alpha$ :          | 0.80     |        |        |     |
| $\lambda$ :         | 1.00     |        |        |     |
| Recub:              | 1.50     | cms    | 0.015  | mts |
| Lcolumna            | 2.35     | mts    |        |     |

Resultados obtenidos:

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.6.

Se obtiene un índice por cortante en columnas de 1.56, luego no cumple con lo establecido en la NSR-10 donde se indica que este valor debe ser menor a la unidad.



#### 4.8.2.2 Índices de Sobre esfuerzo en vigas:

##### 4.8.2.2.1 Índices de flexión en vigas:

Momento resistente a flexión:

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$M_r = \Phi_c * \Phi_e * \Phi_{flexión} * A_s * f_y * ((H - d') - (\frac{a}{2}))$$

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.7.

Se obtiene un índice por flexión en columnas de 1.14, luego no cumple con lo establecido en la NSR-10 donde se indica que este valor debe ser menor a la unidad.

##### 4.8.2.2.2 Índices de cortante en vigas:

Cortante resistente:  $V_r = \Phi_{cortante} * \Phi_c * \Phi_e * (V_c + V_s)$

$$V_c = 0.17 * \lambda * b_w * d * \sqrt{f'_c}$$

$$V_s = \frac{A_s * d * f_{yt}}{S}$$

Datos de entrada:

|                     |          |        |        |     |
|---------------------|----------|--------|--------|-----|
| $\Phi_{flexión}$ :  | 0.90     |        |        |     |
| $\Phi_{cortante}$ : | 0.75     |        |        |     |
| $\Phi_c$ :          | 1.00     |        |        |     |
| $\Phi_e$ :          | 1.00     |        |        |     |
| $f'_c$ :            | 210.00   | Kg/cm2 | 21.00  | Mpa |
| $F_y$ :             | 2,800.00 | Kg/cm2 | 280.00 | Mpa |
| $\alpha$ :          | 0.80     |        |        |     |
| $\lambda$ :         | 1.00     |        |        |     |
| Recub:              | 5.00     | cms    | 0.050  | mts |

Datos de salida:

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.8.

Se obtiene un índice por cortante en vigas de 5.35, luego no cumple con lo establecido en la NSR-10 donde se indica que este valor debe ser menor a la unidad.

#### 4.8.2.2.3 Índices de torsión en vigas:

$$T_r = \Phi_c * \Phi_e * \Phi_{torsión} * \frac{2 * A_o * A_t * f_{yt}}{S}$$

$$S = \frac{A_t * f_{yt} * P_h}{A_s * f_y}$$

$$A_{oh} = (b - 2d) * (h - 2d)$$

$$p_h = 2((b + h) - 4d)$$

Datos de salida:

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.9.

#### 4.8.3 Resultados del modelamiento estructural

Como conclusión del modelamiento inicial de la estructura podemos decir que debido a que los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo superan los límites establecidos por la NSR-10, la estructura debe ser rigidizada y reforzada.

## 5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE REFORZAMIENTO

Teniendo en cuenta la necesidad de rigidizar y reforzar la estructura debido a los altos índices obtenidos en el primer modelo, se toma la decisión de realizar un ensanchamiento de secciones tanto de vigas como de columnas. De esta manera se logra disminuir la deriva del 3.35% obtenida inicialmente a 1%.

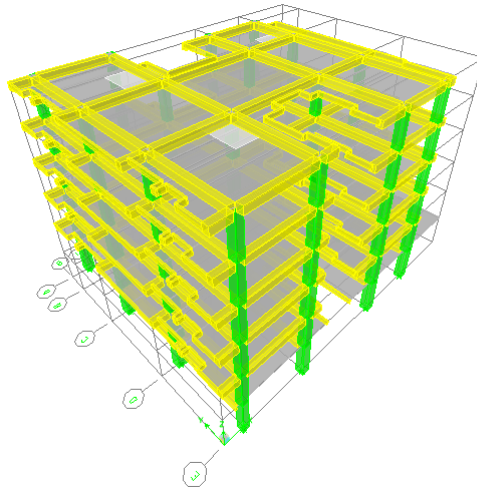


Figura 14. Modelo 3D de la Estructura reforzada.

### 5.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL MODELO No.02, ESTRUCTURA RIGIDIZADA Y REFORZADA Y RESULTADOS OBTENIDOS

Al correr el nuevo modelo con las nuevas pantallas y el aumento en secciones de vigas y columnas, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 6. Cálculo de derivas modelo con reforzamiento.

| Piso       | Deriva<br>máx. En<br>X | Deriva<br>máx. En<br>Y |
|------------|------------------------|------------------------|
| P1 N+0.00  | 0.03%                  | 0.06%                  |
| P2 N+2.70  | 0.12%                  | 0.77%                  |
| P3 N+5.40  | 0.17%                  | 1.00%                  |
| P4 N+8.10  | 0.21%                  | 1.00%                  |
| P5 N+10.80 | 0.22%                  | 0.89%                  |
| P6 N+13.50 | 0.22%                  | 0.65%                  |

Tabla 7. Secciones de vigas y columnas modelo con reforzamiento.

| Columnas                     | Nivel                     | Sección<br>(cm x cm) |   |    |
|------------------------------|---------------------------|----------------------|---|----|
| 1E, 3B                       | Sótano                    | 50                   | x | 50 |
| 2E, 3E,<br>4E, 4B,<br>1A, 2A | Desde sótano hasta piso 2 | 60                   | x | 60 |
|                              | Desde piso 3 hasta piso 5 | 50                   | x | 50 |
| 1D, 4C                       | Desde sótano hasta piso 2 | 70                   | x | 60 |
|                              | Desde piso 3 hasta piso 5 | 50                   | x | 50 |
| 2D, 3D,<br>4D, 1C            | Desde sótano hasta piso 2 | 70                   | x | 70 |
|                              | Desde piso 3 hasta piso 5 | 50                   | x | 50 |
| 2C, 3C                       | Desde sótano hasta piso 1 | 70                   | x | 70 |
|                              | Piso 2                    | 70                   | x | 60 |
|                              | Desde piso 3 hasta piso 5 | 50                   | x | 50 |
| Vigas                        | Todas                     | 50 x 50              |   |    |

### 5.1.1 Índices de flexibilidad obtenidos

Tabla 8. Índices de flexibilidad modelo con reforzamiento.

| Piso | Altura | Deriva<br>máx. en X | Deriva<br>máx. en Y | Deriva máx.<br>Permitida | Indice de<br>flexibilidad<br>en X | Indice de<br>flexibilidad<br>en Y | Indice de<br>flexibilidad<br>de la<br>estructura |
|------|--------|---------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| P1   | 0.00   | 0.03%               | 0.06%               | 1.00%                    | 0.03                              | 0.06                              | 1.0                                              |
| P2   | 2.70   | 0.12%               | 0.77%               | 1.00%                    | 0.12                              | 0.77                              |                                                  |
| P3   | 5.40   | 0.17%               | 1.00%               | 1.00%                    | 0.17                              | 1.09                              |                                                  |
| P4   | 8.10   | 0.21%               | 1.00%               | 1.00%                    | 0.21                              | 1.07                              |                                                  |
| P5   | 10.80  | 0.22%               | 0.89%               | 1.00%                    | 0.22                              | 0.89                              |                                                  |
| P6   | 13.50  | 0.22%               | 0.65%               | 1.00%                    | 0.22                              | 0.65                              |                                                  |

### 5.1.2 Índices de sobreesfuerzo

#### 5.1.2.1 Índices de sobreesfuerzo en columnas

##### 5.1.2.1.1 Índices de sobreesfuerzo por flexión y carga axial

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.10.

#### 5.1.2.1.2 Índices de sobreesfuerzo por cortante

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.11.

#### 5.1.2.2 Índices de sobreesfuerzo en vigas

##### 5.1.2.2.1 Índices de flexión en vigas

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.12

##### 5.1.2.2.2 Índices de cortante en vigas

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.13.

##### 5.1.2.2.3 Índices de torsión en vigas

Los resultados obtenidos se pueden ver en el Anexo No.14.

#### 5.1.3 Reforzamiento de la estructura

De acuerdo con la información obtenida, consignada en los anexos del 5 al 14, se tiene que podemos hacer ensanchamiento de secciones de vigas y columnas con el objeto de llevar la estructura a los límites permisibles de derivas, índices de flexibilidad e índices de sobreesfuerzo por flexión y carga axial en columnas, índices de sobreesfuerzo por flexión y cortante en vigas. Por lo anterior, se tienen las siguientes soluciones para el ensanchamiento y reforzamiento de vigas y columnas:

Tabla 9. Tipos de columnas modelo con reforzamiento.

| Columnas                                | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) |   |    | Sección<br>tipo | Acero<br>a<br>colocar<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|--------|----------------------|---|----|-----------------|---------------------------------------------|
| 1E, 2E,<br>3E, 3B,<br>4B, 1A,<br>2A, 4E | Sótano | 50                   | x | 50 | Tipo 1          | 12#7                                        |
|                                         | Piso 1 | 50                   | x | 50 | Tipo 1          | 12#7                                        |
|                                         | Piso 2 | 50                   | x | 50 | Tipo 2          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 3 | 50                   | x | 50 | Tipo 2          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 4 | 50                   | x | 50 | Tipo 2          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 5 | 50                   | x | 50 | Tipo 2          | 8#6                                         |
| 1D, 2D,<br>4D, 1C,<br>2C, 3C,<br>4C     | Sótano | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 1 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 2 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 3 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 4 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|                                         | Piso 5 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) |   |    | Sección<br>tipo | Acero<br>a<br>colocar<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|----------|--------|----------------------|---|----|-----------------|---------------------------------------------|
| 3D, ,    | Sótano | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|          | Piso 1 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|          | Piso 2 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|          | Piso 3 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|          | Piso 4 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |
|          | Piso 5 | 50                   | x | 50 | Tipo 3          | 8#6                                         |

Estribos en zona de confinamiento: 3/8" cada 10cm

Tabla 10. Tipos de vigas modelo con reforzamiento.

| Viga de Nivel | VIGA  | Sección (cm x cm) b x h | As total requerido (cms2) (Izq) | As total requerido (cms2) (Centro) | As total requerido (cms2) (Der) | Nuevo As (cm2) Requerido a la izquierda | Nuevo As (cm2) Requerido en el centro | Nuevo As (cm2) Requerido a la derecha | Sección tipo | Acero suministrado en extremos (cm2) | Acero suministrado en el centro (cm2) | Requiere refuerzo adicional por torsión |
|---------------|-------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| 0.00          | VS-C  | 40 x 50                 | 11.07                           | 6.60                               | 11.35                           | 5.13                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 16.57                           | 7.77                               | 16.06                           | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 12.91                           | 6.48                               | 11.33                           | 0.00                                    | 1.52                                  | 5.39                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 12.15                           | 5.89                               | 11.00                           | 6.21                                    | 1.52                                  | 2.00                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
| 0.00          | VS-D  | 40 x 50                 | 13.57                           | 6.49                               | 13.67                           | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 13.57                           | 6.49                               | 13.67                           | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 6.71                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.60                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 8.54                            | 0.00                                    | 2.79                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| 0.00          | VS-D1 | 40 x 50                 | 13.70                           | 7.11                               | 12.33                           | 0.00                                    | 0.76                                  | 0.45                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 12.76                           | 6.08                               | 11.69                           | 0.00                                    | 0.25                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 13.86                           | 10.81                              | 12.49                           | 10.05                                   | 5.73                                  | 8.68                                  | Tipo 3       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 13.29                           | 11.52                              | 13.77                           | 9.48                                    | 6.44                                  | 9.96                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
| 0.00          | VS-2  | 40 x 60                 | 10.35                           | 6.23                               | 9.62                            | 4.41                                    | 2.84                                  | 3.68                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 9.74                            | 5.89                               | 9.49                            | 3.80                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 10.01                           | 6.17                               | 5.89                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 1.98                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 8.70                            | 5.89                               | 8.22                            | 2.76                                    | 2.84                                  | 2.28                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| 0.00          | VS-3  | 40 x 60                 | 8.08                            | 5.89                               | 7.73                            | 2.14                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 8.43                            | 6.91                               | 9.26                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 3.32                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 7.67                            | 5.89                               | 7.41                            | 1.98                                    | 2.84                                  | 1.98                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 7.41                            | 5.89                               | 7.25                            | 1.98                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| 0.00          | VS-4  | 40 x 60                 | 7.81                            | 6.25                               | 8.44                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 2.50                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.06                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 15.64                           | 10.75                              | 14.33                           | 5.89                                    | 4.40                                  | 5.29                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-A  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.06                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 16.34                           | 13.31                              | 15.30                           | 6.59                                    | 8.23                                  | 6.26                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.06                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 17.09                           | 8.02                               | 15.42                           | 0.00                                    | 0.40                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-B  | 40 x 50                 | 17.45                           | 8.15                               | 16.38                           | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 16.59                           | 11.22                              | 15.78                           | 0.00                                    | 6.14                                  | 4.05                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.06                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-C  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.60                                  | 0.66                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 7.82                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 17.90                           | 11.67                              | 16.41                           | 0.00                                    | 0.65                                  | 5.39                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-D  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 2.79                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 16.87                           | 11.60                              | 15.31                           | 7.83                                    | 1.44                                  | 6.83                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 2.79                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.50                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-E  | 40 x 50                 | 18.16                           | 14.33                              | 16.65                           | 6.43                                    | 9.25                                  | 10.30                                 | Tipo 3       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.25                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 15.06                           | 10.87                              | 13.68                           | 8.71                                    | 3.25                                  | 3.78                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 13.44                           | 9.56                               | 13.30                           | 3.54                                    | 4.48                                  | 3.40                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-1  | 40 x 60                 | 13.10                           | 10.15                              | 13.75                           | 3.20                                    | 5.07                                  | 7.40                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 10.91                           | 6.63                               | 9.74                            | 4.56                                    | 0.30                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 10.28                           | 6.04                               | 9.89                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 9.35                            | 7.00                               | 10.95                           | 0.00                                    | 2.84                                  | 4.60                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-2  | 40 x 60                 | 10.02                           | 5.89                               | 8.98                            | 3.67                                    | 0.30                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 9.25                            | 5.89                               | 8.79                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 9.34                            | 8.62                               | 11.19                           | 0.00                                    | 3.54                                  | 4.84                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 10.71                           | 7.23                               | 9.46                            | 4.36                                    | 0.30                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| PT            | VE-3  | 40 x 60                 | 9.57                            | 7.23                               | 9.26                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 10.18                           | 9.57                               | 12.05                           | 0.00                                    | 4.49                                  | 5.70                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 10.18                           | 9.57                               | 12.05                           | 0.00                                    | 4.49                                  | 5.70                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 10.18                           | 9.57                               | 12.05                           | 0.00                                    | 4.49                                  | 5.70                                  | Tipo 2       | 4#6                                  | 4#6                                   | NO                                      |

| Viga de Nivel | VIGA  | Sección (cm x cm) b x h | As total requerido (cms2) (Izq) | As total requerido (cms2) (Centro) | As total requerido (cms2) (Der) | Nuevo As (cm2) Requerido a la izquierda | Nuevo As (cm2) Requerido en el centro | Nuevo As (cm2) Requerido a la derecha | Sección tipo | Acero suministrado en extremos (cm2) | Acero suministrado en el centro (cm2) | Requiere refuerzo adicional por torsión |
|---------------|-------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| CUB.          | VE-A  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.06                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 0.25                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-B  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-C  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.06                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 6.12                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 6.92                            | 5.89                               | 6.41                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 4.06                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-D  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.91                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.60                                  | 0.66                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-D1 | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-E  | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 2.79                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 0.00                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 2.79                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-E1 | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 2.79                                    | 4.50                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.25                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 50                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 1.52                                  | 0.25                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-1  | 40 x 60                 | 7.23                            | 7.23                               | 7.23                            | 1.57                                    | 0.30                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 7.23                            | 7.23                               | 7.23                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 7.23                            | 7.23                               | 7.23                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 1.57                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-2  | 40 x 60                 | 6.24                            | 5.89                               | 5.89                            | 1.57                                    | 0.30                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 8.43                            | 5.89                               | 7.70                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.91                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 1.57                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-3  | 40 x 60                 | 6.39                            | 5.89                               | 5.92                            | 1.57                                    | 0.30                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 7.27                            | 5.89                               | 6.48                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 5.89                            | 5.89                               | 5.89                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 1.57                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
| CUB.          | VE-4  | 40 x 60                 | 7.23                            | 7.23                               | 7.23                            | 1.57                                    | 0.30                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 7.23                            | 7.23                               | 7.23                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 0.00                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |
|               |       | 40 x 60                 | 7.23                            | 7.23                               | 7.23                            | 0.00                                    | 2.84                                  | 1.57                                  | Tipo 1       | 3#5                                  | 3#5                                   | NO                                      |

Tipo 1: Para vigas que requieren acero entre 0 y 5cm2

Tipo 2: Para vigas que requieren acero entre 6 y 10cm2

Tipo 3: Para vigas que requieren acero entre 11 y 20cm2



### 5.1.3.1 Revisión y rediseño de la cimentación

De la revisión efectuada con base en las reacciones obtenidas en cada columna obtenemos lo siguiente:

Tabla 11. Cimentación modelo existente.

| Cimiento | Dimensiones |            |            | As L        | As a         | Resultado del análisis |
|----------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|------------------------|
|          | L (metros)  | a (metros) | h (metros) |             |              |                        |
| 1A       | 3.00        | 0.60       | 0.60       | 5#6 L=3.00m | 12#5 L=1.00m | Sección insuficiente   |
| 2A       | 0.95        | 0.95       | 0.40       | 8#4 L=1.20m | 8#4 L=1.20m  | Sección insuficiente   |
| 3B       | 2.20        | 0.60       | 0.50       | 7#4 L=2.00m | 9#3 L=1.00m  | Sección insuficiente   |
| 4B       | 1.05        | 0.60       | 0.40       | 4#4 L=1.20m | 5#3 L=1.00m  | Sección insuficiente   |
| 1C       | -           | 2.00       | 0.50       | -           | 10#5 L=2.00m | OK                     |
| 2C       | -           | 2.25       | 0.60       | -           | 10#5 L=2.00m | OK                     |
| 3C       | -           | 2.10       | 0.55       | -           | 10#5 L=2.00m | OK                     |
| 4C       | -           | 1.70       | 0.45       | -           | 11#4 L=1.50m | Sección insuficiente   |
| 1D       | -           | 1.90       | 0.50       | -           | 14#4 L=2.00m | OK                     |
| 2D       | -           | 2.20       | 0.60       | -           | 12#5 L=2.00m | OK                     |
| 3D       | -           | 2.30       | 0.60       | -           | 13#5 L=2.00m | OK                     |
| 4D       | -           | 1.80       | 0.45       | -           | 12#4 L=2.00m | OK                     |
| 1E       | 2.40        | 0.60       | 0.50       | 7#4 L=2.00m | 10#3 L=1.00m | Sección insuficiente   |
| 2E       | 2.30        | 0.60       | 0.50       | 7#4 L=2.00m | 10#3 L=1.00m | Sección insuficiente   |
| 3E       | 2.50        | 0.60       | 0.60       | 8#4 L=2.00m | 10#3 L=1.00m | Sección insuficiente   |
| 4E       | 1.70        | 0.60       | 0.50       | 5#4 L=2.00m | 70#3 L=1.00m | Sección insuficiente   |

Con base en lo anterior, se procede a efectuar el rediseño correspondiente para las zapatas que así lo requieren. Los resultados del re-diseño son los que se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 12. Cimentación modelo con reforzamiento.

| Cimiento               | Dimensiones nuevas |               |               | As L | As a | Solución dada                                 | Zapata tipo |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------|------|------|-----------------------------------------------|-------------|
|                        | L<br>(metros)      | a<br>(metros) | h<br>(metros) |      |      |                                               |             |
| 1A                     | 3.00               | 0.80          | 0.70          | 5#6  | 20#5 | Ensanchamiento lateral y espesor de la zapata | 1R          |
| 2A                     | 1.50               | 1.70          | 0.50          | 11#4 | 11#4 | Ensanchamiento lateral y espesor de la zapata | 2R          |
| 3B, 4B, 1E, 2E, 3E, 4E | 2.70               | 1.00          | 0.70          | 10#5 | 18#5 | Ensanchamiento lateral y espesor de la zapata | 3R          |
| 4C                     | 2.00               | 2.00          | 0.60          | 18#4 | 18#4 | Ensanchamiento lateral y espesor de la zapata | 4R          |

## 5.2 PLANOS

Esta información se presenta en el Anexo No.15.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con la fecha existente en el rótulo de los planos (1994), la estructura en estudio fue diseñada con el código colombiano de construcciones sismo-resistentes decreto 1400 de 1984. Dicho código establecía una deriva máxima del 1.5%, y al realizar el análisis sísmico del modelo existente, la deriva máxima calculada de acuerdo al espectro de diseño es del 3,24%, lo cual nos indica, si la estructura fue diseñada correctamente, que el análisis sísmico contemplado en la NSR-10 es más exigente.
- De gran importancia son los registros que puedan caracterizar todos los materiales utilizados en la obra, sobre todos de aquellos que son utilizado en los elementos estructurales. En nuestro caso, recurrimos al constructor quien nos suministró los planos de diseño, las memorias de cálculo y el estudio de suelos, datos que fueron tomados como punto de inicio para la realización de la presente monografía. De gran importancia, pero no estaba dentro del alcance del presente trabajo académico, es la toma de núcleos, la exploración de la profundidad de cimentación y una inspección ocular para verificar el estado general de la edificación.
- Toda la documentación durante el proceso de diseño y construcción de una estructura debe reposar en manos del constructor, de la oficina gubernamental encargada de la aprobación del proyecto y en manos de los propietarios. En nuestro país generalmente dicha información no es posible encontrarla en ninguna de las tres partes enunciadas, por lo que urge una reglamentación sobre el tema.
- El estado colombiano a través del congreso está en mora de implementar un mecanismo que permita la realización de una inventoría técnica en la fase constructiva de todas las construcciones privadas dedicadas a vivienda, pues es bien sabido, y algunas catástrofes ocurridas en nuestro país lo han corroborado desafortunadamente, que la calidad de algunos materiales empleados en los elementos estructurales no cumplen con la calidad mínima establecidas en los planos de diseño.
- En la selección del método para el reforzamiento estructural se tuvo en cuenta el uso actual de la estructura y su configuración arquitectónica. Una intervención con muros de concreto no fue posible, y se optó por el ensanchamiento de columnas y vigas.
- De acuerdo a las derivas obtenidas en el modelo existente, fue necesaria la intervención de la mayoría de las columnas. Adicionalmente, y de acuerdo al cuadro de índices de flexo-compresión de las columnas, la

gran mayoría no cumple razón por la cual se decidió el engrosamiento de columnas.

- Es de gran importancia dar a conocer a todos los propietarios de edificaciones construidas bajo las normas anteriores a la NSR-10, de los cambios contemplados en dicha norma y como puede llegar a afectarse la estructura existente ante un evento sísmico. Si bien es cierto que una intervención como la propuesta en este ejercicio académico es muy costosa, también es de gran importancia hacer ver que la vida y el patrimonio de los propietarios de dichas edificaciones está en juego.
- La edificación en estudio no colinda con edificios de igual o mayor altura como puede apreciarse en las fotografías contenidas en la presente monografía. Esto permite, que ante un desplazamiento horizontal no encontrará obstáculos para su libre desplazamiento, como el que ocurre en muchas estructuras construidas en nuestra ciudad, y que será un factor determinante para causar daños irreparables en dichas edificaciones como lo han demostrado sismos fuertes ocurridos en otros lugares del mundo. Afortunadamente la NSR-10 establece el aislamiento sísmico para las nuevas edificaciones, que consiste en dejar un espacio no menor al 1% de la altura del edificio, que en términos técnicos, es el máximo desplazamiento horizontal permitido.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] **NSR 2010.** Norma Sismo Resistente. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Colombia de 2010.
- [2] **CAICEDO, César.** Vulnerabilidad sísmica de edificios. Universidad Politécnica de Cataluña. España 1.995.
- [3] **DO LAGO HELENE, Paulo R.** Manual para reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto. 1.997.
- [4] **MALDONADO RONDON, Esperanza.** Vulnerabilidad sísmica en centros urbanos. Bucaramanga 2.004.
- [5] **SANCHEZ DE GUZMAN, Diego.** Durabilidad y patología del concreto. Asocreto. Bogotá 2005.
- [6] **ASOCRETO.** Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318S-08, ACI. Bogotá 2.007.
- [7] **ASOCRETO.** El concreto y los terremotos. Bogotá 2.006.
- [8] **FEMA 356.** American society of civil engineers. Prestandar and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Washington. Federal emergency management agency 2000.
- [9] **FEMA 440.** Applied technology council. Improvement of nonlinear static seismic. Analysis procedures. Redwood: Applied technology council, 2004.
- [10] **ATC 40.** Applied technology council. Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings, ATC 40 Report. Redwood: Applied technology council, 1996.
- [11] **ROCHEL, Roberto Awad.** Análisis y diseño sísmico de edificios. Tercera edición. Fondo editorial universidad Eafit. Medellín 2006.
- [12] **ETABS Nonlinear V.9.7.0. Licencia provisional otorgada por CSI Caribe, autorizado por CSI Computers & Structures, Inc.** Con el objeto de afianzar los conocimientos en el manejo de este software, los autores por cuenta propia realizaron la inscripción al curso virtual de ETABS y SAFE

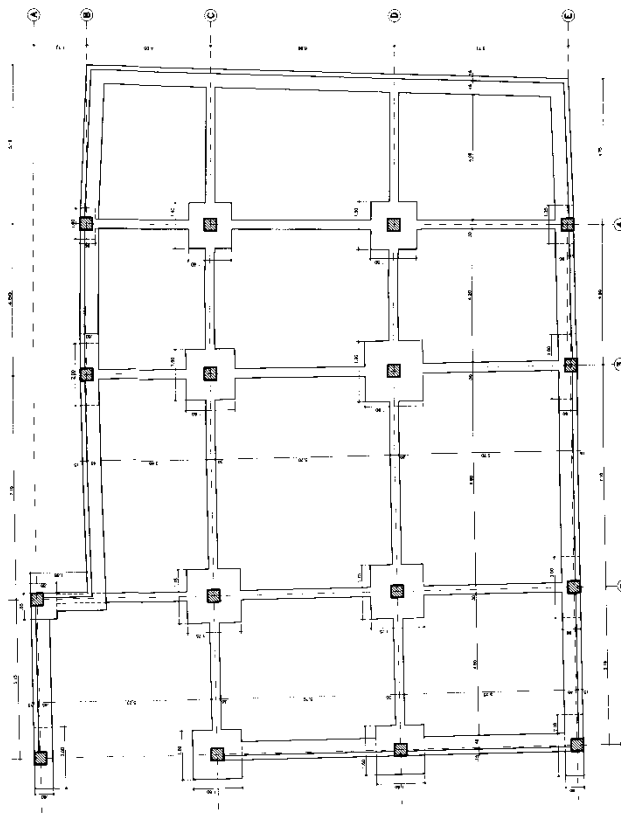
ofrecido por CSI Caribe, tiempo durante el cual les fue otorgada una licencia provisional para el manejo de dichos programas con el objeto de desarrollar los ejercicios propuestos en cada uno de ellos. Durante el tiempo de vigencia de la licencia provisional los autores elaboraron los modelos para la edificación en estudio en la presente monografía como ejercicio netamente académico y sin ánimo de lucro, sin ser éste un documento para obtener aprobación para construcción de la alternativa propuesta ni licencia constructiva de ningún tipo. En el Anexo No.16 se presentan los documentos que certifican el desarrollo y aprobación del curso online por parte de los autores, otorgado por CSI Caribe Computers & Structures, Inc.

## **AVISO LEGAL**

El presente trabajo es totalmente académico y es propiedad de los autores. Por tanto, cualquier utilización de los resultados del presente trabajo debe ser autorizado por sus autores. Así mismo está prohibida la reproducción parcial o total de este trabajo, por cualquier medio, sin autorización escrita de sus autores.

## ANEXO 1. Planos existentes





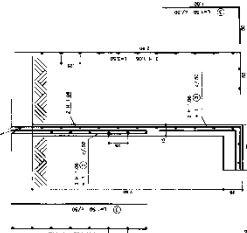
| Climatic               | City  | T<br>°C | H<br>mm | W<br>mm | RH %    |          | Max |
|------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|-----|
|                        |       |         |         |         | 1       | 2        |     |
| Sub-trop. lat. 30°-35° | 2-100 | 2-100   | 100     | 100     | 9-1,000 | 11-1,000 |     |
|                        | 0-65  | 90      | 45      | 5       | 4-1,000 |          |     |
|                        | 10    | 100     | 100     | 4       | 2-1,000 |          |     |
|                        | 40    | 100     | 100     | 4       | 2-1,000 |          |     |
| Trop.                  | 0-35  | 100     | 100     | 4       | 2-1,000 |          |     |
|                        | 40    | 100     | 100     | 4       | 2-1,000 |          |     |

| Grp. | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$                                   | $N_1$ |
|------|----------|---------|--------------------------------------------|-------|
| 15   | 1.40     | .55     | $8 \left( \frac{8}{5} \right) 1.60 \phi$   |       |
| 20   | 1.75     | .55     | $8 \left( \frac{8}{5} \right) 2.00 \phi$   |       |
| 25   | 1.60     | .45     | $8 \left( \frac{8}{5} \right) 1.0 \phi$    |       |
| 30   | 1.80     | .60     | $10 \left( \frac{10}{5} \right) 2.00 \phi$ |       |
| 35   | 1.50     | .45     | $10 \left( \frac{10}{5} \right) 1.0 \phi$  |       |

CONCRETO 3.000 psi  
 HIERRO Ø 3/8, 37.000 psi  
 HIERRO Ø 3/8, 80.000 psi  
 DECRETO 1400/84-ACI-318-83  
 MALLA ELECTROSOLDADA  
 Tipo Heliacero o similar

Exp. 1, 12 \*

**MURO DE CONTENCIÓN**  
Esc. 1:20

[illegible]

ndador quinhô v.  
ing. 144  
L. A.  
Cm. 31 f. 45-53 1940-2  
p. 470023

**EDIFICIO CALLE 33 CRA. 22 A 23**  
FINCO LTDA

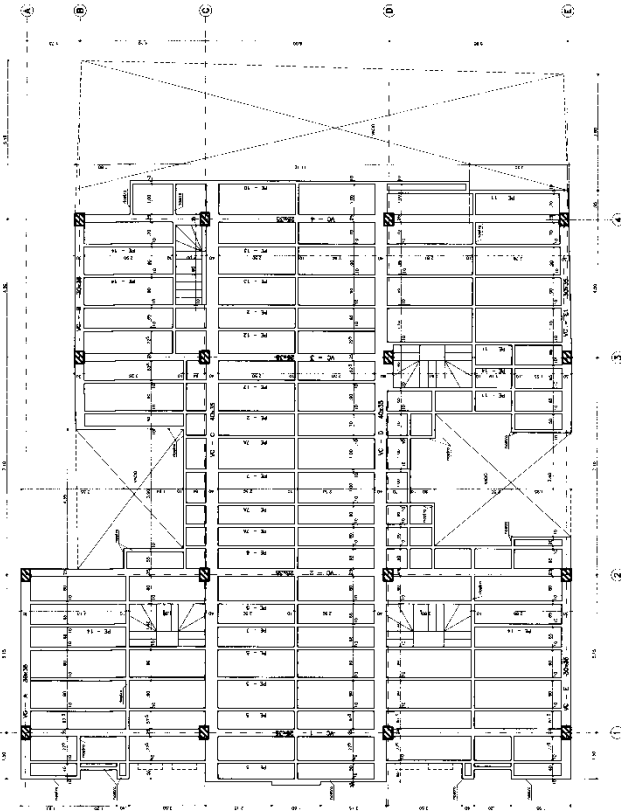
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 | 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 | 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 | 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 | 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 | 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 | 461 | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1994<br>1995<br>1996<br>1997<br>1998<br>1999<br>2000<br>2001<br>2002<br>2003<br>2004<br>2005<br>2006<br>2007<br>2008<br>2009<br>2010<br>2011<br>2012<br>2013<br>2014<br>2015<br>2016<br>2017<br>2018<br>2019<br>2020<br>2021<br>2022<br>2023<br>2024<br>2025<br>2026<br>2027<br>2028<br>2029<br>2030<br>2031<br>2032<br>2033<br>2034<br>2035<br>2036<br>2037<br>2038<br>2039<br>2040<br>2041<br>2042<br>2043<br>2044<br>2045<br>2046<br>2047<br>2048<br>2049<br>2050<br>2051<br>2052<br>2053<br>2054<br>2055<br>2056<br>2057<br>2058<br>2059<br>2060<br>2061<br>2062<br>2063<br>2064<br>2065<br>2066<br>2067<br>2068<br>2069<br>2070<br>2071<br>2072<br>2073<br>2074<br>2075<br>2076<br>2077<br>2078<br>2079<br>2080<br>2081<br>2082<br>2083<br>2084<br>2085<br>2086<br>2087<br>2088<br>2089<br>2090<br>2091<br>2092<br>2093<br>2094<br>2095<br>2096<br>2097<br>2098<br>2099<br>2100<br>2101<br>2102<br>2103<br>2104<br>2105<br>2106<br>2107<br>2108<br>2109<br>2110<br>2111<br>2112<br>2113<br>2114<br>2115<br>2116<br>2117<br>2118<br>2119<br>2120<br>2121<br>2122<br>2123<br>2124<br>2125<br>2126<br>2127<br>2128<br>2129<br>2130<br>2131<br>2132<br>2133<br>2134<br>2135<br>2136<br>2137<br>2138<br>2139<br>2140<br>2141<br>2142<br>2143<br>2144<br>2145<br>2146<br>2147<br>2148<br>2149<br>2150<br>2151<br>2152<br>2153<br>2154<br>2155<br>2156<br>2157<br>2158<br>2159<br>2160<br>2161<br>2162<br>2163<br>2164<br>2165<br>2166<br>2167<br>2168<br>2169<br>2170<br>2171<br>2172<br>2173<br>2174<br>2175<br>2176<br>2177<br>2178<br>2179<br>2180<br>2181<br>2182<br>2183<br>2184<br>2185<br>2186<br>2187<br>2188<br>2189<br>2190<br>2191<br>2192<br>2193<br>2194<br>2195<br>2196<br>2197<br>2198<br>2199<br>2200<br>2201<br>2202<br>2203<br>2204<br>2205<br>2206<br>2207<br>2208<br>2209<br>2210<br>2211<br>2212<br>2213<br>2214<br>2215<br>2216<br>2217<br>2218<br>2219<br>2220<br>2221<br>2222<br>2223<br>2224<br>2225<br>2226<br>2227<br>2228<br>2229<br>2230<br>2231<br>2232<br>2233<br>2234<br>2235<br>2236<br>2237<br>2238<br>2239<br>2240<br>2241<br>2242<br>2243<br>2244<br>2245<br>2246<br>2247<br>2248<br>2249<br>2250<br>2251<br>2252<br>2253<br>2254<br>2255<br>2256<br>2257<br>2258<br>2259<br>2260<br>2261<br>2262<br>2263<br>2264<br>2265<br>2266<br>2267<br>2268<br>2269<br>2270<br>2271<br>2272<br>2273<br>2274<br>2275<br>2276<br>2277<br>2278<br>2279<br>2280<br>2281<br>2282<br>2283<br>2284<br>2285<br>2286<br>2287<br>2288<br>2289<br>2290<br>2291<br>2292<br>2293<br>2294<br>2295<br>2296<br>2297<br>2298<br>2299<br>2300<br>2301<br>2302<br>2303<br>2304<br>2305<br>2306<br>2307<br>2308<br>2309<br>2310<br>2311<br>2312<br>2313<br>2314<br>2315<br>2316<br>2317<br>2318<br>2319<br>2320<br>2321<br>2322<br>2323<br>2324<br>2325<br>2326<br>2327<br>2328<br>2329<br>2330<br>2331<br>2332<br>2333<br>2334<br>2335<br>2336<br>2337<br>2338<br>2339<br>2340<br>2341<br>2342<br>2343<br>2344<br>2345<br>2346<br>2347<br>2348<br>2349<br>2350<br>2351<br>2352<br>2353<br>2354<br>2355<br>2356<br>2357<br>2358<br>2359<br>2360<br>2361<br>2362<br>2363<br>2364<br>2365<br>2366<br>2367<br>2368<br>2369<br>2370<br>2371<br>2372<br>2373<br>2374<br>2375<br>2376<br>2377<br>2378<br>2379<br>2380<br>2381<br>2382<br>2383<br>2384<br>2385<br>2386<br>2387<br>2388<br>2389<br>2390<br>2391<br>2392<br>2393<br>2394<br>2395<br>2396<br>2397<br>2398<br>2399<br>2400<br>2401<br>2402<br>2403<br>2404<br>2405<br>2406<br>2407<br>2408<br>2409<br>2410<br>2411<br>2412<br>2413<br>2414<br>2415<br>2416<br>2417<br>2418<br>2419<br>2420<br>2421<br>2422<br>2423<br>2424<br>2425<br>2426<br>2427<br>2428<br>2429<br>2430<br>2431<br>2432<br>2433<br>2434<br>2435<br>2436<br>2437<br>2438<br>2439<br>2440<br>2441<br>2442<br>2443<br>2444<br>2445<br>2446<br>2447 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|





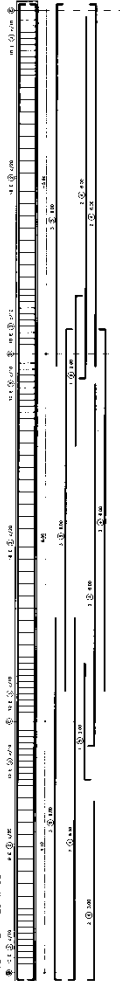
PLACA SEGUNDO PISO PH  
NIVEL 13.50



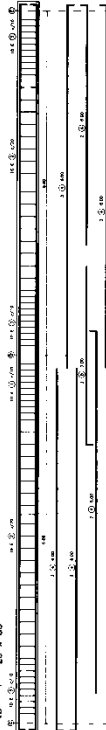
PE - 10 10 x 35



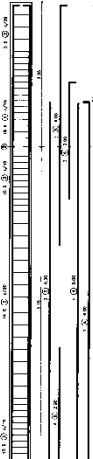
VS - 2 25 x 35



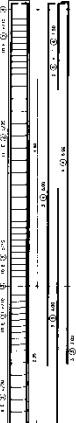
VS - 1 25 x 35



VS - 0 40 x 35



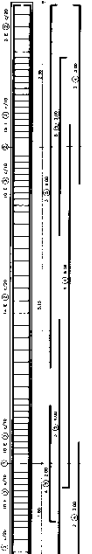
VE - B 30 x 35



VE - E 30 x 35



VE - D 40 x 35



VE - A 30 x 35



ESPECIFICACIONES

CONCRETO 3,000 psi  
HIERRO #43/8, 37,000 psi  
HIERRO #53/8, 60,000 psi

DECRETO 1400/84-AQ-318-83  
MALLA ELECTRODINAMICA  
TIPO HELICERO o similar

NOTA:  
Se debe verificar la  
cobertura de los  
aceros en las placas de  
las columnas y en las  
placas de las vigas.

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| PROYECTO    | RECTOR GUICHÓN N.             |
| UBICACIÓN   | EDIFICIO CALLE 33 CPA 22 A 23 |
| FECHA       | 1984                          |
| PROYECTISTA | PLACA SEGUNDO PISO PH         |
| PROYECTISTA | INTEL (13.50)                 |
| PROYECTISTA | SEPTIEMBRE 1984               |
| PROYECTISTA | Enc. Indisoc                  |
| PROYECTISTA | PL-4                          |

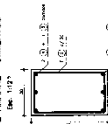


## ESC 1:50



| Specimen | H    | B    | d     | P  | F  | Notes |
|----------|------|------|-------|----|----|-------|
| 1        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 2        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 3        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 4        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 5        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 6        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 7        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 8        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 9        | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |
| 10       | 3.00 | 1.00 | 0.100 | 10 | 10 |       |

VIGA DE AMARRE CIMIENTOS



|                              |  |                                                |  |
|------------------------------|--|------------------------------------------------|--|
| nestor quinche v.            |  | ON 10-11-2000<br>10. 11. 2000                  |  |
| 10. 11. 2000<br>10. 11. 2000 |  | EDIFICIO CALLE 33 CRA. 22 A 23<br>10. 11. 2000 |  |
| 10. 11. 2000<br>10. 11. 2000 |  | CAMBIO CIMENTACION<br>C. 10-11-2000            |  |
| 10. 11. 2000<br>10. 11. 2000 |  | PL-6<br>E.A. 1.50                              |  |
| 10. 11. 2000<br>10. 11. 2000 |  | INCENDIO 1984<br>10. 11. 2000                  |  |

## ANEXO 2. Estudio de suelos existente

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

**ESTUDIO DE SUELOS  
LOTE CALLE 33 - CARRERAS 22 Y 23 ,COSTADO NORTE  
BUCARAMANGA**

Director del estudio:

  
INGENIERIA DE

SUELOS LTDA.  
ING. JAIME SUAREZ DIAZ

Matricula No. 15439 de Cundinamarca

Bucaramanga, Febrero de 1994



# CAPITULO 1

## **LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23**

**ESTUDIO DE SUELOS 1807**

---

### **I. INTRODUCCION**

El presente informe contiene los resultados de las investigaciones del subsuelo de un lote localizado en el costado norte de la calle 33 , casas números 22-23 y 22 - 31 , en la ciudad de Bucaramanga , en el cual se plantea la construcción de un edificio de diez niveles de altura y un sótano, empleando sistema estructural de pórticos y placas.

#### **Objeto**

Los objetivos del presente estudio están dirigidos a analizar las características geomecánicas del lote y de los suelos y materiales de fundación, localizar el nivel de agua subterránea e identificar los problemas de cimentación inherentes al suelo, a la formación geológica, a la topografía del lote y a las características hidrológicas del sitio.

Con base en este análisis y los resultados de los ensayos de campo y laboratorio de las muestras obtenidas en los sondeos, se propone la profundidad de cimentación requerida, el sistema de cimentación más adecuado para el tipo de estructuras propuestas, la presión admisible del terreno y los parámetros del suelo, necesarios para el diseño de la cimentación.

---

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

Calle 45 No. 38-33 Teléfono 344055 Bucaramanga

## CAPITULO 2

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

### II. CARACTERISTICAS FISICAS Y GEOMECANICAS DEL LOTE Y DE LOS SUELOS DEL SITIO

#### 1. Posición fisiográfica

El lote está localizado sobre la terraza de Bucaramanga, sector central.

#### 2. Topografía del terreno circundante

El terreno es suavemente inclinado con pendiente máxima del 4 % hacia el occidente.

#### 3. Drenaje y nivel freático

El perfil de suelo se clasifica como Moderadamente Bien Drenado, y el nivel freático no apareció en los sondeos.

#### 4. Formación geológica

Depósitos aluviales del abanico de Bucaramanga, de edad cuaternario.

#### 5. Perfil estratigráfico

##### **Suelo Subsuperficial**

Aparece un manto de suelos arenoarcillosos orgánicos muy sueltos de espesor aproximado de 1.5 metros, sobre arenas arcillosas color amarillo algo duras pero no competentes como piso de cimentación.

##### **Suelo más profundo**

Al profundizar por debajo de los cuatro metros las arenas arcillosas amarillas se hacen mas duras y competentes.

---

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

Calle 41 No. 28-33 Teléfono 341255 Bucaramanga

---

# CAPITULO 3

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

### III. ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

#### 1. Tipo de perforación

Sondeos empleando equipo a percusión con motor a gasolina de 16 HP., base y torre metálicas.

#### 2. Número de sondeos

Tres sondeos a cinco metros de profundidad cada uno.

#### 3. Ensayos

De penetración estandar cada 50 centímetros de acuerdo a la norma AS TM D 1586-67.

Para cada ensayo se tomaron tres lecturas de número de golpes para penetración de 6 pulgadas.

Para objeto del diseño se tomó el valor correspondiente a las últimas 12 pulgadas.

#### 4. Muestras

Semialteradas tomadas con tubo partido (Split Spoon), empacadas en bolsas de polietileno debidamente referenciadas.

---

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

Calle 41 No. 28-33 Teléfono 341255 Bucaramanga

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

### 5. Ensayos realizados

Humedad (contenido de agua),  
Límites de Atterberg (plasticidad),  
Granulometría (tamaño de granos),

A continuación se muestra un resumen de los ensayos de campo y laboratorio:

---

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

Calle 41 No. 28-33 Teléfono 341255 Bucaramanga

**LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23**

ESTUDIO DE SUELOS 1807

**RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO**Prof.  
en metros**SONDEO****1****2****3****4****N golpes/pie - ensayo de penetración estandar**

|           |    |     |     |    |
|-----------|----|-----|-----|----|
| 0.0 a 0.5 | 3  | 5   | 5   | 4  |
| 0.5 a 1.0 | 2  | 5   | 5   | 11 |
| 1.0 a 1.5 | 23 | 3   | 3   | 20 |
| 1.5 a 2.0 | 22 | 11  | 11  | 28 |
| 2.0 a 2.5 | 35 | 17  | 17  | 22 |
| 2.5 a 3.0 | 16 | 100 | 100 | 15 |
| 3.0 a 3.5 | 21 | 53  | 53  | 16 |
| 3.5 a 4.0 | 31 | 48  | 48  | 24 |
| 4.0 a 4.5 | 51 | 56  | 55  | 14 |
| 4.5 a 5.0 | 23 | R   | R   | -  |

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**



**LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23**

**ESTUDIO DE SUELOS 1807**

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

| MUESTRA | PROFUND. | W     | %FINOS | LL    | LP    |
|---------|----------|-------|--------|-------|-------|
| 1 - 2   | 2.00     | 17.02 | 42.53  |       |       |
| 1 - 5   | 5.00     | 14.95 | 48.47  |       |       |
| 2 - 5   | 5.00     | 12.28 | 43.47  |       |       |
| 3 - 4   | 4.00     | 17.57 | 58.58  |       |       |
| 1 - 3   | 3.00     |       |        | 38.27 | 22.10 |
| 2 - 2   | 2.00     |       |        | 37.60 | 22.97 |
| 3 - 2   | 2.00     |       |        | 35.54 | 22.49 |

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

## CAPITULO 4

RESUMEN DE ENSEÑANZAS DEL LABORATORIO

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

### IV. PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE CIMENTACION

#### 1. Capacidad de soporte

Para calcular la presión admisible del suelo de cimentación se empleó una correlación empírica con el ensayo de penetración estandar de acuerdo a expresión desarrollada por Meyerhof G.G. ("Shallow foundations" Journal of soil mechanics and foundation design, Vol. 91, SM 2, march 1965, pp. 21-31).

$$q_a = \frac{N}{12} \left( \frac{B + 0.3}{B} \right)^2$$

Donde:

$q_a$  = Presión admisible en Kg/cm<sup>2</sup>.

$N$  = Valor mínimo de  $N$  (ensayo de penetración estandar, debajo de los cimientos).

$N$  = 48 golpes/pie, para una profundidad de cimentación de cinco metros.

$B$  = 3 metros, ancho aproximado de cimientos.

Remplazando se obtiene:

$q_{\text{admisible}} = 4.8 \text{ Kg/cm}^2$  ( 48 ton/m<sup>2</sup>).

Este valor corresponde a un asentamiento de 2.5 centímetros.

---

INGENIERIA DE SUELOS LTDA.

Calle 44 No. 28-13 Teléfono 341255 Bucaramanga

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

### 2. Módulo de reacción (Ks)

Para calcular el coeficiente o módulo de reacción Ks se emplea una correlación empírica que relaciona los valores de N en golpes/pie, ancho de cimentación en metros, de acuerdo a la "Indian Standards Institution (IS : 8009, part I, 1976).

En el gráfico adjunto se indica esta relación:

Remplazando

para  $N = 48$

$B = 3$  metros

$K_s = 3.0 \text{ Kg/cm}^3$ .

### 3. Coeficiente de presión de tierras

Para calcular el coeficiente de presión de tierras se obtiene el valor de ángulo de fricción interna aproximado de acuerdo al criterio de Peck, Hanson y Thornbur, el cual se indica en la gráfica adjunta y a los valores de  $K_a$  y  $K_p$ , de acuerdo al criterio de Rankine.

De las gráficas para  $N = 2$

Se obtiene:

$\phi = 26^\circ$

$K_a = 0.39$

$K_p = 2.56$

---

INGENIERIA DE SUELOS LTDA.

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

### 4. Requerimientos sísmicos

De acuerdo al Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes (Decreto 1400 de 1984) se debe determinar un valor de coeficiente de sitio de acuerdo al tipo de perfil de suelo así:

Perfil de suelo S1

Para el lote estudiado se recomienda un valor de coeficiente de sitio S de 1.0. Por considerarlo de importancia se indican otros parámetros exigidos por el Código para el diseño sismoresistente.

Zona de riesgo sísmico: alto

$A_a = 0.25$

$A_v = 0.25$

---

LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

---

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**  
Calle 41 No. 28-33 Teléfono 341255 Bucaramanga

## CAPITULO 5

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 1. CARACTERISTICAS DEL LOTE

El lote tiene 1.5 metros de suelos orgánicos subsuperficiales y el suelo duro competente aparece por debajo de los 5.0 (cinco) metros bajo el nivel actual del terreno.

#### 2. TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

Se recomiendan zapatas independientes , combinadas o corridas , unidas por vigas de amarre armadas. La profundidad mínima de cimentación es de cinco metros bajo el nivel actual del terreno.

#### 3. PARAMETROS PARA EL DISEÑO

- a. Presión admisible  $4.8 \text{ Kg/cm}^2$  ( $48 \text{ ton/m}^2$ ) a una profundidad de 5.0 mts.
- b. Módulo reacción  $K_s$   $3.0 \text{ Kg/cm}^3$  a una profundidad de 5.0 mts.
- c. Angulo de fricción aproximado =  $26^\circ$
- d. Coeficiente de presión de tierras  $K_a = 0.39$
- e. Coeficiente de presión = 2.56
- f. Perfil de suelo para diseño sísmoresistente = S1
- g. Coeficiente de sitio  $S = 1.0$
- h. Zona de riesgo sísmico = alto
- i.  $A_a = 0.25$
- j.  $A_v = 0.25$
- k. C.B.R. = 5 %

---

**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

Calle 41 No. 28-33 Teléfono 341255 Bucaramanga

---

---

## LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23

ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

- l. Peso unitario del suelo =  $1.7 \text{ ton/m}^3$
- m. Profundidad de nivel freático = No aparece.

### 4. RECOMENDACIONES PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION

La excavación inicial se recomienda aislarla una distancia superior a la mitad de su profundidad para evitar el colapso de las edificaciones vecinas.

Debe tenerse en cuenta que los suelos subsuperficiales se encuentran en estado muy suelto.

Debe analizarse la necesidad de submurar las paredes vecinas durante el proceso de excavación.

  
INGENIERIA DE  
SUELOS LTDA.

---

INGENIERIA DE SUELOS LTDA.



---

**LOTE CALLE 33 - CARRERA 22 Y 23**  
ESTUDIO DE SUELOS 1807

---

**NOTA IMPORTANTE**

Para la emisión de conceptos se utilizaron los resultados de ensayos de campo y laboratorio, además de la experiencia obtenida en estudios anteriores en zonas aledañas al sector.

A pesar de esto puede ocurrir que en el momento de excavaciones para cimientos aparezcan factores que no fue posible identificar en la ejecución del estudio y sea necesario modificar las recomendaciones del diseño.

Por lo tanto se considera de gran importancia la inspección de excavaciones de cimientos por un Ingeniero de suelos para comprobar las hipótesis del estudio.

---

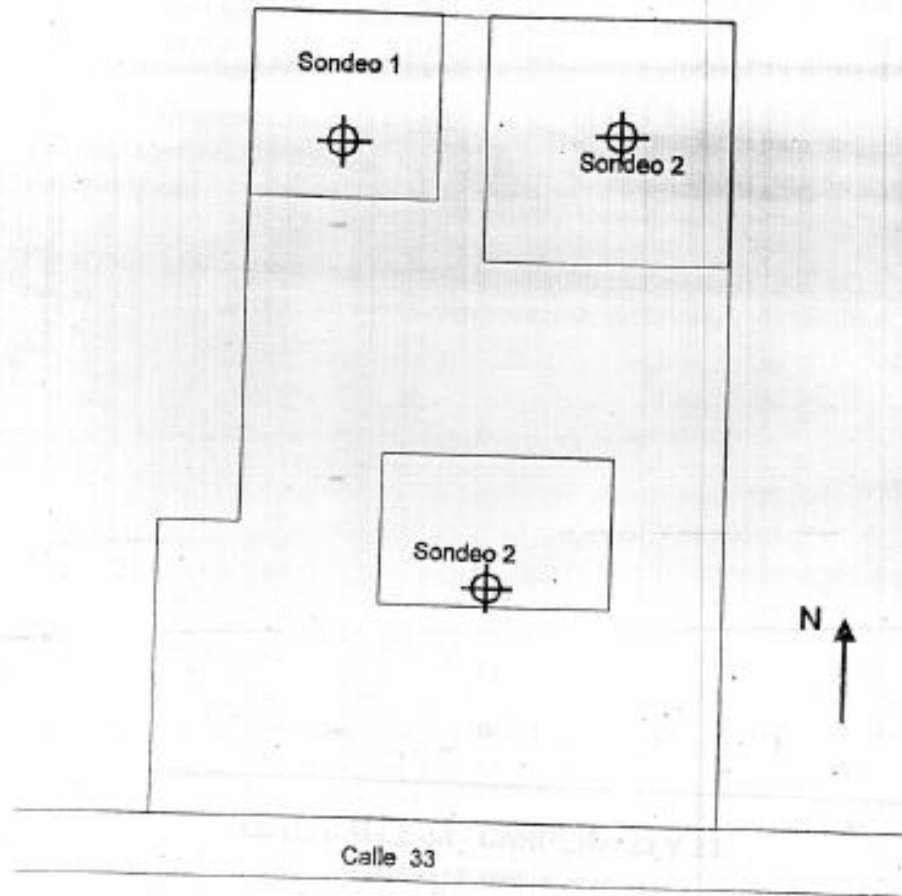
**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**  
Calle 41 No. 28-33 Teléfono 341255 Bucaramanga



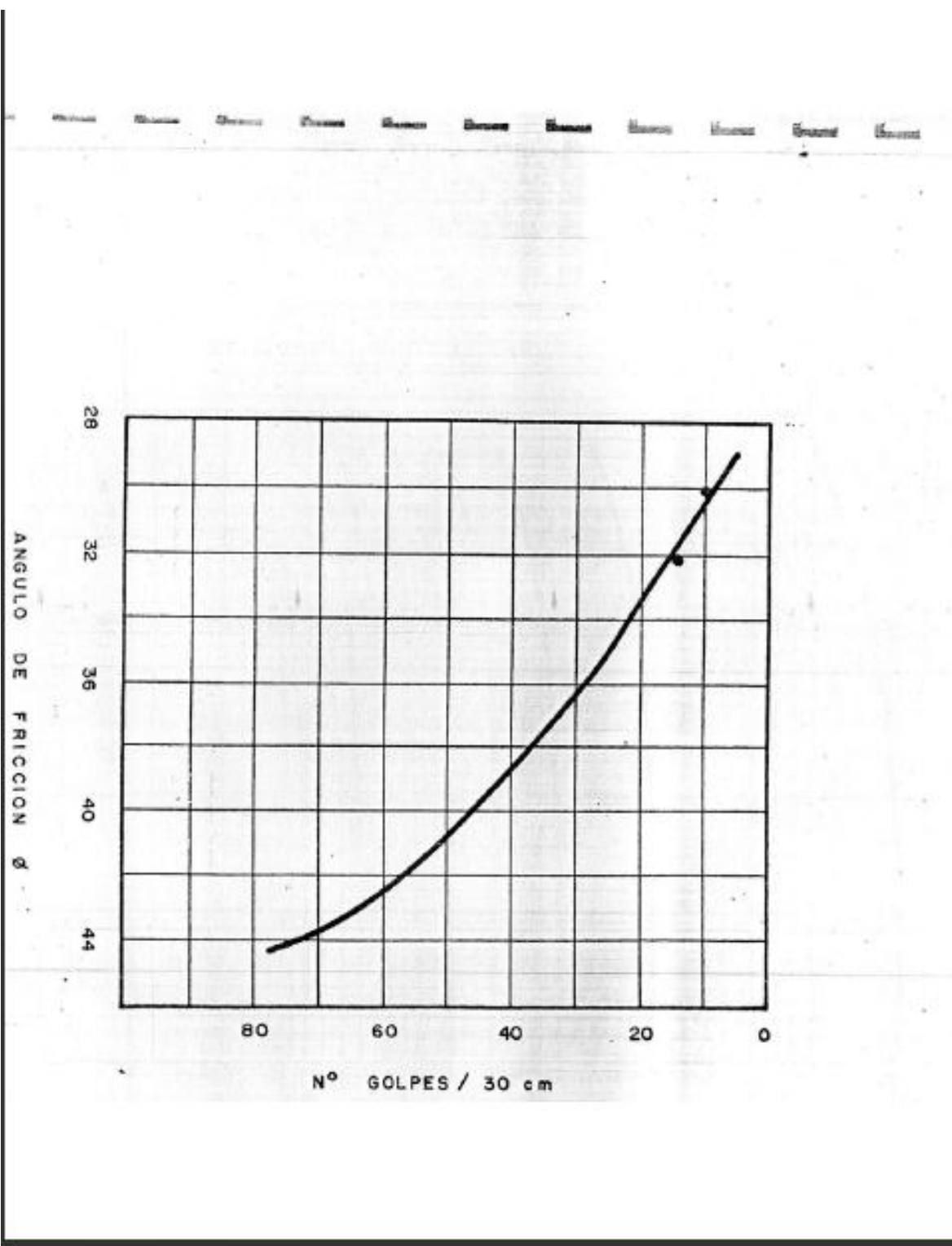
**INGENIERIA DE SUELOS LTDA.**

CALLE 41 No. 28-33 • TELÉFONOS: 341255 • 457507 • BUCARAMANGA

**LOCALIZACION APROXIMADA DE SONDEOS**

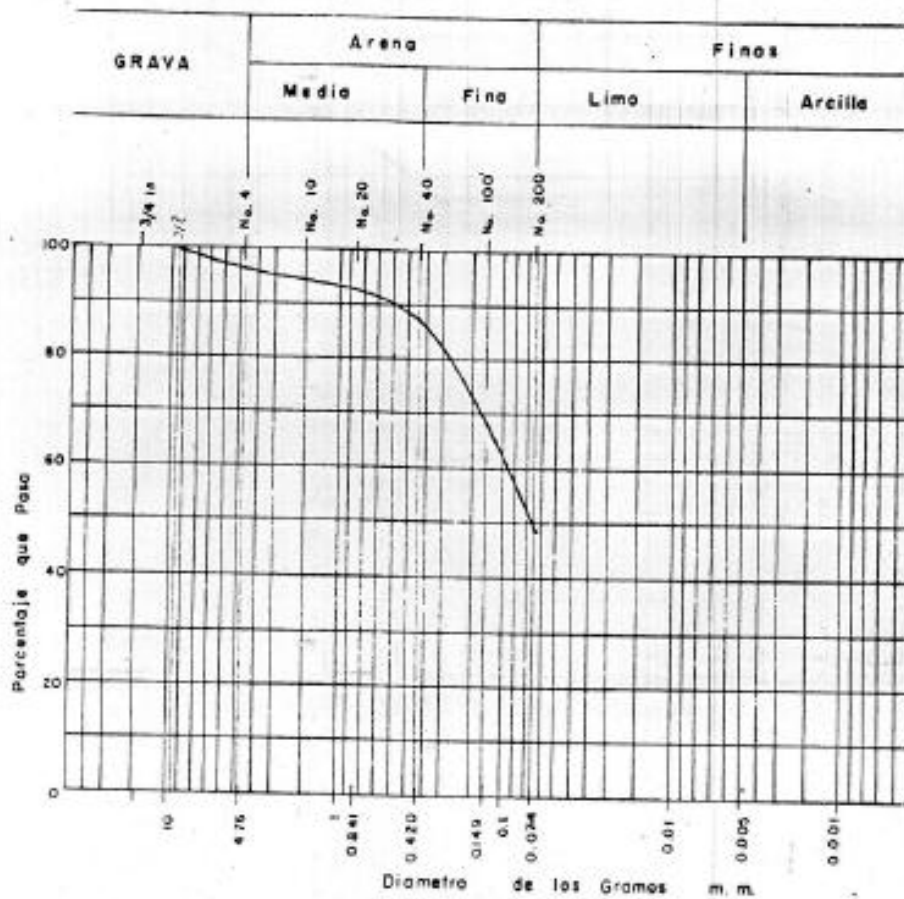






# DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

Proyecto DINCO LTDA Trabajo No                       
 Localización CL 33 CRA 22 Perforación No 1 Muestra No 5  
 Descripción del Suelo ARENA ARCILLOSA Profundidad 5.0 Mts  
 Ensayado por W. RINCON Fecha de Ensayo FEBRERO 10-94



D 60                      D 10                      Cu                       
 Clasificación SC  
 % Grava 3.42 % Arena 48.11 % Finos 48.47

TAMANO DE GRANOS (GRANULOMETRIA)

Proyecto DINCO LTDA Trabajo No                       
 Localización CL. 33 CRA 22 Perforación No 2 Muestra No 5  
 Descripción del Suelo ARENA ARCILLOSA Profundidad 5.0 Mts  
 Ensayado por W. RINCON Fecha de Ensayo FEBRERO 10-94

|                       |   |       |
|-----------------------|---|-------|
| W. Suelo seco + Plato |   | 272.4 |
| W. Plato              | M | 72.1  |
| W. Suelo Seco         |   | 200.3 |

% de Grava 3.19  
 % de Arena 53.34  
 % de Finos 43.47

| Tamiz No | Diámetro (mm) | Peso Retenido | % Retenido | % que Pasa |
|----------|---------------|---------------|------------|------------|
| 3/8      | 9.5           | 0.0           | 0.0        | 100.00     |
| 4        | 4.75          | 6.4           | 3.19       | 96.81      |
| 10       | 2.00          | 5.7           | 2.84       | 93.97      |
| 40       | 0.425         | 14.7          | 7.33       | 86.64      |
| 100      | 0.149         | 46.1          | 23.01      | 63.63      |
| 200      | 0.074         | 40.4          | 20.16      | 43.47      |

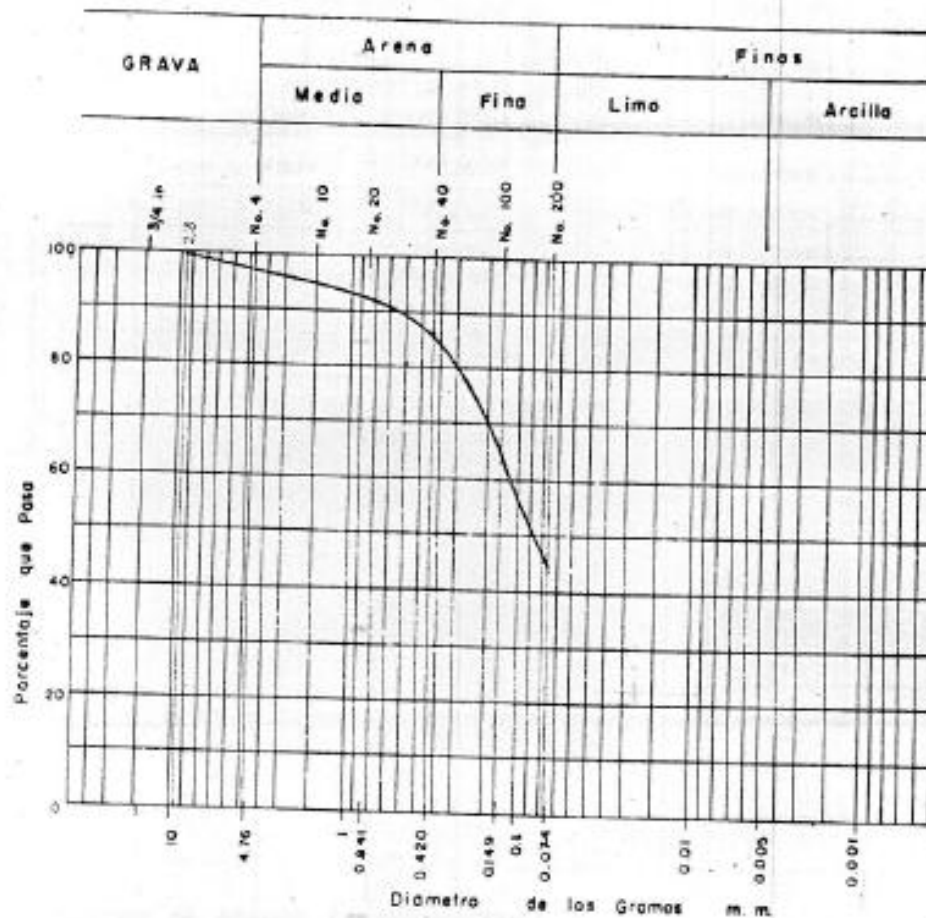
% Pasante =  $100 - \sum \% \text{ Retenido}$

INGENIERIA DE  
 SUELOS LTDA.

— LABORATORIO DE SUELOS —

# DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

Proyecto DINCO LTDA Trabajo No \_\_\_\_\_  
 Localización CL. 33 CRA 22 Perforación No 2 Muestra No 5  
 Descripción del Suelo ARENA ARCILLOSA Profundidad 5.0 Mts  
 Ensayado por W. RINCON Fecha de Ensayo FEBRERO 10-94



O.60 \_\_\_\_\_ D.10 \_\_\_\_\_ Cu \_\_\_\_\_  
 Clasificación SC  
 % Grava 3.19 % Arena 53.34 % Finos 43.47

INGENIERIA DE  
**SUELOS** LTDA

LABORATORIO DE SUELOS

# TAMANO DE GRANOS (GRANULOMETRIA)

Proyecto DINCO LTDA Trabajo No \_\_\_\_\_  
 Localización CL 33 CRA 22 Perforación No 3 Muestra No 4  
 Descripción del Suelo ARCILLA ARENOSA Profundidad 4.0 Mts  
 Ensayado por W. RINCON Fecha de Ensayo FEBRERO 10-94

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| W. Suelo seco + Plato | 263.2 |
| W. Plato T            | 70.9  |
| W. Suelo Seco         | 192.3 |

|            |       |
|------------|-------|
| % de Grava | 0.52  |
| % de Arena | 40.90 |
| % de Fines | 58.58 |

| Tamiz No | Diámetro (mm) | Peso Retenido | % Retenido | % que Pasa |
|----------|---------------|---------------|------------|------------|
| 3/8      | 9.5           | 0.0           | 0.0        | 100.00     |
| 4        | 4.76          | 1.0           | 0.52       | 99.48      |
| 10       | 2.00          | 1.4           | 0.72       | 98.76      |
| 40       | 0.425         | 9.7           | 5.04       | 93.72      |
| 100      | 0.149         | 29.7          | 15.44      | 78.28      |
| 200      | 0.074         | 37.9          | 19.70      | 58.58      |

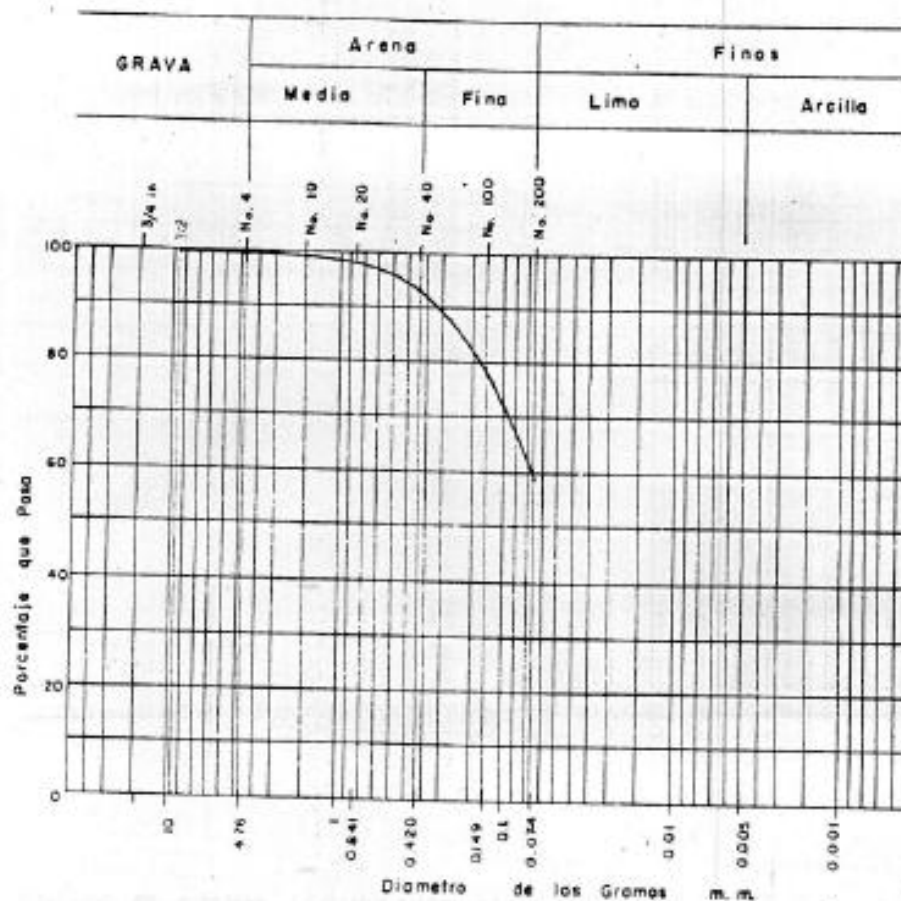
% Pasante =  $100 - \sum \% \text{ Retenido}$

INGENIERIA DE SUELOS LTDA. — LABORATORIO DE SUELOS —



# DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

Proyecto DINCO LTDA Trabajo No \_\_\_\_\_  
 Localización CL 33 CRA 22 Perforación No 3 Muestra No 4  
 Descripción del Suelo ARCILLA ARENOSA Profundidad 4.0 Mts  
 Ensayado por W. RINCON Fecha de Ensayo FEBRERO 10-94



0.60 \_\_\_\_\_ 0.10 \_\_\_\_\_ Cu \_\_\_\_\_  
 Clasificación CL  
 % Grava 0.52 % Arena 40.90 % Finos 58.48

INGENIERIA DE  
**SUELOS** LTDA

— LABORATORIO DE SUELOS —

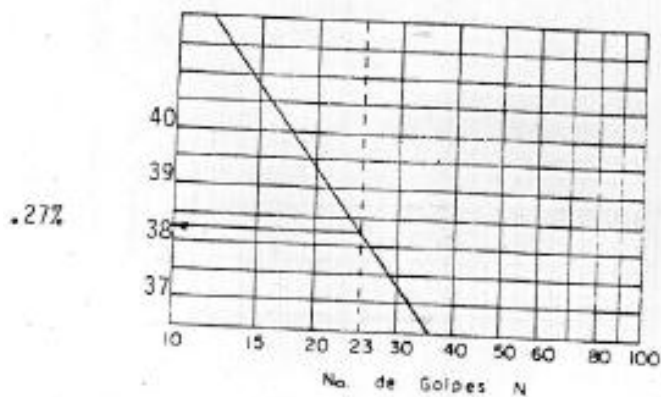
# INGENIERIA DE SUELOS LTDA.

## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto DINCO LTDA Trabajo No.                       
 Localización CL 33 CRA 22 Perforación No. 1 Muestra No. 3  
 Descripción del Suelo ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD  
 Profundidad 3.0 Mts Ensayado por W. RINCON Fecha FEBRERO 10-94

### LIMITE LIQUIDO

| Tara No               | 70    | 71    | 72    | 73    |  |  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| W Tara + Suelo húmedo | 23.4  | 23.6  | 23.4  | 23.7  |  |  |
| W Tara + Suelo seco   | 18.1  | 18.2  | 17.9  | 18.0  |  |  |
| W Tara                | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   |  |  |
| W Suelo Seco          | 14.1  | 14.2  | 13.9  | 14.0  |  |  |
| W Agua                | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.7   |  |  |
| Humedad W%            | 37.58 | 38.02 | 39.56 | 40.71 |  |  |
| No de Golpes          | 30    | 25    | 20    | 15    |  |  |



Indice de Flujo =                       
 Limite Liquido = 38.27  
 Limite Plástico = 22.10  
 Indice Plástico = 16.17%  
 Clasificación = SC

### LIMITE PLASTICO

| Tara No             | 74    | 75    |        |  |
|---------------------|-------|-------|--------|--|
| Tara + Suelo húmedo | 22.4  | 22.6  |        |  |
| Tara + Suelo Seco   | 19.1  | 19.2  |        |  |
| Tara                | 4.0   | 4.0   |        |  |
| Suelo Seco          | 15.1  | 15.2  |        |  |
| del Agua            | 3.3   | 3.4   |        |  |
| umedad W%           | 21.85 | 22.36 | 22.10% |  |

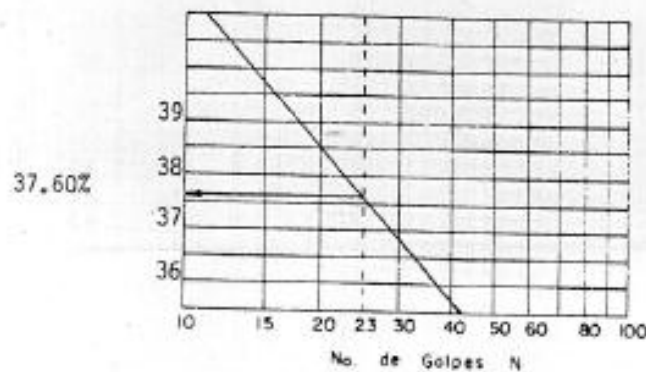
# INGENIERIA DE SUELOS LTDA.

## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto DINCO LTDA Trabajo No. \_\_\_\_\_  
 Localización CL 33 CRA 22 Perforación No. 2 Muestra No. 2  
 Descripción del Suelo ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD  
 Profundidad 2.0 Mtw Ensayado por W. RINCON Fecha FEBRERO 10-94

### LIMITE LIQUIDO

| Tara No               | 20    | 21    | 22    | 23    |  |  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| W Tara + Suelo húmedo | 25.3  | 24.4  | 25.4  | 25.6  |  |  |
| W Tara + Suelo seco   | 19.6  | 19.6  | 19.4  | 19.5  |  |  |
| W Tara                | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   |  |  |
| W Suelo Seco          | 15.6  | 15.6  | 15.4  | 15.5  |  |  |
| W Agua                | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.1   |  |  |
| Humedad W%            | 36.53 | 37.82 | 38.96 | 39.35 |  |  |
| No de Golpes          | 31    | 25    | 20    | 15    |  |  |



Indice de Flujo = \_\_\_\_\_  
 Limite Liquido = 37.60%  
 Limite Plástico = 22.97%  
 Indice Plástico = 14.63%  
 Clasificación = SC

### LIMITE PLASTICO

| Tara No               | 24    | 25    |        |  |
|-----------------------|-------|-------|--------|--|
| W Tara + Suelo Húmedo | 22.9  | 23.1  |        |  |
| W Tara + Suelo Seco   | 19.4  | 19.5  |        |  |
| W Tara                | 4.0   | 4.0   |        |  |
| W Suelo Seco          | 15.4  | 15.5  |        |  |
| W del Agua            | 3.5   | 3.6   |        |  |
| Humedad W%            | 22.72 | 23.22 | 22.97% |  |

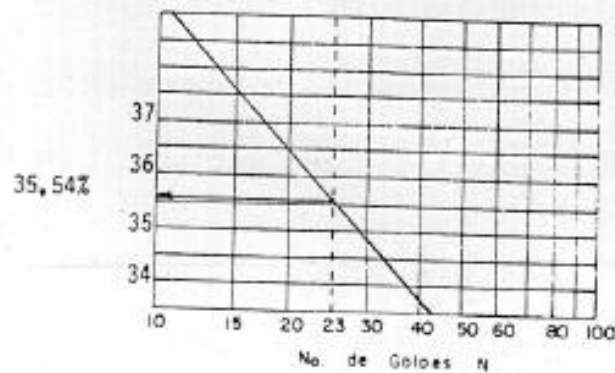
# INGENIERIA DE SUELOS LTDA.

## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto DINCO LTda Trabajo No. \_\_\_\_\_  
 Localización CL 33 CRA 22 Perforación No. 3 Muestra No. 2  
 Descripción del Suelo ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD  
 Profundidad 2.0 Mts Empleado por W. RINCON Fecha FEBRERO 10.

### LIMITE LIQUIDO

| Tara No               | 40    | 41    | 42    | 43    |  |  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| W Tara + Suelo Húmedo | 24.2  | 24.5  | 24.4  | 24.7  |  |  |
| W Tara + Suelo seco   | 19.0  | 19.1  | 18.9  | 19.1  |  |  |
| W Tara                | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   |  |  |
| W Suelo Seco          | 15.0  | 15.1  | 14.9  | 15.1  |  |  |
| W Agua                | 5.2   | 5.4   | 5.5   | 5.6   |  |  |
| Humedad W%            | 34.66 | 35.76 | 37.08 | 35.08 |  |  |
| No de Golpes          | 30    | 25    | 20    | 15    |  |  |



Indice de Flujo = \_\_\_\_\_  
 Limite Liquido = 35.54%  
 Limite Plástico = 22.49%  
 Indice Plástico = 13.05%  
 Clasificación = SC

### LIMITE PLASTICO

| Tara No               | 44    | 45    |        |  |
|-----------------------|-------|-------|--------|--|
| W Tara + Suelo Húmedo | 21.8  | 21.6  |        |  |
| W Tara + Suelo Seco   | 18.4  | 18.5  |        |  |
| W Tara                | 4.0   | 4.0   |        |  |
| W Suelo Seco          | 14.4  | 14.5  |        |  |
| W del Agua            | 3.4   | 3.1   |        |  |
| Humedad W%            | 23.61 | 21.37 | 22.49% |  |

### ANEXO 3. Memorias de diseño existentes

éstor quinche v.

Ingeniero civil  
Universidad Nacional

correo 35A no. 46-102  
teléfono 477473  
Bucaramanga - Colombia

MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL  
Edificio calle 33 #22-impar  
Propietario: Ing. Rodolfo Arango Solano  
CONSTRUCTORA DIMEN

A. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

- A.1 Edificio de apartamentos.
- A.2 Calle 33 #22-impar.
- A.3 Héctor Quintero Vásquez, Ing. Civil.
- A.4 Grupo de Uso II.
- A.5 Sistema Estructural: Pórticos de Concreto.
- A.6 Número de placas 6
- A.7 Placa aligerada con casetón.
- A.8 Altura nítida del edificio: 13.50 mts.
- A.9 Número de unidades de vivienda 1

B. ANALISIS DE CARGAS VERTICALES

|                                                                                 |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| B.1 Carga muerta de placa típica: peso propio                                   | 212 k/m <sup>2</sup>      |
| B.2 " " acabados                                                                | 100 "                     |
| B.3 " " muros                                                                   | 150 "                     |
| B.4 Carga viva de servicio, típica                                              | 180 "                     |
| B.5 Carga total de servicio, típica                                             | 642 "                     |
| B.6 Carga total mayorada, típica                                                | 1000 "                    |
| B.7 Factor promedio de carga típica                                             | 1.57                      |
| B.8 Peso muerto del edificio, total                                             | 859 ton.                  |
| B.9 Peso muerto del edificio, promedio por<br>m <sup>2</sup> de placa: 859/1773 | 0.48 ton/m <sup>2</sup> . |

C. ANALISIS SISMICO

|                                              |                           |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| C.1 Aceleración pico efectiva                | A <sub>e</sub> = 0.25     |
| C.2 Velocidad pico efectiva                  | A <sub>v</sub> = 0.25     |
| C.3 Período Fundamental                      | T = 0.56                  |
| C.4 Coeficiente de Modificación de respuesta | R = 6.0                   |
| C.5 Coeficiente de Grupo de Uso              | I = 1.0                   |
| C.6 Coeficiente de Suelo                     | S = 1.0                   |
| C.7 Coeficiente Sísmico de diseño            | C <sub>s</sub> = 0.07     |
| C.8 Coeficiente de Modificación de Respuesta | C <sub>d</sub> = 5.0      |
| C.9 Deriva máx. inelástica obtenida          | Δ <sub>EL</sub> = 3.5 cm. |
| C.10 Deriva máx. inelástica permitida        | Δ = 4.0 "                 |

Certifico que el diseño estructural de ésta edificación expresado en las memorias y planos adjuntos cumplen con las disposiciones del Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes (Dto 1400/84).

Héctor Quintero Vásquez  
I.C. mat 6226 de Cund.

James H. K. 4  
APR 26

ES/FR/IT/GR/ENF1

On strada 3000 PSI  
 tirato 41 3/4, 39000 PSI  
 tirato 43 3/4, 40000 PSI  
 tirato 45 3/4, 41000 PSI  
 tirato 47 3/4, 42000 PSI  
 tirato 49 3/4, 43000 PSI  
 tirato 51 3/4, 44000 PSI  
 tirato 53 3/4, 45000 PSI  
 tirato 55 3/4, 46000 PSI  
 tirato 57 3/4, 47000 PSI  
 tirato 59 3/4, 48000 PSI  
 tirato 61 3/4, 49000 PSI  
 tirato 63 3/4, 50000 PSI  
 tirato 65 3/4, 51000 PSI  
 tirato 67 3/4, 52000 PSI  
 tirato 69 3/4, 53000 PSI  
 tirato 71 3/4, 54000 PSI  
 tirato 73 3/4, 55000 PSI  
 tirato 75 3/4, 56000 PSI  
 tirato 77 3/4, 57000 PSI  
 tirato 79 3/4, 58000 PSI  
 tirato 81 3/4, 59000 PSI  
 tirato 83 3/4, 60000 PSI  
 tirato 85 3/4, 61000 PSI  
 tirato 87 3/4, 62000 PSI  
 tirato 89 3/4, 63000 PSI  
 tirato 91 3/4, 64000 PSI  
 tirato 93 3/4, 65000 PSI  
 tirato 95 3/4, 66000 PSI  
 tirato 97 3/4, 67000 PSI  
 tirato 99 3/4, 68000 PSI  
 tirato 101 3/4, 69000 PSI  
 tirato 103 3/4, 70000 PSI  
 tirato 105 3/4, 71000 PSI  
 tirato 107 3/4, 72000 PSI  
 tirato 109 3/4, 73000 PSI  
 tirato 111 3/4, 74000 PSI  
 tirato 113 3/4, 75000 PSI  
 tirato 115 3/4, 76000 PSI  
 tirato 117 3/4, 77000 PSI  
 tirato 119 3/4, 78000 PSI  
 tirato 121 3/4, 79000 PSI  
 tirato 123 3/4, 80000 PSI  
 tirato 125 3/4, 81000 PSI  
 tirato 127 3/4, 82000 PSI  
 tirato 129 3/4, 83000 PSI  
 tirato 131 3/4, 84000 PSI  
 tirato 133 3/4, 85000 PSI  
 tirato 135 3/4, 86000 PSI  
 tirato 137 3/4, 87000 PSI  
 tirato 139 3/4, 88000 PSI  
 tirato 141 3/4, 89000 PSI  
 tirato 143 3/4, 90000 PSI  
 tirato 145 3/4, 91000 PSI  
 tirato 147 3/4, 92000 PSI  
 tirato 149 3/4, 93000 PSI  
 tirato 151 3/4, 94000 PSI  
 tirato 153 3/4, 95000 PSI  
 tirato 155 3/4, 96000 PSI  
 tirato 157 3/4, 97000 PSI  
 tirato 159 3/4, 98000 PSI  
 tirato 161 3/4, 99000 PSI  
 tirato 163 3/4, 100000 PSI  
 tirato 165 3/4, 101000 PSI  
 tirato 167 3/4, 102000 PSI  
 tirato 169 3/4, 103000 PSI  
 tirato 171 3/4, 104000 PSI  
 tirato 173 3/4, 105000 PSI  
 tirato 175 3/4, 106000 PSI  
 tirato 177 3/4, 107000 PSI  
 tirato 179 3/4, 108000 PSI  
 tirato 181 3/4, 109000 PSI  
 tirato 183 3/4, 110000 PSI  
 tirato 185 3/4, 111000 PSI  
 tirato 187 3/4, 112000 PSI  
 tirato 189 3/4, 113000 PSI  
 tirato 191 3/4, 114000 PSI  
 tirato 193 3/4, 115000 PSI  
 tirato 195 3/4, 116000 PSI  
 tirato 197 3/4, 117000 PSI  
 tirato 199 3/4, 118000 PSI  
 tirato 201 3/4, 119000 PSI  
 tirato 203 3/4, 120000 PSI  
 tirato 205 3/4, 121000 PSI  
 tirato 207 3/4, 122000 PSI  
 tirato 209 3/4, 123000 PSI  
 tirato 211 3/4, 124000 PSI  
 tirato 213 3/4, 125000 PSI  
 tirato 215 3/4, 126000 PSI  
 tirato 217 3/4, 127000 PSI  
 tirato 219 3/4, 128000 PSI  
 tirato 221 3/4, 129000 PSI  
 tirato 223 3/4, 130000 PSI  
 tirato 225 3/4, 131000 PSI  
 tirato 227 3/4, 132000 PSI  
 tirato 229 3/4, 133000 PSI  
 tirato 231 3/4, 134000 PSI  
 tirato 233 3/4, 135000 PSI  
 tirato 235 3/4, 136000 PSI  
 tirato 237 3/4, 137000 PSI  
 tirato 239 3/4, 138000 PSI  
 tirato 241 3/4, 139000 PSI  
 tirato 243 3/4, 140000 PSI  
 tirato 245 3/4, 141000 PSI  
 tirato 247 3/4, 142000 PSI  
 tirato 249 3/4, 143000 PSI  
 tirato 251 3/4, 144000 PSI  
 tirato 253 3/4, 145000 PSI  
 tirato 255 3/4, 146000 PSI  
 tirato 257 3/4, 147000 PSI  
 tirato 259 3/4, 148000 PSI  
 tirato 261 3/4, 149000 PSI  
 tirato 263 3/4, 150000 PSI  
 tirato 265 3/4, 151000 PSI  
 tirato 267 3/4, 152000 PSI  
 tirato 269 3/4, 153000 PSI  
 tirato 271 3/4, 154000 PSI  
 tirato 273 3/4, 155000 PSI  
 tirato 275 3/4, 156000 PSI  
 tirato 277 3/4, 157000 PSI  
 tirato 279 3/4, 158000 PSI  
 tirato 281 3/4, 159000 PSI  
 tirato 283 3/4, 160000 PSI  
 tirato 285 3/4, 161000 PSI  
 tirato 287 3/4, 162000 PSI  
 tirato 289 3/4, 163000 PSI  
 tirato 291 3/4, 164000 PSI  
 tirato 293 3/4, 165000 PSI  
 tirato 295 3/4, 166000 PSI  
 tirato 297 3/4, 167000 PSI  
 tirato 299 3/4, 168000 PSI  
 tirato 301 3/4, 169000 PSI  
 tirato 303 3/4, 170000 PSI  
 tirato 305 3/4, 171000 PSI  
 tirato 307 3/4, 172000 PSI  
 tirato 309 3/4, 173000 PSI  
 tirato 311 3/4, 174000 PSI  
 tirato 313 3/4, 175000 PSI  
 tirato 315 3/4, 176000 PSI  
 tirato 317 3/4, 177000 PSI  
 tirato 319 3/4, 178000 PSI  
 tirato 321 3/4, 179000 PSI  
 tirato 323 3/4, 180000 PSI  
 tirato 325 3/4, 181000 PSI  
 tirato 327 3/4, 182000 PSI  
 tirato 329 3/4, 183000 PSI  
 tirato 331 3/4, 184000 PSI  
 tirato 333 3/4, 185000 PSI  
 tirato 335 3/4, 186000 PSI  
 tirato 337 3/4, 187000 PSI  
 tirato 339 3/4, 188000 PSI  
 tirato 341 3/4, 189000 PSI  
 tirato 343 3/4, 190000 PSI  
 tirato 345 3/4, 191000 PSI  
 tirato 347 3/4, 192000 PSI  
 tirato 349 3/4, 193000 PSI  
 tirato 351 3/4, 194000 PSI  
 tirato 353 3/4, 195000 PSI  
 tirato 355 3/4, 196000 PSI  
 tirato 357 3/4, 197000 PSI  
 tirato 359 3/4, 198000 PSI  
 tirato 361 3/4, 199000 PSI  
 tirato 363 3/4, 200000 PSI  
 tirato 365 3/4, 201000 PSI  
 tirato 367 3/4, 202000 PSI  
 tirato 369 3/4, 203000 PSI  
 tirato 371 3/4, 204000 PSI  
 tirato 373 3/4, 205000 PSI  
 tirato 375 3/4, 206000 PSI  
 tirato 377 3/4, 207000 PSI  
 tirato 379 3/4, 208000 PSI  
 tirato 381 3/4, 209000 PSI  
 tirato 383 3/4, 210000 PSI  
 tirato 385 3/4, 211000 PSI  
 tirato 387 3/4, 212000 PSI  
 tirato 389 3/4, 213000 PSI  
 tirato 391 3/4, 214000 PSI  
 tirato 393 3/4, 215000 PSI  
 tirato 395 3/4, 216000 PSI  
 tirato 397 3/4, 217000 PSI  
 tirato 399 3/4, 218000 PSI  
 tirato 401 3/4, 219000 PSI  
 tirato 403 3/4

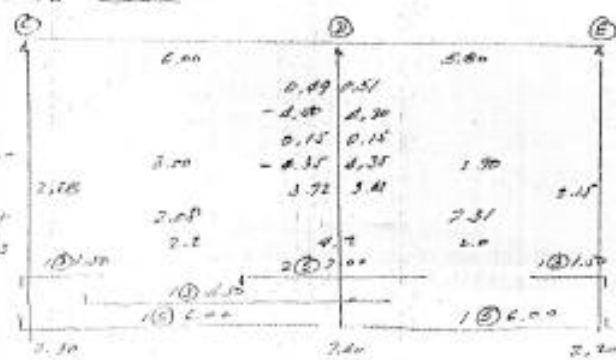
|          |     |   |
|----------|-----|---|
| gloss    | 100 | ✓ |
| dark     | 75  | ✓ |
| acids    | 100 | ✓ |
| top      | 100 | ✓ |
| chlorine | 20  | ✓ |



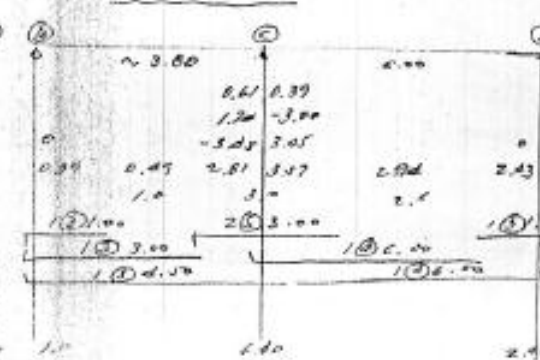
$\omega_{p1} = 262$   $\omega_r = 150$   $\alpha_d = 1.00 \text{ deg}$   
 $f_0 = \frac{400}{(472.0 - 150)} = 1.56$

## Plans de entreprise :

PE-1 IF-35



DE-4 10-36


$$N = 2 \quad M = 54$$


*[Signature]*

néstor quinche v.

Ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102  
teléfono 477673  
bucaramanga - colombia

Ejeto, Septiembre 1980

EDIFICIO CALLE 33 CDM 22 A 23

Proyectado por: Dr. Rodolfo Arango

Construye: PINCO

### ESPECIFICACIONES

Cemento 3000 PSI  
Hierro #10, 37000 PSI  
Hierro #12, 60000 PSI  
Malla de acero a 10 cm  
Bases de concreto  
Art. 100-13 - Diseño de Estructuras

Cargas:

planta 150 K/m<sup>2</sup>  
viento 72 "  
sismo 200 "  
techos 250 "  
columnas 30 "

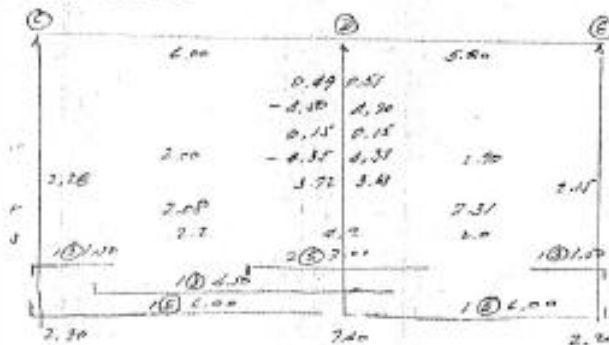


$$W_{DL} = 4.62 \quad W_L = 150 \quad a_f = 1.00 \text{ km/h}$$

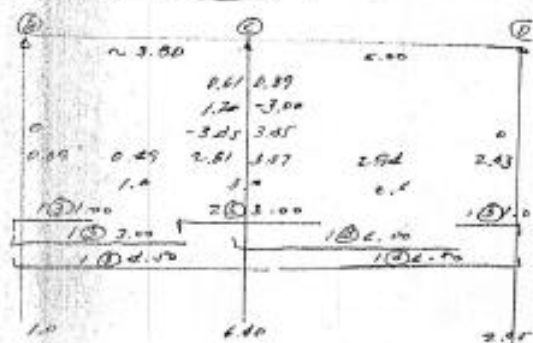
$$f_s = \frac{1.00}{(0.02 + 0.18)} = 1.56$$

### Plano de entablado:

PL-1 10x35



PL-4 10x35



PL-2 10x35





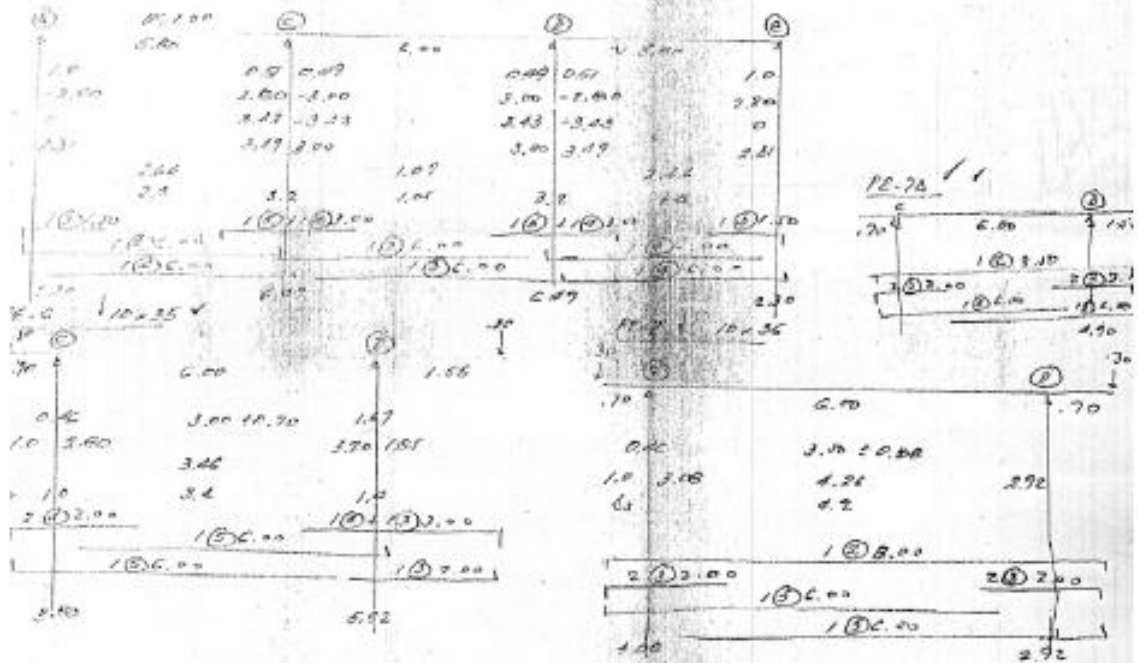
Restor quinche v.

Ingeniero civil  
Universidad Nacional

carrera 35A no. 46-102  
teléfono 477673  
Bacarranga - Colombia

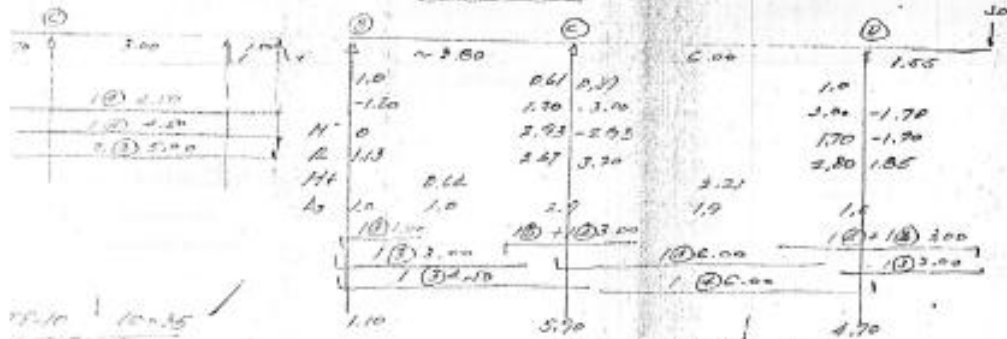
PE-5 10x35 ✓

②



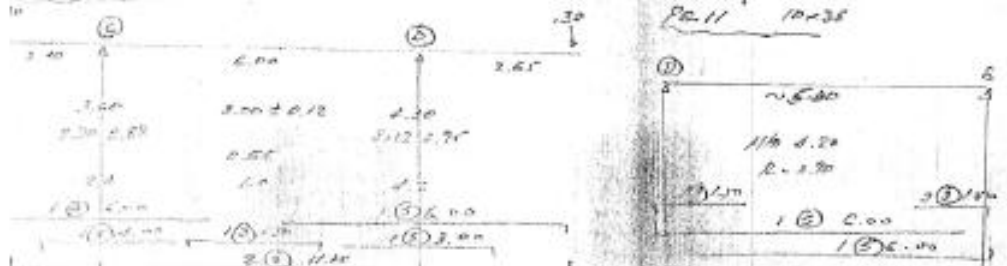
PE-6 10x35 ✓

PE-9 10x35 ✓



PE-10 10x35 ✓

PE-11 10x35 ✓



néstor quinche v.

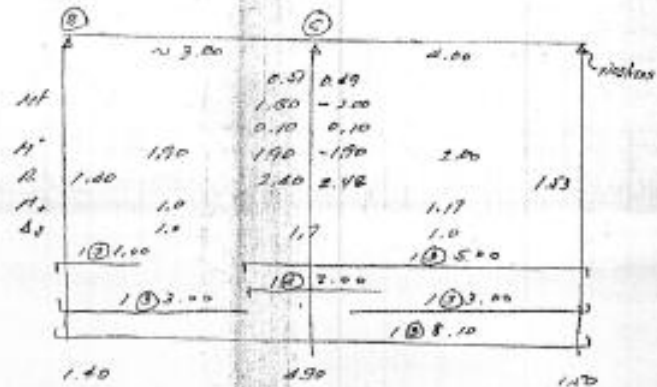
ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-302  
teléfono 477673  
bucaramanga - colombia

PE-12 = PE-1 ✓  
PE-12 ✓



PE-3 ✓



### ÁREAS Y CENTROS DE GRAVEDAD

Nivel 13.50  $\alpha_m = 0.61$  (Se ha adicionado la carga de mantenimiento y techo = 0.15 ton/m<sup>2</sup>)

| Área | b      | t     | x     | y     |
|------|--------|-------|-------|-------|
| ①    | 19.65  | 14.12 | 9.82  | 8.06  |
| ②    | 4.65   | 1.80  | 3.32  | 19.02 |
| ③    | - 0.40 | 2.50  | 0.10  | 4.76  |
| ④    | - 0.40 | 2.50  | 0.10  | 13.05 |
| ⑤    | - 4.10 | 1.59  | 9.18  | 27.34 |
| ⑥    | - 3.90 | 1.90  | 9.50  | 20.10 |
| ⑦    | - 2.10 | 0.80  | 7.95  | 4.03  |
| ⑧    | - 2.30 | 2.00  | 9.75  | 5.18  |
| ⑨    | - 3.90 | 1.93  | 9.50  | 0.96  |
| ⑩    | - 1.10 | 1.75  | 17.00 | 27.24 |
| ⑪    | - 0.30 | 2.95  | 17.40 | 1.48  |

$$\text{Área} = 290.29 \text{ m}^2$$

$$x = 9.59 \text{ m/s}$$

$$y = 9.03 \text{ m/s}$$

$$W_T = 137.08 \text{ ton}$$

néstor quinche v.

ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 44-102  
teléfono 477473  
bucaramanga - colombia

Nicho 10.80 - 8.10 - 5.40 - 2.70 : Pisos Lipo

$$W_{nt} = 0.46 \text{ ton/m}^2$$

| Area | b      | t     | x      | y     |
|------|--------|-------|--------|-------|
| ①    | 29.05  | 10.70 | 9.57   | 7.83  |
| ②    | - 0.10 | 16.12 | - 0.05 | 8.06  |
| ③    | + 0.40 | 2.30  | 0.10   | 4.76  |
| ④    | + 0.40 | 2.30  | 0.10   | 13.05 |
| ⑤    | - 0.40 | 4.10  | 0.20   | 26.00 |
| ⑥    | - 0.40 | 4.10  | 0.20   | 3.96  |
| ⑦    | + 2.10 | 0.40  | 2.95   | 4.23  |

$$S_{area} = 281.25 \text{ m}^2$$

$$X = 9.66 \text{ m/s}$$

$$Y = 7.74 \text{ m/s}$$

$$W_r = 132.60 \text{ ton}$$

Nivel 0.00

| Area | b       | t     | x     | y     |
|------|---------|-------|-------|-------|
| ①    | 21.85   | 17.92 | 12.11 | 6.96  |
| ②    | - 5.55  | 1.44  | 4.08  | 18.90 |
| ③    | - 5.55  | 3.92  | 4.18  | 16.11 |
| ④    | - 1.30  | 1.05  | 5.60  | 1.76  |
| ⑤    | - 16.10 | 1.00  | 15.00 | 17.02 |

$$S_{area} = 330.04 \text{ m}^2$$

$$X = 12.75 \text{ m/s}$$

$$Y = 7.62 \text{ m/s}$$

$$W_r = 151.52 \text{ ton}$$

Alcance mínimo 10.80/10

| Piso | A.    | W      | F     | V     |
|------|-------|--------|-------|-------|
| 10   | 13.50 | 177.08 | 20.99 | 20.99 |
| 50   | 10.80 | 137.10 | 12.49 | 33.48 |
| 20   | 5.10  | "      | 9.28  | 42.76 |
| 30   | 5.40  | "      | 6.11  | 18.87 |
| 20   | 2.70  | "      | 2.99  | 51.85 |

$$K = 1.03 \quad T = 0.26$$

$$Q_a = 0.76$$

$$Q_b = 0.25$$

$$R = 6.0$$

$$S_a = 0.44$$

$$S = 1.0$$

$$I = 1.0$$

$$SP = 107.48 \text{ ton}$$

$$C_{ig} = \frac{0.44}{6} = 0.07$$

El movimiento se considera a partir del nivel 5.40, pues la planta del nivel 0.00 es 10 piso está terminado.

néstor quinche v.

Ingeniero civil  
valeridad nacional

carrera 35A no. 44-102  
teléfono 477673  
bucaramanga - colombia

⑤

REACTOS DE PUNTOS (S/INSTR)

| Punto ① | $X_1 = 1.0$ | Punto ② | $X_2 = 6.45$ | Punto ③ | $X_3 = 13.75$ | Punto ④ | $X_4 = 18.0$ |
|---------|-------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|--------------|
| 5"      | 16.03       | 5"      | 17.03        | 5"      | 17.22         | 5"      | 17.42        |
| 4"      | 13.08       | 4"      | 12.81        | 4"      | 14.30         | 4"      | 14.30        |
| 3"      | "           | 3"      | "            | 3"      | "             | 3"      | "            |
| 2"      | 13.59       | 2"      | 13.89        | 2"      | 15.27         | 2"      | 15.27        |
| 1"      | 23.21       | 1"      | 23.21        | 1"      | 24.67         | 1"      | 24.67        |

| Punto ⑤ | $Y_5 = 0.4$ | Punto ⑥ | $Y_6 = 0.0$ | Punto ⑦ | $Y_7 = 10.00$ | Punto ⑧ | $Y_8 = 17.92$ | Punto ⑨ | $Y_9 = 19.7$ |
|---------|-------------|---------|-------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|--------------|
| 5"      | 18.00       | 5"      | 27.78       | 5"      | 27.78         | 5"      | 9.46          | 5"      | 8.57         |
| 4"      | 14.21       | 4"      | 22.89       | 4"      | 22.89         | 4"      | 7.10          | 4"      | 6.70         |
| 3"      | "           | 3"      | "           | 3"      | "             | 3"      | "             | 3"      | "            |
| 2"      | 16.32       | 2"      | 24.40       | 2"      | 24.40         | 2"      | 8.55          | 2"      | 7.74         |
| 1"      | 31.54       | 1"      | 40.91       | 1"      | 40.91         | 1"      | 16.27         | 1"      | 15.31        |

CENTRO DE MASA, DE CONSTANTE Y DE TORSION (No se incluye solano)

| Piso | X    | Y    | $X_v$ | $Y_v$ | $X_t$ | $Y_t$ |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 5"   | 9.59 | 7.83 | 9.59  | 7.83  | 10.32 | 9.18  |
| 4"   | 9.66 | 7.78 | 9.60  | 7.80  | 10.35 | 9.18  |
| 3"   | "    | "    | 9.62  | 7.75  | 10.35 | 9.18  |
| 2"   | "    | "    | 9.62  | 7.78  | 10.32 | 9.19  |
| 1"   | "    | "    | 9.62  | 7.78  | 10.22 | 9.21  |

MOMENTOS TORSIONALES:  $B_y = 12.92$   $B_x = 21.90$

| Piso | $M_{x1}$ | $M_{x2}$ | $M_{y1}$ | $M_{y2}$ |
|------|----------|----------|----------|----------|
| 5"   | -42.76   | -7.63    | -38.78   | 7.19     |
| 4"   | -76.33   | -16.35   | -51.62   | 11.70    |
| 3"   | -98.03   | -21.40   | -78.17   | 15.47    |

néstor quinche v.

ingeniero civil  
universidad nacional

camera 35A no. 46-102

telefono 477673

bucaramanga - colombia

CONSTANTES DE SISHO

| Piso           | Pol. ① | Pol. ② | Pol. ③ | Pol. ④ | Pol. ⑤ | Pol. ⑥ | Pol. ⑦ | Pol. ⑧ | Pol. ⑨ |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 <sup>o</sup> | 2.44   | 6.44   | 6.37   | 2.20   | 1.98   | 5.15   | 5.06   | 5.70   | 5.74   |
| 4 <sup>o</sup> | 7.34   | 10.74  | 10.30  | 3.44   | 3.08   | 8.18   | 8.06   | 9.14   | 9.59   |
| 3 <sup>o</sup> | 9.38   | 13.75  | 13.11  | 4.38   | 3.52   | 10.46  | 10.36  | 11.67  | 12.2   |
| 2 <sup>o</sup> | 11.13  | 16.81  | 16.44  | 5.11   | 4.47   | 11.95  | 11.77  | 13.28  | 13.9   |
| 1 <sup>o</sup> | 12.80  | 18.32  | 18.43  | 5.79   | 5.48   | 12.78  | 12.65  | 13.89  | 14.2   |

Partido ① SISHO (P.M.)



Partido ② SISHO (U.M.)



néstor quinche v.

ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102

telefono 477473

bucaramanga - colombia

⑦

Problema ② Sismo (MANI)



Problema ③ Sismo (MANI)

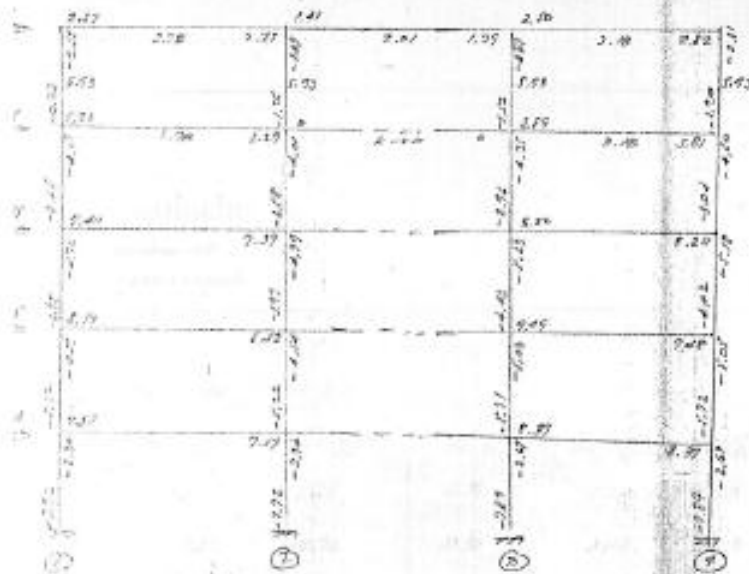


Diagram 1: A wide trapezoidal channel with a top width of 11.80, a bottom width of 5.50, and a height of 2.23. The side slopes are 1:1. The channel is labeled with a circled 1 at the bottom left.

Diagram 2: A narrower trapezoidal channel with a top width of 5.79, a bottom width of 2.79, and a height of 2.13. The side slopes are 1:1. The channel is labeled with a circled 2 at the bottom left.

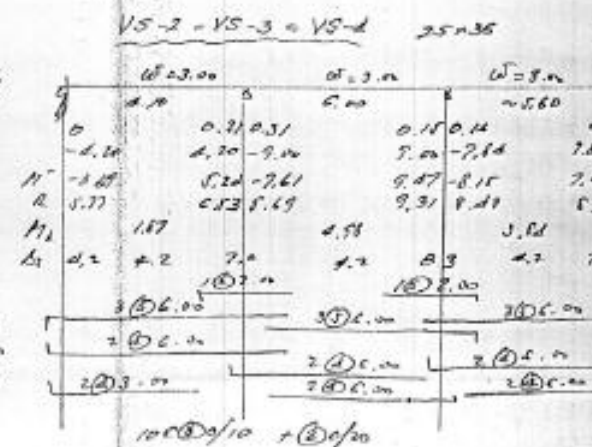
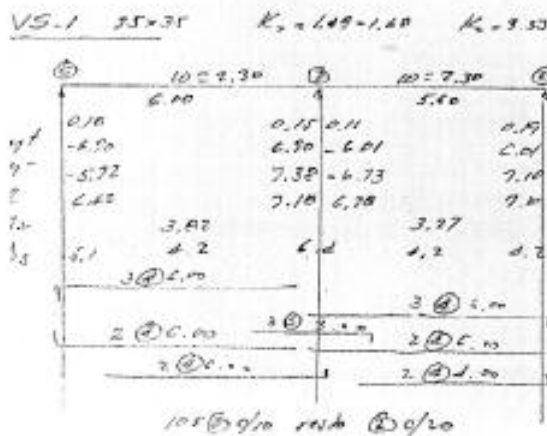
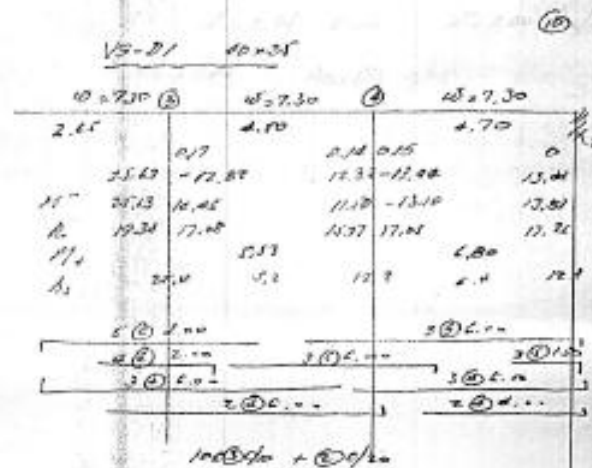
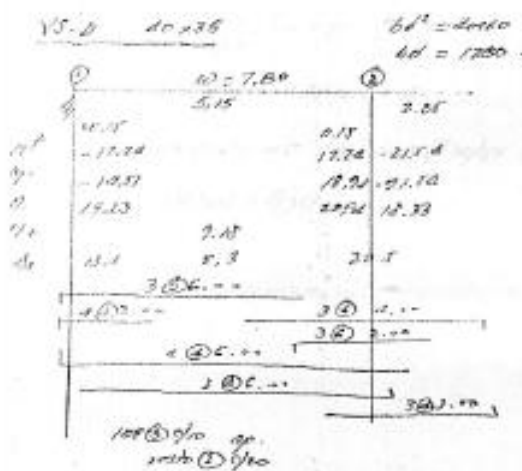
Diagram 3: A very narrow, deep trapezoidal channel with a top width of 2.20, a bottom width of 0.87, and a height of 2.08. The side slopes are 1:1. The channel is labeled with a circled 3 at the bottom left.



# néstor quinche v.

Ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102  
teléfono 477673  
Bucaramanga - Colombia



11000 CONCRETO:  $\gamma = 1.70$   
 $\alpha = 70^\circ$   
 $\beta = 2.75$

$f(u) = \left( \frac{17-22}{17+22} \right)^2 = 0.304$

$E = \frac{1}{2} \gamma h^3 f(u) = 1.75$

$H_{0.25} = -\frac{1.75 \times 2.75}{7.5} = 0.78$   $H_u = 1.44$

$H_{0.25} = 0.1344 \times 1.75 \times 2.75 = 0.34$

$A_{0.25} = 3.25 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3 \text{ H} 1.00 \text{ @ } 10/10$

$A_{2.5} = 14.106 \text{ @ } 10/10$

ESCALERA A SOTAÑO

Torre ②  $L = 2.25$   $\alpha = 0.10$   $\omega = 1.50 \text{ km/2}$

$H_b = 0.82$   $H_u = 0.15$

Torre ①  $L = 2.25$   $\alpha = 0.10$   $\omega = 2.00 \text{ km/2}$

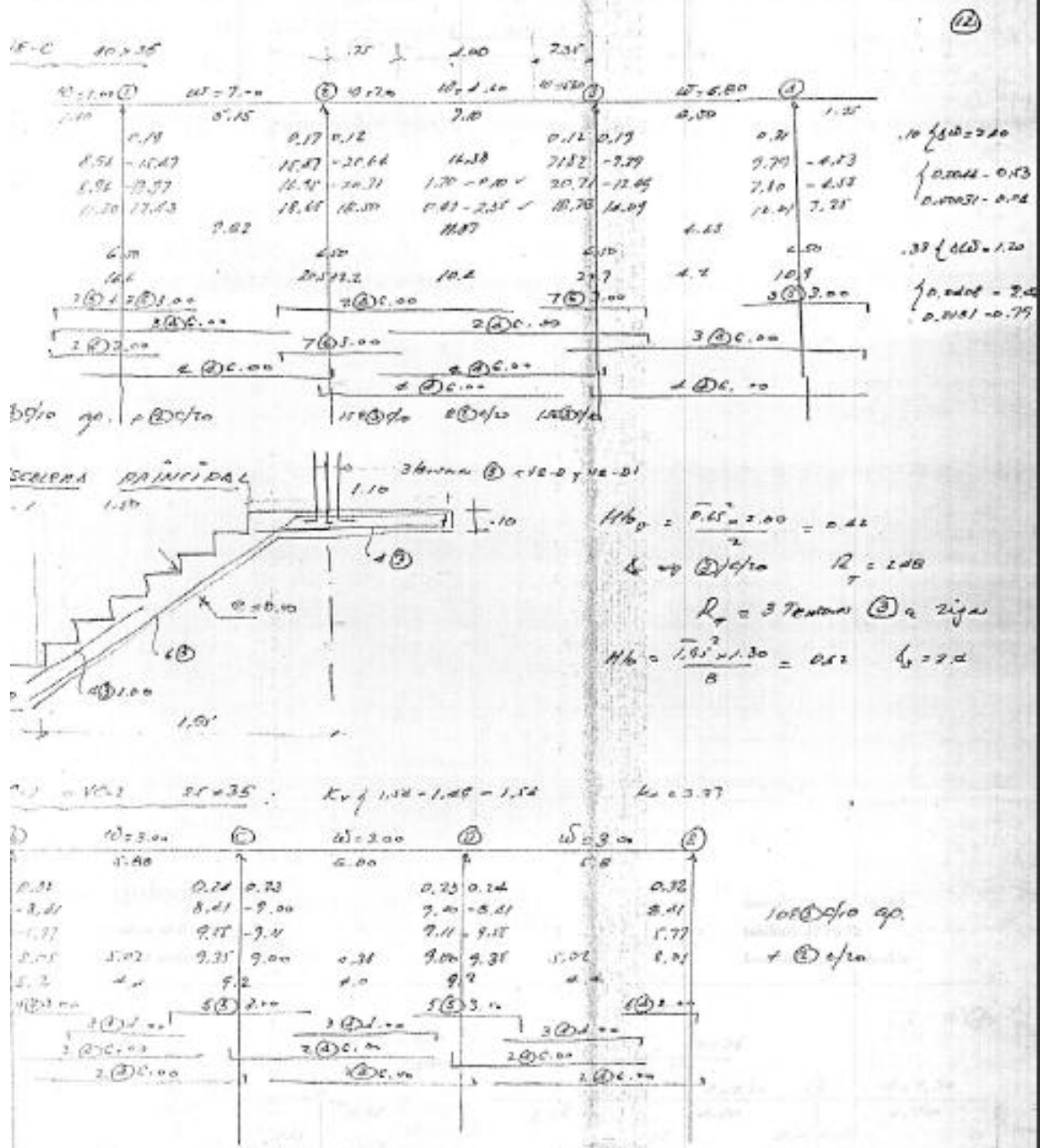
$H_b = 1.24$   $H_u = 0.15$



éstor quinche v.

ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-502  
teléfono 477673  
bucaramanga - colombia

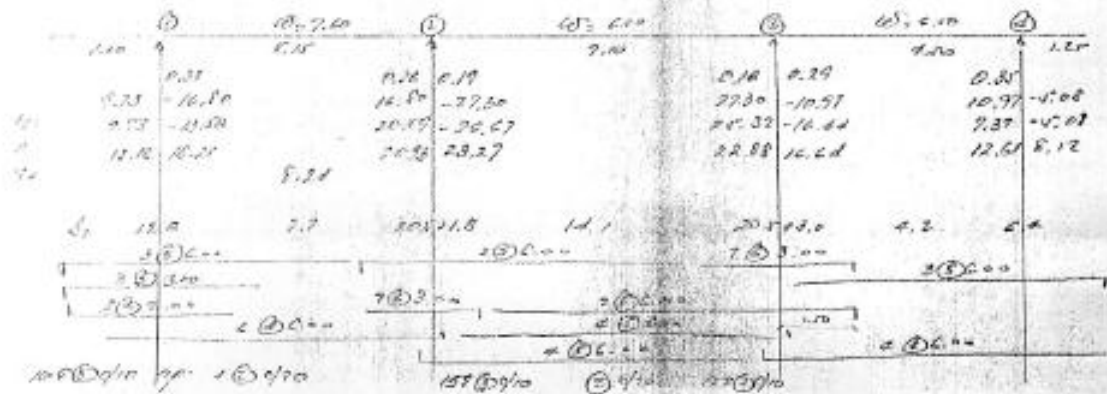




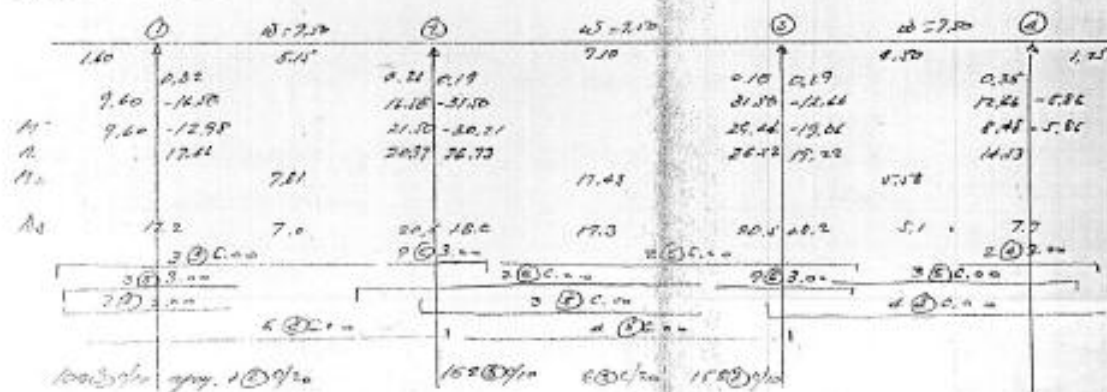
néstor quinche v.

ingegnere civile  
università nazionale

carrera 35A no. 46-102  
teléfono 47 76 73  
bucaramanga - colombio

$$Vr = 0 \quad Sp = 35 \quad K_p = 2.75 - 2.00 = 0.75 \quad K_a = 5.53$$


VC-0 40+55



# iéstor quinche v.

ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102  
teléfono 477673  
bucaramanga - colombia

## Definiciones:

(2)

| Col. | Piso | H <sub>1</sub> | H <sub>2</sub> | M     | N     | Col   | c/e  | K    | p <sub>c</sub> | h <sub>s</sub> |
|------|------|----------------|----------------|-------|-------|-------|------|------|----------------|----------------|
| (1A) | 5°   | 1.89           | 3.91           | 5.80  | 12.00 | 30x40 | 0.91 | 0.02 | 1%             | 6.05/8         |
|      | 4°   | 2.52           | 3.20           | 5.72  | 14.00 | "     | 0.32 | 0.17 | "              | "              |
|      | 3°   | 2.87           | "              | 6.07  | 16.00 | "     | 0.27 | 0.22 | "              | "              |
|      | 2°   | 3.25           | "              | 6.45  | 18.00 | "     | 0.23 | 0.23 | "              | "              |
|      | 1°   | 5.04           | "              | 9.04  | 31.20 | "     | 0.20 | 0.32 | "              | "              |
| Sol. | —    | —              | —              | —     | 31.20 | 30x40 | 0.20 | 0.20 | "              | "              |
| (1A) | 5°   | 1.81           | 2.72           | 5.61  | 9.30  | 30x40 | 2.25 | 0.02 | 1.5            | 6.05/8 + 2φ    |
|      | 4°   | 2.53           | 5.07           | 8.20  | 12.10 | "     | 1.23 | 0.07 | 1.0            | "              |
|      | 3°   | 2.87           | "              | 8.78  | 24.70 | "     | 0.88 | 0.09 | "              | "              |
|      | 2°   | 3.75           | "              | 9.12  | 32.30 | "     | 0.70 | 0.13 | "              | "              |
|      | 1°   | 5.06           | "              | 11.73 | 39.90 | "     | 0.73 | 0.16 | "              | "              |
| Sol. | —    | —              | —              | —     | 39.90 | 40x40 | 0.73 | 0.12 | "              | "              |
| (3A) | 5°   | 2.08           | 1.66           | 3.74  | 11.93 | 30x40 | 0.75 | 0.05 | 1%             | 6.05/8         |
|      | 4°   | 2.80           | 1.94           | 4.78  | 23.70 | "     | 0.50 | 0.09 | "              | "              |
|      | 3°   | 3.21           | "              | 5.15  | 35.50 | "     | 0.36 | 0.18 | "              | "              |
|      | 2°   | 3.60           | "              | 6.54  | 47.30 | "     | 0.29 | 0.13 | "              | "              |
|      | 1°   | 6.67           | "              | 8.01  | 59.10 | "     | 0.34 | 0.23 | "              | "              |
| Sol. | —    | —              | —              | —     | 59.13 | 40x40 | 0.34 | 0.15 | "              | "              |
| (4A) | 6°   | 2.01           | 3.06           | 5.14  | 5.55  | 30x40 | 2.31 | 0.02 | 1%             | 6.05/8         |
|      | 4°   | 2.80           | 3.34           | 6.18  | 10.85 | "     | 1.41 | 0.04 | "              | "              |
|      | 3°   | 3.21           | "              | 6.55  | 16.15 | "     | 1.01 | 0.06 | "              | "              |
|      | 2°   | 3.60           | "              | 6.74  | 21.45 | "     | 0.81 | 0.08 | "              | "              |
|      | 1°   | 6.07           | "              | 9.81  | 24.76 | "     | 0.07 | 0.11 | "              | "              |
| Sol. | —    | —              | —              | —     | —     | 40x40 | 0.07 | 0.11 | "              | "              |

# testor quinche v.

ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102

telefono 477673

bucaramanga - colombia

| Vel | P <sub>200</sub> | H <sub>1</sub> | H <sub>2</sub> | H <sub>3</sub> | H <sub>4</sub> | S <sub>20</sub> | α <sub>20</sub> | K <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | δ <sub>20</sub> | (16) |
|-----|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|------|
| 25  | 5"               | 1.68           | 3.85           | 5.53           | 30.20          | 30x40           | 0.45            | 0.12           | 1%             | 60 5/8          |      |
|     | 4"               | 8.32           | 4.91           | 8.27           | 58.00          | "               | 0.38            | 0.23           | "              | 60 5/8 + 2 3/4  |      |
|     | 3"               | 3.09           | "              | 8.55           | 87.60          | "               | 0.28            | 0.36           | "              | 40 5/8 + 4 3/4  |      |
|     | 2"               | 3.91           | "              | 8.02           | 116.30         | "               | 0.19            | 0.45           | "              | 8 3/4           |      |
|     | 1"               | 6.55           | "              | 11.42          | 144.50         | "               | 0.20            | 0.57           | 2.2            | 10 3/4          |      |
|     | Sol.             | —              | "              | —              | 178.40         | 40x40           | 0.17            | 0.52           | 1.7            | "               |      |
| 20  | 5"               | 2.64           | 6.08           | 8.91           | 44.20          | 30x40           | 0.60            | 0.18           | 1%             | 60 5/8          |      |
|     | 4"               | 4.09           | 3.76           | 8.35           | 79.15          | "               | 0.26            | 0.31           | "              | 60 5/8 + 15 3/4 |      |
|     | 3"               | 5.09           | "              | 9.22           | 114.10         | "               | 0.20            | 0.45           | "              | 40 5/8 + 4 3/4  |      |
|     | 2"               | 5.96           | "              | 9.72           | 149.05         | "               | 0.16            | 0.58           | 1.7            | 8 3/4           |      |
|     | 1"               | 9.20           | "              | 11.03          | 184.00         | "               | 0.15            | 0.73           | 3.1            | 10 3/8          |      |
|     | Sol.             | —              | "              | —              | 218.95         | 40x40           | 0.13            | 0.65           | 2.0            | "               |      |
| 30  | 5"               | 4.30           | 8.68           | 12.99          | 39.50          | 30x40           | 0.82            | 0.16           | 1.8            | 10 5/8          |      |
|     | 4"               | 4.71           | 5.32           | 12.91          | 69.90          | "               | 0.45            | 0.28           | "              | "               |      |
|     | 3"               | 5.00           | "              | 14.02          | 100.30         | "               | 0.35            | 0.40           | 1.8            | 12 5/8          |      |
|     | 2"               | 6.32           | "              | 14.56          | 130.70         | "               | 0.28            | 0.52           | 2.5            | 12 3/4          |      |
|     | 1"               | 9.37           | "              | 15.59          | 161.10         | "               | 0.24            | 0.64           | 3.2            | 16 3/4          |      |
|     | Sol.             | —              | "              | —              | 191.50         | 40x40           | 0.20            | 0.57           | 2.4            | "               |      |
| 40  | 5"               | 2.27           | 2.29           | 4.56           | 20.70          | 30x40           | 0.55            | 0.08           | 1%             | 60 5/8          |      |
|     | 4"               | 3.53           | 3.27           | 6.00           | 40.00          | "               | 0.42            | 0.16           | "              | "               |      |
|     | 3"               | 2.41           | "              | 2.73           | 59.30          | "               | 0.31            | 0.24           | "              | "               |      |
|     | 2"               | 4.36           | "              | 7.57           | 98.60          | "               | 0.24            | 0.31           | "              | "               |      |
|     | 1"               | 6.49           | "              | 9.94           | 97.90          | "               | 0.25            | 0.39           | "              | "               |      |
|     | Sol.             | —              | 1.45           | —              | 123.70         | 40x40           | 0.20            | 0.37           | "              | "               |      |



néstor quinche v.

Ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102

teléfono 477673

bucaramanga - colombia

| Col.   | Alto | Al.  | Al.   | Al.   | Al.    | Dist.   | 1/4  | L    | f <sub>r</sub> | L <sub>o</sub> | (19) |
|--------|------|------|-------|-------|--------|---------|------|------|----------------|----------------|------|
| (20) 1 | 50   | 2.55 | 3.30  | 5.53  | 19.50  | 30 x 40 | 0.50 | 0.12 | 1%             | 6 45/8         |      |
|        | 40   | 4.27 | 7.15  | 11.43 | 36.50  | "       | 0.51 | 0.12 | "              | "              |      |
|        | 30   | 4.72 | "     | 11.07 | 82.40  | "       | 0.36 | 0.33 | 1.2            | 8 45/8         |      |
|        | 20   | 5.22 | "     | 12.37 | 108.50 | "       | 0.28 | 0.43 | 1.5            | 12 45/8        |      |
|        | 10   | 7.72 | "     | 14.87 | 136.20 | "       | 0.27 | 0.54 | 2.6            | 16 45/8        |      |
|        | Sol  | -    | 16.30 | -     | 154.40 | 40 x 40 | 0.28 | 0.65 | 1.8            | "              |      |
| (20) 1 | 50   | 3.67 | 8.71  | 17.30 | 47.70  | 30 x 40 | 0.65 | 0.19 | 1.2            | 8 45/8         |      |
|        | 40   | 4.01 | 3.12  | 7.17  | 82.70  | "       | 0.23 | 0.33 | 1.0            | "              |      |
|        | 30   | 4.77 | 3.52  | 8.35  | 117.70 | "       | 0.18 | 0.47 | "              | "              |      |
|        | 20   | 5.72 | 3.85  | 6.78  | 152.70 | "       | 0.14 | 0.61 | 1.8            | 8 43/4         |      |
|        | 10   | 7.72 | 8.58  | 11.24 | 187.70 | "       | 0.15 | 0.74 | 3.2            | 14 43/4        |      |
|        | Sol  | -    | 3.54  | -     | 222.70 | 40 x 40 | 0.13 | 0.66 | 2.0            | "              |      |
| (30) 1 | 50   | 3.87 | 10.38 | 16.25 | 45.74  | 30 x 40 | 0.78 | 0.18 | 1.5            | 10 45/8        |      |
|        | 40   | 4.35 | 12.70 | 16.57 | 83.50  | "       | 0.50 | 0.33 | 1.2            | "              |      |
|        | 30   | 5.23 | "     | 17.43 | 121.30 | "       | 0.36 | 0.48 | 3.2            | 10 47/8        |      |
|        | 20   | 6.71 | "     | 17.71 | 157.10 | "       | 0.28 | 0.63 | 2.0            | 12 47/8        |      |
|        | 10   | 7.65 | "     | 20.09 | 194.90 | "       | 0.25 | 0.76 | 5.2            | 16 47/8        |      |
|        | Sol  | -    | "     | -     | 234.70 | 40 x 40 | 0.21 | 0.70 | 4.0            | "              |      |
| (20) 1 | 50   | 2.81 | 2.35  | 5.36  | 23.50  | 30 x 40 | 0.56 | 0.09 | 1%             | 6 45/8         |      |
|        | 40   | 4.60 | 3.96  | 8.56  | 48.50  | "       | 0.45 | 0.19 | "              | "              |      |
|        | 30   | 5.18 | "     | 9.14  | 72.10  | "       | 0.32 | 0.29 | "              | "              |      |
|        | 20   | 5.70 | "     | 9.68  | 96.20  | "       | 0.25 | 0.38 | "              | 8 45/8         |      |
|        | 10   | 7.09 | "     | 11.51 | 120.3  | "       | 0.25 | 0.48 | 2.0            | 12 45/8        |      |
|        | Sol  | -    | "     | -     | 144.4  | 40 x 40 | 0.21 | 0.43 | "              | "              |      |

néstor quinche v.

Ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102

teléfono 477673

Bucaramanga - Colombia

| Col  | Piso           | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | M <sub>4</sub> | Dist  | c/p  | K <sub>c</sub> | P <sub>c</sub> | L <sub>c</sub> | (18) |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| (22) | 5 <sup>o</sup> | 2.00           | 5.82           | 7.66           | 16.20          | 30.00 | 1.21 | 0.06           | 1%             | 6.65/8         |      |
|      | 4 <sup>o</sup> | 2.83           | 3.05           | 5.08           | 28.00          | "     | 0.52 | 0.11           | "              | "              |      |
|      | 3 <sup>o</sup> | 3.30           | "              | 6.35           | 40.80          | "     | 0.39 | 0.16           | "              | "              |      |
|      | 2 <sup>o</sup> | 3.64           | "              | 1.49           | 53.10          | "     | 0.31 | 0.21           | "              | "              |      |
|      | 1 <sup>o</sup> | 6.37           | "              | 9.32           | 65.10          | "     | 0.36 | 0.25           | "              | "              |      |
|      | Sol            | -              | -              | -              | -              | 40.00 | 0.36 | 0.26           | "              | "              |      |
| (23) | 5 <sup>o</sup> | 2.05           | 6.99           | 8.04           | 15.00          | 30.00 | 1.50 | 0.06           | 1%             | 6.65/8         |      |
|      | 4 <sup>o</sup> | 2.83           | 3.87           | 6.76           | 26.40          | "     | 0.63 | 0.10           | "              | "              |      |
|      | 3 <sup>o</sup> | 3.30           | "              | 7.17           | 37.80          | "     | 0.47 | 0.15           | "              | "              |      |
|      | 2 <sup>o</sup> | 3.64           | "              | 7.31           | 49.20          | "     | 0.48 | 0.20           | "              | "              |      |
|      | 1 <sup>o</sup> | 6.37           | "              | 10.14          | 60.60          | "     | 0.42 | 0.24           | "              | "              |      |
|      | Sol            | -              | -              | -              | -              | 40.00 | 0.42 | 0.24           | "              | "              |      |
| (24) | 5 <sup>o</sup> | 2.24           | 7.29           | 5.51           | 19.40          | 30.00 | 0.71 | 0.08           | 1%             | 6.65/8         |      |
|      | 4 <sup>o</sup> | 3.06           | 1.52           | 5.58           | 31.50          | "     | 0.81 | 0.12           | "              | "              |      |
|      | 3 <sup>o</sup> | 3.61           | "              | 6.13           | 43.40          | "     | 0.35 | 0.17           | "              | "              |      |
|      | 2 <sup>o</sup> | 4.01           | "              | 6.53           | 55.70          | "     | 0.29 | 0.22           | "              | "              |      |
|      | 1 <sup>o</sup> | 6.40           | "              | 8.92           | 67.80          | "     | 0.33 | 0.27           | "              | "              |      |
|      | Sol            | -              | -              | -              | -              | 40.00 | 0.33 | 0.27           | "              | "              |      |
| (25) | 5 <sup>o</sup> | 2.10           | 2.87           | 5.11           | 12.00          | 30.00 | 1.01 | 0.06           | 1%             | 6.65/8         |      |
|      | 4 <sup>o</sup> | 3.06           | 3.94           | 7.02           | 19.70          | "     | 0.89 | 0.08           | "              | "              |      |
|      | 3 <sup>o</sup> | 3.62           | "              | 7.38           | 27.40          | "     | 0.69 | 0.11           | "              | "              |      |
|      | 2 <sup>o</sup> | 4.01           | "              | 7.97           | 35.10          | "     | 0.57 | 0.14           | "              | "              |      |
|      | 1 <sup>o</sup> | 6.40           | "              | 10.36          | 42.80          | "     | 0.40 | 0.17           | "              | "              |      |
|      | Sol            | -              | -              | -              | -              | 40.00 | 0.60 | 0.17           | "              | "              |      |

néstor quinche v.

Ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102  
teléfono 477673  
bucaramanga - colombia

Cálculos  $\sigma_a = 48 \text{ ton/m}^2$   $f_s = 1.57 \text{ (pag. 1)}$   $\sigma_u = 75 \text{ ton/m}^2$  (19)

| Cálculos | $P_u$ | $P'_u$ | $l$  | $\Delta_{max}$ | $\sigma_a \leq$ | $\sigma_u$ | $c$   | $h$  | $\Delta_s$ |
|----------|-------|--------|------|----------------|-----------------|------------|-------|------|------------|
| (10)     | 174   | 184    | 1.60 | 2.82           | 72 $\leq$       | 75         | 0.65  | 0.35 | 8 @ 1.10   |
| (20)     | 219   | 232    | 1.75 | 3.06           | 75 $\leq$       | 75         | 0.725 | 0.35 | 9 @ 2.00   |
| (30)     | 192   | 204    | 1.60 | 2.82           | 75 $\leq$       | 75         | 0.65  | 0.35 | 8 @ 1.10   |
| (40)     | 124   | 131    | 1.60 | 1.96           | 67 $\leq$       | 75         | .55   | .45  | 9 @ 1.10   |
| (50)     | 105   | 104    | 1.60 | 2.82           | 64 $\leq$       | 75         | .65   | .55  | 8 @ 1.10   |
| (60)     | 223   | 236    | 1.75 | 3.06           | 75 $\leq$       | 75         | .725  | .55  | 9 @ 2.00   |
| (70)     | 225   | 249    | 1.90 | 3.41           | 65 $\leq$       | 75         | .80   | .60  | 10 @ 2.00  |
| (80)     | 144   | 152    | 1.80 | 2.29           | 67 $\leq$       | 75         | .60   | .45  | 10 @ 1.10  |

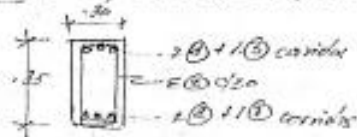
$$h = 0.32 \sqrt{\frac{P'_u \cdot C^2}{\Delta_{max}}} \cdot 1.6 \quad 67-318-63 \rightarrow \Delta_s = 0.102 h \text{ cm}^2/\text{metro}$$

Ejercicios

|      | $P_u$ | $P'_u$ | $l$  | $a$  | $\Delta_{max}$ | $\sigma_a \leq$ | $\sigma_u$ | $c$  | $\Delta_s$ | $\Delta_{cm}$ |
|------|-------|--------|------|------|----------------|-----------------|------------|------|------------|---------------|
| (10) | 81    | 85     | 2.00 | 0.60 | 1.20           | 71 $\leq$       | 75         | 0.10 | 3 @ 2.00   | 11 @ 1.00     |
| (20) | 40    | 42     | 0.85 | 0.85 | 0.72           | 58 $\leq$       | 75         | 0.45 | 8 @ 1.00   | 8 @ 1.00      |
| (30) | 59    | 62     | 2.00 | .60  | 1.20           | 61 $\leq$       | 75         | .60  | 5 @ 2.00   | 11 @ 1.00     |
| (40) | 73    | 77     | 1.80 | .80  | .50            | 58 $\leq$       | 75         | .85  | 4 @ 1.50   | 6 @ 1.70      |
| (50) | 45    | 46     | 2.00 | .60  | 1.20           | 67 $\leq$       | 75         | .50  | 5 @ 2.00   | 11 @ 1.00     |
| (60) | 41    | 44     | 2.00 | .60  | 1.20           | 53 $\leq$       | 75         | .50  | 5 @ 2.00   | 11 @ 1.00     |
| (70) | 48    | 71     | 2.20 | .60  | 1.20           | 57 $\leq$       | 75         | .50  | 5 @ 2.00   | 11 @ 1.00     |
| (80) | 43    | 46     | 1.35 | .60  | 0.75           | 60 $\leq$       | 75         | .45  | 4 @ 1.50   | 13 @ 1.00     |

VIGA DE CARRIL:  $T = C = 0.0425 \times 235 = 10.00 \text{ ton}$

$H_h = 4.23 \text{ ton} \cdot \text{m}$



$\Delta_s = 3.3 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 @ 1 @$

Cálculo

*[Signature]*  
I.C. Nival/2225 Caud.  
P. de. 2001. 199



CAMBIO CIMENTACION  
EDIFICIO CALLE 33 CAS 22 = 23

Diciembre/92

Propietario Dr. Rodolfo Brango S.

$\sigma_n = 30 \text{ ton/m}^2$        $\sigma_u = 47 \text{ ton/m}^2$

| Var. Centrico | $P_u$ | $P_u'$ | $\sigma_{max}$ | $L$  | $c$   | $h$ | $L_s$       |
|---------------|-------|--------|----------------|------|-------|-----|-------------|
| 10            | 174   | 164    | 3.91           | 2.00 | 0.50  | .50 | 10 @ 2.00 @ |
| 20            | 217   | 202    | 4.54           | 2.25 | 0.925 | .60 | 11 @ 2.00 @ |
| 30            | 197   | 204    | 4.36           | 2.10 | 0.65  | .55 | 10 @ 2.00 @ |
| 40            | 124   | 131    | 2.78           | 1.70 | 0.61  | .45 | 11 @ 1.50 @ |
| 10            | 155   | 164    | 3.49           | 1.70 | 0.71  | .50 | 12 @ 2.00 @ |
| 20            | 223   | 234    | 4.74           | 2.20 | 0.90  | .60 | 13 @ 2.00 @ |
| 30            | 235   | 249    | 5.30           | 2.30 | 0.95  | .60 | 13 @ 2.00 @ |
| 40            | 164   | 164    | 3.28           | 1.80 | 0.70  | .45 | 12 @ 2.00 @ |

$L_s = 0.32 \sqrt{\frac{P_u' \cdot c^2}{\sigma}} + 5$        $0.11 \cdot 3.15 \cdot 0.3$        $L_s = 0.102 h \text{ cm/m.}$

| Excentrico | $P_u$ | $P_u'$ | $\sigma_{max}$ | $L$  | $c$  | $H/h$ | $h$ | $L_s$    | $L_{s2}$  |
|------------|-------|--------|----------------|------|------|-------|-----|----------|-----------|
| 10         | 81    | 85     | 1.50           | 2.00 | 0.60 | 23.83 | .60 | 5 @ 2.00 | 12 @ 1.00 |
| 25         | 40    | 42     | 0.69           | 0.75 | 0.35 | -     | .40 | 8 @ 1.00 | 8 @ 1.20  |
| 30         | 59    | 62     | 1.32           | 2.20 | 0.60 | 11.27 | .50 | 7 @ 2.00 | 9 @ 1.00  |
| 40         | 27    | 29     | 0.62           | 1.05 | 0.60 | 1.49  | .40 | 4 @ 1.20 | 5 @ 1.00  |
| 15         | 65    | 68     | 1.45           | 2.40 | 0.60 | 14.10 | .50 | 7 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 28         | 61    | 64     | 1.36           | 2.30 | 0.60 | 12.77 | .50 | 7 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 35         | 65    | 71     | 1.51           | 2.50 | 0.60 | 11.54 | .60 | 8 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 48         | 43    | 45     | 1.00           | 1.70 | 0.60 | 5.76  | .50 | 5 @ 2.00 | 7 @ 1.00  |

La viga de amarras permanece igual .30 x .35

entonces

*[Signature]*  
I.C. mod. 6225 C. 1992

Ing. Juan Quintana V.

Ingeniero civil  
universidad nacional

carrera 35A no. 46-102  
teléfono 477673  
Bucaramanga - Colombia

# CONCRETO CIMENTACIÓN

EDIFICIO CALLE 33 CAS 22 y 23

Proprietario Dr. Rodolfo Brango S.

DIAGRAMA 2

$$V_u = 30 \text{ ton/m}^2$$

$$D_u = 47 \text{ ton/m}^2$$

| En. Centímetros | $P_u$ | $P_u'$ | $D_u$ | $l$  | $e$   | $h$ | $A_s$       |
|-----------------|-------|--------|-------|------|-------|-----|-------------|
| 10              | 176   | 184    | 3.91  | 2.00 | 0.50  | .50 | 10 @ 2.00 @ |
| 20              | 219   | 232    | 4.56  | 2.25 | 0.925 | .60 | 13 @ 2.00 @ |
| 30              | 197   | 204    | 4.36  | 2.10 | 0.85  | .55 | 10 @ 2.00 @ |
| 40              | 124   | 131    | 2.78  | 1.70 | 0.45  | .45 | 11 @ 1.50 @ |
| 10              | 155   | 166    | 3.65  | 1.90 | 0.75  | .50 | 14 @ 2.00 @ |
| 20              | 223   | 234    | 4.74  | 2.20 | 0.90  | .60 | 17 @ 2.00 @ |
| 30              | 236   | 249    | 5.30  | 2.30 | 0.95  | .60 | 18 @ 2.00 @ |
| 40              | 144   | 154    | 3.28  | 1.80 | 0.70  | .45 | 12 @ 2.00 @ |

$$h = 5.32 \sqrt{\frac{P_u' C^2}{D}} + 5 \quad (11.30 - 0.3) \quad h_u = 0.152 h \text{ cm/m}$$

| En. Centímetros | $P_u$ | $P_u'$ | $D_u$ | $l$  | $a$  | $H/h$ | $h$ | $h_u$    | $h_m$     |
|-----------------|-------|--------|-------|------|------|-------|-----|----------|-----------|
| 10              | 81    | 85     | 1.80  | 2.00 | 0.60 | 23.53 | .60 | 5 @ 2.00 | 12 @ 1.00 |
| 20              | 40    | 42     | 0.69  | 0.95 | 0.75 | -     | .60 | 6 @ 1.00 | 8 @ 1.20  |
| 30              | 59    | 62     | 1.32  | 2.20 | 0.60 | 11.27 | .50 | 7 @ 2.00 | 9 @ 1.00  |
| 40              | 27    | 29     | 0.62  | 1.05 | 0.60 | 1.49  | .40 | 4 @ 1.20 | 5 @ 1.00  |
| 15              | 65    | 68     | 1.45  | 2.40 | 0.60 | 4.10  | .50 | 7 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 25              | 61    | 64     | 1.36  | 2.30 | 0.60 | 12.72 | .50 | 7 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 35              | 68    | 71     | 1.51  | 2.50 | 0.60 | 11.54 | .60 | 8 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 45              | 43    | 45     | 1.00  | 1.70 | 0.60 | 5.91  | .50 | 5 @ 2.00 | 7 @ 1.00  |

La viga de mayor momento permanece igual .30 x .35

Calcular

*[Signature]*  
I.C. prof. 62/20 C. C. C.

CAMBIO CIMENTACIÓN  
EDIFICIO CALLE 33 CAS 22 y 23

Diciembre/24

Propietario Dr. Rodolfo Brango S.

$\sigma_u = 30 \text{ ton/m}^2$   $\sigma_u = 47 \text{ ton/m}^2$

| Excentricidad | $P_u$ | $P'_u$ | Area | $L$  | $e$   | $h$ | $L_u$       |
|---------------|-------|--------|------|------|-------|-----|-------------|
| 10            | 176   | 164    | 3.91 | 2.00 | 0.80  | .50 | 10 @ 2.00 @ |
| 20            | 217   | 232    | 4.54 | 2.25 | 0.925 | .60 | 12 @ 2.00 @ |
| 30            | 197   | 304    | 4.36 | 2.10 | 0.85  | .55 | 10 @ 2.00 @ |
| 40            | 124   | 131    | 2.78 | 1.70 | 0.45  | .45 | 11 @ 1.50 @ |
| 10            | 155   | 164    | 3.49 | 1.70 | 0.75  | .50 | 14 @ 2.00 @ |
| 20            | 223   | 234    | 4.76 | 2.20 | 0.90  | .60 | 17 @ 2.00 @ |
| 30            | 235   | 249    | 5.30 | 2.30 | 0.95  | .60 | 18 @ 2.00 @ |
| 40            | 144   | 164    | 3.28 | 1.80 | 0.70  | .45 | 12 @ 2.00 @ |

$$A = 0.32 \sqrt{\frac{P_u e^2}{\sigma}} + 6 \quad 611.58 - 0.3 \quad L_u = 0.152 h \text{ cm/m.}$$

| Excentricidad | $P_u$ | $P'_u$ | Area | $L$  | $e$  | $H/h$ | $h$ | $L_u$    | $L_m$     |
|---------------|-------|--------|------|------|------|-------|-----|----------|-----------|
| 10            | 81    | 85     | 1.80 | 2.00 | 0.60 | 23.83 | .60 | 5 @ 2.00 | 11 @ 1.00 |
| 20            | 40    | 42     | 0.69 | 0.95 | 0.95 | -     | .40 | 8 @ 1.00 | 8 @ 1.70  |
| 30            | 59    | 62     | 1.32 | 1.20 | 0.60 | 11.62 | .50 | 7 @ 2.00 | 9 @ 1.00  |
| 40            | 27    | 29     | 0.62 | 1.05 | 0.60 | 1.49  | .40 | 6 @ 1.20 | 5 @ 1.00  |
| 10            | 65    | 68     | 1.45 | 1.40 | 0.60 | 14.10 | .50 | 7 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 20            | 61    | 64     | 1.36 | 2.30 | 0.60 | 12.75 | .50 | 7 @ 2.00 | 10 @ 1.70 |
| 30            | 68    | 71     | 1.51 | 2.50 | 0.60 | 15.54 | .60 | 8 @ 2.00 | 10 @ 1.00 |
| 40            | 43    | 45     | 1.00 | 1.70 | 0.60 | 5.96  | .50 | 5 @ 2.00 | 7 @ 1.00  |

La viga se amara permanente igual 30 y 35

calculo

*[Signature]*  
I. C. mod. 6286 C. mod.

#### ANEXO 4. Espectro de diseño

**ANEXO 4**  
**ESPECTRO DE DISEÑO**

| T     | Sa    |
|-------|-------|
| [seg] | [g]   |
| 0.000 | 0.325 |
| 0.070 | 0.559 |
| 0.140 | 0.793 |
| 0.150 | 0.813 |
| 0.220 | 0.813 |
| 0.290 | 0.813 |
| 0.360 | 0.813 |
| 0.431 | 0.813 |
| 0.501 | 0.813 |
| 0.571 | 0.813 |
| 0.641 | 0.813 |
| 0.700 | 0.813 |
| 0.770 | 0.740 |
| 0.840 | 0.678 |
| 0.910 | 0.626 |
| 0.981 | 0.581 |
| 1.051 | 0.542 |
| 1.121 | 0.509 |
| 1.191 | 0.479 |
| 1.261 | 0.452 |
| 1.331 | 0.428 |
| 1.402 | 0.407 |
| 1.472 | 0.387 |
| 1.542 | 0.370 |
| 1.612 | 0.354 |
| 1.682 | 0.339 |
| 1.752 | 0.325 |
| 1.822 | 0.313 |
| 1.893 | 0.301 |
| 1.963 | 0.290 |
| 2.033 | 0.280 |
| 2.103 | 0.271 |
| 2.173 | 0.262 |
| 2.243 | 0.254 |
| 2.314 | 0.246 |
| 2.384 | 0.239 |
| 2.454 | 0.232 |
| 2.524 | 0.226 |
| 2.594 | 0.220 |
| 2.664 | 0.214 |
| 2.734 | 0.208 |
| 2.805 | 0.203 |
| 2.875 | 0.198 |
| 2.945 | 0.194 |
| 3.015 | 0.189 |
| 3.085 | 0.185 |
| 3.155 | 0.181 |
| 3.226 | 0.177 |
| 3.296 | 0.173 |
| 3.366 | 0.169 |
| 3.436 | 0.166 |
| 3.506 | 0.163 |

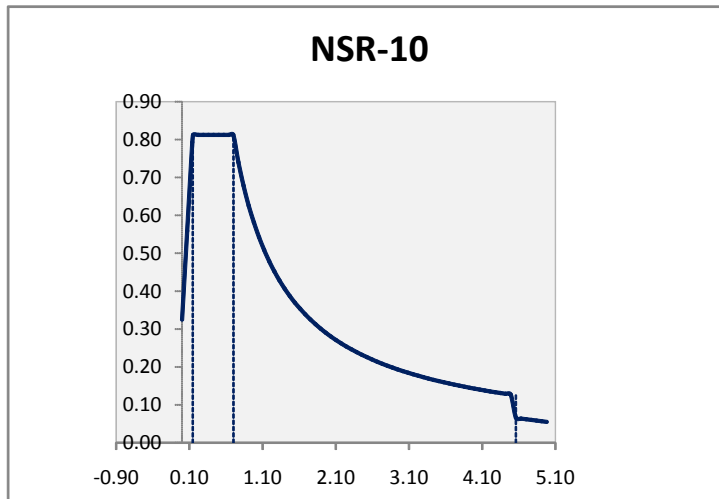
Del mapa de zonificación Sísmica de la NSR-10, se tiene:

|                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| Ubicación:               | Bucaramanga, Santander, Colombia |
| Zona de amenaza sísmica: | Alta                             |
| Aa:                      | 0.25                             |
| Av:                      | 0.25                             |
| Fa:                      | 1.30 (Tabla A.2.4-3 NSR-10)      |
| Fv:                      | 1.90 (Tabla A.2.4-4)             |
| I:                       | 1.00 (A.2.5.2 NSR-10)            |

Parámetros iniciales para la elaboración del Espectro sísmico:

|             |      |                 |
|-------------|------|-----------------|
| $T_0$ :     | 0.15 | Período inicial |
| $T_c$ :     | 0.70 | Período corto   |
| $T_L$ :     | 4.56 | Período largo   |
| Incremento: | 0.07 | seg             |

$$T_o = 0.1 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_a} \quad T_c = 0.48 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_a} \quad T_L = 2.4 F_v$$



| T     | Sa    |
|-------|-------|
| [seg] | [g]   |
| 3.576 | 0.159 |
| 3.646 | 0.156 |
| 3.717 | 0.153 |
| 3.787 | 0.151 |
| 3.857 | 0.148 |
| 3.927 | 0.145 |
| 3.997 | 0.143 |
| 4.067 | 0.140 |
| 4.138 | 0.138 |
| 4.208 | 0.135 |
| 4.278 | 0.133 |

| T     | Sa    |
|-------|-------|
| [seg] | [g]   |
| 4.348 | 0.131 |
| 4.418 | 0.129 |
| 4.488 | 0.127 |
| 4.560 | 0.066 |
| 4.630 | 0.064 |
| 4.700 | 0.062 |
| 4.770 | 0.060 |
| 4.841 | 0.058 |
| 4.911 | 0.057 |
| 4.981 | 0.055 |

ANEXO 5. Índices sobreesfuerzo por Flexo compresión de columnas modelo existente

INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y CARGA AXIAL

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Acero<br>colocado<br>(cm2) | Acero<br>solicitado<br>(cm2) | Pu<br>actuante<br>(Ton) | Pu<br>máxima<br>resistente<br>(Ton) | Cumple /<br>No cumple | Momento<br>actuante<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>actuante<br>en Y<br>(Ton.m) | Pu máxima<br>resistente<br>(Ton) | Pu mínima<br>resistente<br>(Ton) | Carga<br>balanceada<br>Pbx (ton) | Carga<br>balanceada<br>Pby (ton) | Momento<br>balanceado<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>balanceado<br>en Y<br>(Ton.m) | Po máx (+)<br>(ton) |
|----------|--------|----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| 1E       | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 91.08                   | 140.42                              | OK                    | 0.64                                   | 1.19                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 332.05                  | 110.34                              | No cumple             | 20.29                                  | 29.03                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 263.95                  | 110.34                              | No cumple             | 14.81                                  | 24.48                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 194.81                  | 110.34                              | No cumple             | 12.90                                  | 18.89                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 126.97                  | 110.34                              | No cumple             | 10.59                                  | 15.78                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 2E       | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 61.51                   | 110.34                              | OK                    | 6.99                                   | 13.15                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 101.76                  | 140.42                              | OK                    | 0.33                                   | 0.33                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 322.59                  | 110.34                              | No cumple             | 23.81                                  | 38.41                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 257.67                  | 110.34                              | No cumple             | 19.23                                  | 31.83                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 192.71                  | 110.34                              | No cumple             | 15.70                                  | 27.78                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 3E       | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 129.43                  | 110.34                              | No cumple             | 11.71                                  | 24.32                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 67.89                   | 110.34                              | OK                    | 10.49                                  | 22.92                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 71.68                   | 140.42                              | OK                    | 0.00                                   | 0.00                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 388.07                  | 110.34                              | No cumple             | 21.12                                  | 36.81                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 310.96                  | 110.34                              | No cumple             | 22.19                                  | 29.27                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 4E       | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 232.94                  | 110.34                              | No cumple             | 19.13                                  | 25.92                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 156.52                  | 110.34                              | No cumple             | 17.48                                  | 21.60                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 83.04                   | 110.34                              | OK                    | 7.87                                   | 21.79                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 72.96                   | 140.42                              | OK                    | 0.00                                   | 0.00                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 268.33                  | 110.34                              | No cumple             | 19.97                                  | 47.57                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 3B       | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 212.49                  | 110.34                              | No cumple             | 18.26                                  | 35.59                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 156.62                  | 110.34                              | No cumple             | 15.41                                  | 34.28                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 102.45                  | 110.34                              | OK                    | 13.92                                  | 30.87                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 50.15                   | 110.34                              | OK                    | 4.52                                   | 25.86                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 81.71                   | 140.42                              | OK                    | 0.00                                   | 0.00                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
| 4B       | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 335.13                  | 110.34                              | No cumple             | 17.01                                  | 25.34                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 266.41                  | 110.34                              | No cumple             | 15.60                                  | 22.70                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 196.82                  | 110.34                              | No cumple             | 12.72                                  | 16.61                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 128.80                  | 110.34                              | No cumple             | 10.02                                  | 13.70                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 62.99                   | 110.34                              | OK                    | 7.73                                   | 13.31                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 1A       | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 50.99                   | 140.42                              | OK                    | 0.52                                   | 0.16                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 197.97                  | 110.34                              | No cumple             | 22.70                                  | 29.60                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 156.40                  | 110.34                              | No cumple             | 19.00                                  | 31.75                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 114.51                  | 110.34                              | No cumple             | 15.51                                  | 26.42                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 74.52                   | 110.34                              | OK                    | 11.80                                  | 23.67                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 1D       | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 36.07                   | 110.34                              | OK                    | 9.98                                   | 22.43                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 118.51                  | 140.42                              | OK                    | 0.00                                   | 0.00                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 334.39                  | 110.34                              | No cumple             | 18.87                                  | 38.29                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 266.37                  | 110.34                              | No cumple             | 17.66                                  | 25.48                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 197.41                  | 110.34                              | No cumple             | 13.94                                  | 24.09                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 2D       | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 129.83                  | 110.34                              | No cumple             | 11.51                                  | 18.68                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 64.08                   | 110.34                              | OK                    | 5.94                                   | 19.75                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Sótano | 40 x 40              | 31.68                      | 32.00                        | 92.25                   | 173.96                              | OK                    | 0.00                                   | 0.00                                   | 174.50                           | 17.69                            | 77.73                            | 77.73                            | 16.66                                    | 16.66                                    | 335.57              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 31.68                      | 32.00                        | 582.50                  | 143.88                              | No cumple             | 19.13                                  | 36.80                                  | 144.42                           | 13.27                            | 58.34                            | 59.49                            | 10.89                                    | 14.78                                    | 277.74              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 23.76                      | 24.00                        | 464.98                  | 130.47                              | No cumple             | 17.25                                  | 25.97                                  | 130.87                           | 13.27                            | 56.89                            | 57.87                            | 9.31                                     | 12.61                                    | 251.68              |
| 2D       | Piso 3 | 40 x 30              | 15.84                      | 16.00                        | 346.50                  | 117.05                              | No cumple             | 14.93                                  | 24.95                                  | 117.32                           | 13.27                            | 55.44                            | 56.30                            | 7.80                                     | 10.55                                    | 225.62              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 229.31                  | 110.34                              | No cumple             | 12.13                                  | 19.32                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 113.92                  | 110.34                              | No cumple             | 11.85                                  | 22.88                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Sótano | 40 x 40              | 40.04                      | 39.74                        | 838.38                  | 188.12                              | No cumple             | 0.00                                   | 0.00                                   | 187.64                           | 17.69                            | 77.47                            | 79.74                            | 19.74                                    | 18.18                                    | 360.85              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 40.04                      | 39.74                        | 691.08                  | 158.04                              | No cumple             | 19.56                                  | 22.50                                  | 157.57                           | 13.27                            | 58.10                            | 61.50                            | 13.14                                    | 16.30                                    | 303.01              |
| 2D       | Piso 2 | 40 x 30              | 22.88                      | 22.71                        | 551.37                  | 128.98                              | No cumple             | 18.28                                  | 20.18                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 15.84                      | 16.00                        | 412.21                  | 117.05                              | No cumple             | 15.56                                  | 14.80                                  | 117.32                           | 13.27                            | 55.44                            | 56.30                            | 7.80                                     | 10.55                                    | 225.62              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 15.84                      | 16.00                        | 274.66                  | 117.05                              | No cumple             | 12.40                                  | 13.15                                  | 117.32                           | 13.27                            | 55.44                            | 56.30                            | 7.80                                     | 10.55                                    | 225.62              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 15.84                      | 16.00                        | 141.55                  | 117.05                              | No cumple             | 10.10                                  | 8.65                                   | 117.32                           | 13.27                            | 55.44                            | 56.30                            | 7.80                                     | 10.55                                    | 225.62              |

INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y CARGA AXIAL

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Acero<br>colocado<br>(cm2) | Acero<br>solicitado<br>(cm2) | Pu<br>actuante<br>(Ton) | Pu<br>máxima<br>resistente<br>(Ton) | Cumple /<br>No cumple | Momento<br>actuante<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>actuante<br>en Y<br>(Ton.m) | Pu máxima<br>resistente<br>(Ton) | Pu mínima<br>resistente<br>(Ton) | Carga<br>balanceada<br>Pbx (ton) | Carga<br>balanceada<br>Pby (ton) | Momento<br>balanceado<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>balanceado<br>en Y<br>(Ton.m) | Po máx (+)<br>(ton) |
|----------|--------|----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| 3D       | Sótano | 40 x 40              | 62.08                      | 61.94                        | 864.94                  | 225.45                              | No cumple             | 0.15                                   | 0.58                                   | 225.18                           | 17.69                            | 82.20                            | 82.20                            | 25.22                                    | 25.22                                    | 433.03              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 62.08                      | 61.94                        | 721.69                  | 195.38                              | No cumple             | 20.21                                  | 27.09                                  | 195.10                           | 13.27                            | 62.39                            | 63.97                            | 17.12                                    | 23.34                                    | 375.20              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 46.56                      | 46.45                        | 575.31                  | 169.09                              | No cumple             | 16.23                                  | 17.77                                  | 168.89                           | 13.27                            | 59.59                            | 60.88                            | 14.06                                    | 19.13                                    | 324.78              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 38.80                      | 38.71                        | 428.41                  | 155.94                              | No cumple             | 15.11                                  | 14.29                                  | 155.77                           | 13.27                            | 56.80                            | 60.88                            | 13.46                                    | 15.97                                    | 299.56              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 19.80                      | 20.00                        | 283.37                  | 123.76                              | No cumple             | 9.93                                   | 11.98                                  | 124.10                           | 13.27                            | 55.44                            | 57.90                            | 9.00                                     | 10.98                                    | 238.65              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 19.80                      | 20.00                        | 142.77                  | 123.76                              | No cumple             | 24.07                                  | 5.98                                   | 124.10                           | 13.27                            | 55.44                            | 57.90                            | 9.00                                     | 10.98                                    | 238.65              |
| 4D       | Sótano | 40 x 40              | 23.76                      | 24.00                        | 623.87                  | 160.54                              | No cumple             | 0.06                                   | 0.39                                   | 160.95                           | 17.69                            | 76.13                            | 76.13                            | 14.48                                    | 14.48                                    | 309.52              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 23.76                      | 24.00                        | 492.43                  | 130.47                              | No cumple             | 19.31                                  | 23.96                                  | 130.87                           | 13.27                            | 56.89                            | 57.87                            | 9.31                                     | 12.61                                    | 251.68              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 15.84                      | 16.00                        | 393.74                  | 117.05                              | No cumple             | 17.63                                  | 19.16                                  | 117.32                           | 13.27                            | 55.44                            | 56.30                            | 7.80                                     | 10.55                                    | 225.62              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 294.80                  | 110.34                              | No cumple             | 15.65                                  | 16.85                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 197.63                  | 110.34                              | No cumple             | 13.15                                  | 13.81                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 102.87                  | 110.34                              | OK                    | 16.32                                  | 14.74                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 1C       | Sótano | 40 x 40              | 28.50                      | 28.39                        | 184.62                  | 168.57                              | No cumple             | 0.06                                   | 0.26                                   | 168.40                           | 17.69                            | 75.21                            | 77.47                            | 16.81                                    | 15.09                                    | 323.85              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 28.50                      | 28.39                        | 576.10                  | 138.50                              | No cumple             | 18.32                                  | 21.86                                  | 138.32                           | 13.27                            | 56.05                            | 59.24                            | 11.01                                    | 13.21                                    | 266.01              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 22.80                      | 22.71                        | 459.94                  | 128.84                              | No cumple             | 13.93                                  | 12.39                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 19.32                      | 22.71                        | 342.89                  | 122.95                              | No cumple             | 12.12                                  | 10.82                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 17.58                      | 22.71                        | 226.94                  | 120.00                              | No cumple             | 9.35                                   | 8.37                                   | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 112.28                  | 110.34                              | No cumple             | 11.94                                  | 6.34                                   | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 2C       | Sótano | 40 x 40              | 38.80                      | 38.71                        | 792.40                  | 186.02                              | No cumple             | 0.08                                   | 0.19                                   | 185.85                           | 17.69                            | 76.03                            | 79.11                            | 20.18                                    | 17.84                                    | 357.40              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 38.80                      | 38.71                        | 678.25                  | 155.94                              | No cumple             | 15.83                                  | 24.23                                  | 155.77                           | 13.27                            | 56.80                            | 60.88                            | 13.46                                    | 15.97                                    | 299.56              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 22.80                      | 22.71                        | 542.36                  | 128.84                              | No cumple             | 16.20                                  | 20.83                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 19.32                      | 22.71                        | 407.50                  | 122.95                              | No cumple             | 13.41                                  | 16.01                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 17.58                      | 22.71                        | 273.84                  | 120.00                              | No cumple             | 10.92                                  | 13.46                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 142.30                  | 110.34                              | No cumple             | 11.78                                  | 11.98                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 3C       | Sótano | 40 x 40              | 45.60                      | 45.42                        | 753.92                  | 197.53                              | No cumple             | 0.39                                   | 0.29                                   | 197.27                           | 17.69                            | 79.74                            | 79.74                            | 20.50                                    | 20.50                                    | 379.36              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 45.60                      | 45.42                        | 625.64                  | 167.46                              | No cumple             | 21.13                                  | 23.32                                  | 167.19                           | 13.27                            | 60.16                            | 61.50                            | 13.69                                    | 18.62                                    | 321.52              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 34.20                      | 34.06                        | 500.02                  | 148.15                              | No cumple             | 15.58                                  | 18.52                                  | 147.95                           | 13.27                            | 56.05                            | 61.50                            | 12.70                                    | 13.97                                    | 284.51              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 23.76                      | 24.00                        | 374.99                  | 130.47                              | No cumple             | 14.45                                  | 15.80                                  | 130.87                           | 13.27                            | 55.44                            | 59.49                            | 10.19                                    | 11.51                                    | 251.68              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 19.80                      | 20.00                        | 251.94                  | 123.76                              | No cumple             | 11.37                                  | 13.36                                  | 124.10                           | 13.27                            | 55.44                            | 57.90                            | 9.00                                     | 10.98                                    | 238.65              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 19.80                      | 20.00                        | 132.30                  | 123.76                              | No cumple             | 16.86                                  | 13.16                                  | 124.10                           | 13.27                            | 55.44                            | 57.90                            | 9.00                                     | 10.98                                    | 238.65              |
| 4C       | Sótano | 40 x 40              | 11.88                      | 12.00                        | 536.01                  | 140.42                              | No cumple             | 0.18                                   | 0.30                                   | 140.62                           | 17.69                            | 74.54                            | 72.94                            | 10.78                                    | 12.42                                    | 270.43              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 421.53                  | 110.34                              | No cumple             | 19.37                                  | 27.01                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 335.02                  | 110.34                              | No cumple             | 11.30                                  | 15.27                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 248.81                  | 110.34                              | No cumple             | 10.87                                  | 13.12                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 164.50                  | 110.34                              | No cumple             | 6.19                                   | 8.67                                   | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 11.88                      | 12.00                        | 82.70                   | 110.34                              | OK                    | 18.56                                  | 12.37                                  | 110.55                           | 13.27                            | 53.99                            | 56.30                            | 7.80                                     | 8.91                                     | 212.59              |
| 2A       | Sótano | 40 x 40              | 17.58                      | 22.71                        | 61.23                   | 150.07                              | OK                    | 0.07                                   | 0.36                                   | 158.78                           | 17.69                            | 75.21                            | 75.21                            | 14.48                                    | 14.48                                    | 305.35              |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 17.58                      | 22.71                        | 248.28                  | 120.00                              | No cumple             | 16.68                                  | 27.22                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 17.58                      | 22.71                        | 197.12                  | 120.00                              | No cumple             | 12.46                                  | 16.32                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 17.58                      | 22.71                        | 146.03                  | 120.00                              | No cumple             | 10.54                                  | 13.59                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 17.58                      | 22.71                        | 96.09                   | 120.00                              | OK                    | 8.47                                   | 10.33                                  | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 17.58                      | 22.71                        | 47.35                   | 120.00                              | OK                    | 5.48                                   | 8.51                                   | 128.71                           | 13.27                            | 56.05                            | 56.97                            | 9.31                                     | 12.60                                    | 247.51              |



**INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y  
CARGA AXIAL**

| Columnas | Po mín (-)<br>(ton) | $\alpha$<br>(grados) | Carga<br>balanceada<br>Pb<br>(Ton) | Po     | Indice de<br>sobreesfuerz<br>o por<br>flexocompres<br>ión |
|----------|---------------------|----------------------|------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| 1E       | -36.74              | 61.75                | 73.44                              | 270.43 | 0.13                                                      |
|          | -36.74              | 55.05                | 55.41                              | 212.59 | 11.83                                                     |
|          | -36.74              | 58.83                | 55.50                              | 212.59 | 8.50                                                      |
|          | -36.74              | 55.66                | 55.42                              | 212.59 | 6.10                                                      |
|          | -36.74              | 56.14                | 55.43                              | 212.59 | 4.39                                                      |
|          | -36.74              | 62.02                | 55.59                              | 212.59 | 2.68                                                      |
| 2E       | -36.74              | 44.56                | 73.75                              | 270.43 | 0.15                                                      |
|          | -36.74              | 58.20                | 55.49                              | 212.59 | 15.98                                                     |
|          | -36.74              | 58.85                | 55.50                              | 212.59 | 11.91                                                     |
|          | -36.74              | 60.52                | 55.55                              | 212.59 | 9.24                                                      |
|          | -36.74              | 64.30                | 55.64                              | 212.59 | 6.82                                                      |
|          | -36.74              | 65.40                | 55.67                              | 212.59 | 5.76                                                      |
| 3E       | -36.74              |                      |                                    |        |                                                           |
|          | -36.74              | 60.16                | 55.54                              | 212.59 | 14.97                                                     |
|          | -36.74              | 52.84                | 55.35                              | 212.59 | 12.38                                                     |
|          | -36.74              | 53.57                | 55.37                              | 212.59 | 9.93                                                      |
|          | -36.74              | 51.02                | 55.30                              | 212.59 | 7.77                                                      |
|          | -36.74              | 70.13                | 55.79                              | 212.59 | 5.01                                                      |
| 4E       | -36.74              |                      |                                    |        |                                                           |
|          | -36.74              | 67.23                | 55.72                              | 212.59 | 17.79                                                     |
|          | -36.74              | 62.84                | 55.61                              | 212.59 | 12.57                                                     |
|          | -36.74              | 65.79                | 55.68                              | 212.59 | 10.96                                                     |
|          | -36.74              | 65.73                | 55.68                              | 212.59 | 9.13                                                      |
|          | -36.74              | 80.09                | 56.05                              | -36.74 | 5.45                                                      |
| 3B       | -36.74              |                      |                                    |        |                                                           |
|          | -36.74              | 56.13                | 55.43                              | 212.59 | 9.79                                                      |
|          | -36.74              | 55.51                | 55.42                              | 212.59 | 8.24                                                      |
|          | -36.74              | 52.54                | 55.34                              | 212.59 | 5.53                                                      |
|          | -36.74              | 53.82                | 55.38                              | 212.59 | 3.83                                                      |
|          | -36.74              | 59.84                | 55.53                              | 212.59 | 2.86                                                      |
| 4B       | -36.74              | 17.10                | 74.23                              | -36.74 | 0.22                                                      |
|          | -36.74              | 52.52                | 55.34                              | 212.59 | 11.93                                                     |
|          | -36.74              | 59.10                | 55.51                              | 212.59 | 11.17                                                     |
|          | -36.74              | 59.58                | 55.52                              | 212.59 | 8.29                                                      |
|          | -36.74              | 63.51                | 55.62                              | 212.59 | 6.31                                                      |
|          | -36.74              | 66.01                | 55.69                              | -36.74 | 5.65                                                      |
| 1A       | -36.74              |                      |                                    |        |                                                           |
|          | -36.74              | 63.77                | 55.63                              | 212.59 | 14.45                                                     |
|          | -36.74              | 55.27                | 55.41                              | 212.59 | 9.58                                                      |
|          | -36.74              | 59.95                | 55.53                              | 212.59 | 7.74                                                      |
|          | -36.74              | 58.36                | 55.49                              | 212.59 | 5.30                                                      |
|          | -36.74              | 73.27                | 55.87                              | 212.59 | 4.02                                                      |
| 1D       | -97.98              |                      |                                    |        |                                                           |
|          | 97.98               | 62.53                | 59.14                              | 277.74 | 8.65                                                      |
|          | -73.48              | 56.42                | 57.50                              | 251.68 | 7.58                                                      |
|          | -48.99              | 59.11                | 56.01                              | 225.62 | 8.00                                                      |
|          | -36.74              | 57.86                | 55.48                              | 212.59 | 6.24                                                      |
|          | -36.74              | 62.62                | 55.60                              | 212.59 | 6.36                                                      |
| 2D       | -121.73             |                      |                                    |        |                                                           |
|          | -121.73             | 49.00                | 59.95                              | 303.01 | 6.03                                                      |
|          | -69.56              | 47.82                | 56.54                              | 247.51 | 7.37                                                      |
|          | -48.99              | 43.57                | 55.86                              | 225.62 | 6.58                                                      |
|          | -48.99              | 46.68                | 55.89                              | 225.62 | 4.68                                                      |
|          | -48.99              | 40.58                | 55.83                              | 225.62 | 2.72                                                      |

**INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y  
CARGA AXIAL**

| Columnas                            | Po mín (-)<br>(ton) | $\alpha$<br>(grados) | Carga<br>balanceada<br>Pb<br>(Ton) | Po     | Indice de<br>sobreesfuerz<br>o por<br>flexocompres<br>ión |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| 3D                                  | -189.59             | 75.50                | 82.20                              | 433.03 | 2.23                                                      |
|                                     | -189.59             | 53.27                | 63.32                              | 375.20 | 4.64                                                      |
|                                     | 142.19              | 47.59                | 60.27                              | 324.78 | 4.08                                                      |
|                                     | -118.49             | 43.41                | 58.77                              | 299.56 | 3.57                                                      |
|                                     | -61.24              | 50.34                | 56.82                              | 238.65 | 3.54                                                      |
|                                     | -61.24              | 13.94                | 55.82                              | 238.65 | 5.25                                                      |
| 4D                                  | -73.48              | 82.05                | 76.13                              | 309.52 | 2.35                                                      |
|                                     | -73.48              | 51.14                | 57.44                              | 251.68 | 7.85                                                      |
|                                     | -48.99              | 47.38                | 55.90                              | 225.62 | 7.84                                                      |
|                                     | -36.74              | 47.11                | 55.20                              | 212.59 | 6.96                                                      |
|                                     | -36.74              | 46.40                | 55.18                              | 212.59 | 5.02                                                      |
|                                     | -36.74              | 42.10                | 55.07                              | 212.59 | 5.46                                                      |
| 1C                                  | -86.95              | 77.56                | 77.16                              | 323.85 | 0.44                                                      |
|                                     | -86.95              | 50.04                | 57.82                              | 266.01 | 6.76                                                      |
|                                     | -69.56              | 41.66                | 56.48                              | 247.51 | 4.92                                                      |
|                                     | -69.56              | 41.76                | 56.48                              | 247.51 | 3.78                                                      |
|                                     | -69.56              | 41.84                | 56.48                              | 247.51 | 2.44                                                      |
|                                     | -36.74              | 27.98                | 54.71                              | 212.59 | 2.86                                                      |
| 2C                                  | -118.49             | 67.10                | 78.33                              | 357.40 | 2.56                                                      |
|                                     | -118.49             | 56.84                | 59.38                              | 299.56 | 5.72                                                      |
|                                     | -69.56              | 52.13                | 56.58                              | 247.51 | 6.96                                                      |
|                                     | -69.56              | 50.06                | 56.56                              | 247.51 | 5.00                                                      |
|                                     | -69.56              | 50.95                | 56.57                              | 247.51 | 3.51                                                      |
|                                     | -36.74              | 45.49                | 55.16                              | 212.59 | 3.97                                                      |
| 3C                                  | -139.13             | 36.47                | 79.74                              | 379.36 | 2.25                                                      |
|                                     | -139.13             | 47.83                | 60.87                              | 321.52 | 5.49                                                      |
|                                     | -104.34             | 49.91                | 59.08                              | 284.51 | 4.84                                                      |
|                                     | -73.48              | 47.56                | 57.58                              | 251.68 | 4.93                                                      |
|                                     | -61.24              | 49.60                | 56.80                              | 238.65 | 3.84                                                      |
|                                     | -61.24              | 37.97                | 56.48                              | 238.65 | 4.29                                                      |
| 4C                                  | -36.74              | 58.64                | 73.50                              | 270.43 | 2.35                                                      |
|                                     | -36.74              | 54.35                | 55.39                              | 212.59 | 11.52                                                     |
|                                     | -36.74              | 53.50                | 55.37                              | 212.59 | 5.77                                                      |
|                                     | -36.74              | 50.35                | 55.29                              | 212.59 | 4.66                                                      |
|                                     | -36.74              | 54.47                | 55.39                              | 212.59 | 2.36                                                      |
|                                     | -36.74              | 33.68                | 54.86                              | 212.59 | 5.48                                                      |
| 2A                                  | -69.56              | 78.44                | 75.21                              | -69.56 | 0.10                                                      |
|                                     | -69.56              | 58.50                | 56.65                              | 247.51 | 6.58                                                      |
|                                     | -69.56              | 52.64                | 56.59                              | 247.51 | 3.76                                                      |
|                                     | -69.56              | 52.21                | 56.58                              | 247.51 | 2.79                                                      |
|                                     | -69.56              | 50.67                | 56.57                              | 247.51 | 1.82                                                      |
|                                     | -69.56              | 57.24                | 56.63                              | -69.56 | 1.08                                                      |
| Indice de sobrerresistencia máximo: |                     |                      |                                    |        | 17.79                                                     |

ANEXO 6. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en columnas modelo  
existente

INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Diámetro<br>Estribo<br>Φ | Número<br>Ramas<br>X | Número<br>Ramas<br>Y | Separación<br>Estribos<br>(S) (cms) | Nu<br>actuante<br>(Ton) | CORTANTE RESISTENTE<br>EN X |                          |                          | CORTANTE RESISTENTE<br>EN Y |                          |                          |
|----------|--------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          |        |                      |                          |                      |                      |                                     |                         | V <sub>cx</sub><br>(Ton)    | V <sub>sx</sub><br>(Ton) | V <sub>rx</sub><br>(Ton) | V <sub>cy</sub><br>(Ton)    | V <sub>sy</sub><br>(Ton) | V <sub>ry</sub><br>(Ton) |
| 1E       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 91.08                   | 16.88                       | 21.40                    | 23.25                    | 16.88                       | 21.40                    | 23.25                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 332.05                  | 26.43                       | 21.40                    | 29.06                    | 26.78                       | 15.84                    | 25.89                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 263.95                  | 22.83                       | 21.40                    | 26.87                    | 23.13                       | 15.84                    | 23.68                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 194.81                  | 19.18                       | 21.40                    | 24.65                    | 19.43                       | 15.84                    | 21.43                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 126.97                  | 15.59                       | 21.40                    | 22.47                    | 15.80                       | 15.84                    | 19.22                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 61.51                   | 12.13                       | 21.40                    | 20.37                    | 12.29                       | 15.84                    | 17.09                    |
| 2E       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 101.76                  | 17.45                       | 21.40                    | 23.60                    | 17.45                       | 21.40                    | 23.60                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 322.59                  | 25.93                       | 21.40                    | 28.75                    | 26.28                       | 15.84                    | 25.59                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 257.67                  | 22.50                       | 21.40                    | 26.67                    | 22.80                       | 15.84                    | 23.47                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 192.71                  | 19.07                       | 21.40                    | 24.58                    | 19.32                       | 15.84                    | 21.36                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 129.43                  | 15.72                       | 21.40                    | 22.55                    | 15.93                       | 15.84                    | 19.30                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 67.89                   | 12.47                       | 21.40                    | 20.57                    | 12.63                       | 15.84                    | 17.30                    |
| 3E       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 71.68                   | 15.84                       | 21.40                    | 22.62                    | 15.84                       | 21.40                    | 22.62                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 388.07                  | 29.40                       | 21.40                    | 30.86                    | 29.78                       | 15.84                    | 27.72                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 310.96                  | 25.32                       | 21.40                    | 28.38                    | 25.65                       | 15.84                    | 25.21                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 232.94                  | 21.20                       | 21.40                    | 25.88                    | 21.47                       | 15.84                    | 22.67                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 156.52                  | 17.16                       | 21.40                    | 23.42                    | 17.38                       | 15.84                    | 20.18                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 83.04                   | 13.27                       | 21.40                    | 21.06                    | 13.45                       | 15.84                    | 17.79                    |
| 4E       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 72.96                   | 15.90                       | 21.40                    | 22.66                    | 15.90                       | 21.40                    | 22.66                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 268.33                  | 23.07                       | 21.40                    | 27.01                    | 23.37                       | 15.84                    | 23.82                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 212.49                  | 20.11                       | 21.40                    | 25.22                    | 20.38                       | 15.84                    | 22.00                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 156.62                  | 17.16                       | 21.40                    | 23.42                    | 17.39                       | 15.84                    | 20.19                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 102.45                  | 14.30                       | 21.40                    | 21.68                    | 14.48                       | 15.84                    | 18.42                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 50.15                   | 11.53                       | 21.40                    | 20.01                    | 11.68                       | 15.84                    | 16.72                    |
| 3B       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 81.71                   | 16.37                       | 21.40                    | 22.95                    | 16.37                       | 21.40                    | 22.95                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 335.13                  | 26.60                       | 21.40                    | 29.16                    | 26.95                       | 15.84                    | 25.99                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 266.41                  | 22.96                       | 21.40                    | 26.95                    | 23.27                       | 15.84                    | 23.76                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 196.82                  | 19.29                       | 21.40                    | 24.72                    | 19.54                       | 15.84                    | 21.49                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 128.80                  | 15.69                       | 21.40                    | 22.53                    | 15.90                       | 15.84                    | 19.28                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 62.99                   | 12.21                       | 21.40                    | 20.42                    | 12.37                       | 15.84                    | 17.14                    |
| 4B       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 50.99                   | 14.73                       | 21.40                    | 21.95                    | 14.73                       | 21.40                    | 21.95                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 197.97                  | 19.35                       | 21.40                    | 24.75                    | 19.60                       | 15.84                    | 21.53                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 156.40                  | 17.15                       | 21.40                    | 23.42                    | 17.37                       | 15.84                    | 20.18                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 114.51                  | 14.93                       | 21.40                    | 22.07                    | 15.13                       | 15.84                    | 18.81                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 74.52                   | 12.82                       | 21.40                    | 20.79                    | 12.99                       | 15.84                    | 17.51                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 36.07                   | 10.79                       | 21.40                    | 19.55                    | 10.93                       | 15.84                    | 16.26                    |
| 1A       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 118.51                  | 18.34                       | 21.40                    | 24.14                    | 18.34                       | 21.40                    | 24.14                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 334.39                  | 26.56                       | 21.40                    | 29.13                    | 26.91                       | 15.84                    | 25.97                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 266.37                  | 22.96                       | 21.40                    | 26.95                    | 23.26                       | 15.84                    | 23.76                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 197.41                  | 19.32                       | 21.40                    | 24.73                    | 19.57                       | 15.84                    | 21.51                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 129.83                  | 15.74                       | 21.40                    | 22.56                    | 15.95                       | 15.84                    | 19.31                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 64.08                   | 12.27                       | 21.40                    | 20.45                    | 12.43                       | 15.84                    | 17.17                    |
| 1D       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 92.25                   | 16.94                       | 21.40                    | 23.29                    | 16.94                       | 21.40                    | 23.29                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 582.50                  | 39.67                       | 21.40                    | 37.10                    | 40.20                       | 15.84                    | 34.04                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 464.98                  | 33.46                       | 21.40                    | 33.33                    | 33.90                       | 15.84                    | 30.22                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 346.50                  | 27.20                       | 21.40                    | 29.52                    | 27.56                       | 15.84                    | 26.36                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 229.31                  | 21.00                       | 21.40                    | 25.76                    | 21.28                       | 15.84                    | 22.55                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 113.92                  | 14.90                       | 21.40                    | 22.05                    | 15.10                       | 15.84                    | 18.80                    |
| 2D       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 838.38                  | 56.90                       | 21.40                    | 47.57                    | 56.90                       | 21.40                    | 47.57                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 691.08                  | 45.41                       | 21.40                    | 40.59                    | 46.01                       | 15.84                    | 37.57                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 551.37                  | 38.03                       | 21.40                    | 36.10                    | 38.53                       | 15.84                    | 33.03                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 412.21                  | 30.67                       | 21.40                    | 31.63                    | 31.08                       | 15.84                    | 28.50                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 274.66                  | 23.40                       | 21.40                    | 27.22                    | 23.71                       | 15.84                    | 24.03                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 141.55                  | 16.36                       | 21.40                    | 22.94                    | 16.58                       | 15.84                    | 19.69                    |
| 3D       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 864.94                  | 58.32                       | 21.40                    | 48.43                    | 58.32                       | 21.40                    | 48.43                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 721.69                  | 47.03                       | 21.40                    | 41.57                    | 47.65                       | 15.84                    | 38.57                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 575.31                  | 39.29                       | 21.40                    | 36.87                    | 39.81                       | 15.84                    | 33.81                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 428.41                  | 31.53                       | 21.40                    | 32.15                    | 31.94                       | 15.84                    | 29.03                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 283.37                  | 23.86                       | 21.40                    | 27.49                    | 24.17                       | 15.84                    | 24.31                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 142.77                  | 16.43                       | 21.40                    | 22.98                    | 16.64                       | 15.84                    | 19.73                    |
| 4D       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 623.87                  | 45.41                       | 21.40                    | 40.59                    | 45.41                       | 21.40                    | 40.59                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 492.43                  | 34.91                       | 21.40                    | 34.21                    | 35.37                       | 15.84                    | 31.11                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 393.74                  | 29.70                       | 21.40                    | 31.04                    | 30.09                       | 15.84                    | 27.90                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 294.80                  | 24.47                       | 21.40                    | 27.86                    | 24.79                       | 15.84                    | 24.68                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 197.63                  | 19.33                       | 21.40                    | 24.74                    | 19.58                       | 15.84                    | 21.52                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 102.87                  | 14.32                       | 21.40                    | 21.70                    | 14.51                       | 15.84                    | 18.44                    |
| 1C       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 184.62                  | 21.89                       | 21.40                    | 26.29                    | 21.89                       | 21.40                    | 26.29                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 576.10                  | 39.34                       | 21.40                    | 36.90                    | 39.85                       | 15.84                    | 33.83                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 459.94                  | 33.19                       | 21.40                    | 33.17                    | 33.63                       | 15.84                    | 30.05                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 342.89                  | 27.01                       | 21.40                    | 29.41                    | 27.36                       | 15.84                    | 26.25                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 226.94                  | 20.88                       | 21.40                    | 25.68                    | 21.15                       | 15.84                    | 22.47                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 112.28                  | 14.82                       | 21.40                    | 22.00                    | 15.01                       | 15.84                    | 18.74                    |

INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Diámetro<br>Estribo<br>Φ | Número<br>Ramas<br>X | Número<br>Ramas<br>Y | Separación<br>Estribos<br>(S) (cms) | Nu<br>actuante<br>(Ton) | CORTANTE RESISTENTE<br>EN X |                          |                          | CORTANTE RESISTENTE<br>EN Y |                          |                          |
|----------|--------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          |        |                      |                          |                      |                      |                                     |                         | V <sub>cx</sub><br>(Ton)    | V <sub>sx</sub><br>(Ton) | V <sub>rx</sub><br>(Ton) | V <sub>cy</sub><br>(Ton)    | V <sub>sy</sub><br>(Ton) | V <sub>ry</sub><br>(Ton) |
| 2C       | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 792.40                  | 54.44                       | 21.40                    | 46.07                    | 54.44                       | 21.40                    | 46.07                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 678.25                  | 44.74                       | 21.40                    | 40.18                    | 45.32                       | 15.84                    | 37.16                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 542.36                  | 37.55                       | 21.40                    | 35.81                    | 38.05                       | 15.84                    | 32.74                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 407.50                  | 30.42                       | 21.40                    | 31.48                    | 30.82                       | 15.84                    | 28.35                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 273.84                  | 23.36                       | 21.40                    | 27.19                    | 23.66                       | 15.84                    | 24.00                    |
| 3C       | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 142.30                  | 16.40                       | 21.40                    | 22.96                    | 16.62                       | 15.84                    | 19.72                    |
|          | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 753.92                  | 52.38                       | 21.40                    | 44.82                    | 52.38                       | 21.40                    | 44.82                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 625.64                  | 41.95                       | 21.40                    | 38.49                    | 42.51                       | 15.84                    | 35.45                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 500.02                  | 35.31                       | 21.40                    | 34.45                    | 35.78                       | 15.84                    | 31.36                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 374.99                  | 28.70                       | 21.40                    | 30.44                    | 29.08                       | 15.84                    | 27.29                    |
| 4C       | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 251.94                  | 22.20                       | 21.40                    | 26.49                    | 22.49                       | 15.84                    | 23.29                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 132.30                  | 15.87                       | 21.40                    | 22.64                    | 16.08                       | 15.84                    | 19.39                    |
|          | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 536.01                  | 40.71                       | 21.40                    | 37.73                    | 40.71                       | 21.40                    | 37.73                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 421.53                  | 31.16                       | 21.40                    | 31.93                    | 31.57                       | 15.84                    | 28.80                    |
|          | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 335.02                  | 26.59                       | 21.40                    | 29.15                    | 26.94                       | 15.84                    | 25.99                    |
| 2A       | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 248.81                  | 22.03                       | 21.40                    | 26.38                    | 22.32                       | 15.84                    | 23.18                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 164.50                  | 17.58                       | 21.40                    | 23.68                    | 17.81                       | 15.84                    | 20.44                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 82.70                   | 13.25                       | 21.40                    | 21.05                    | 13.43                       | 15.84                    | 17.78                    |
|          | Sótano | 40 x 40              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 61.23                   | 15.28                       | 21.40                    | 22.28                    | 15.28                       | 21.40                    | 22.28                    |
|          | Piso 1 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 248.28                  | 22.01                       | 21.40                    | 26.37                    | 22.30                       | 15.84                    | 23.17                    |
| 2A       | Piso 2 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 197.12                  | 19.30                       | 21.40                    | 24.72                    | 19.56                       | 15.84                    | 21.50                    |
|          | Piso 3 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 146.03                  | 16.60                       | 21.40                    | 23.08                    | 16.82                       | 15.84                    | 19.84                    |
|          | Piso 4 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 96.09                   | 13.96                       | 21.40                    | 21.48                    | 14.14                       | 15.84                    | 18.22                    |
|          | Piso 5 | 40 x 30              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 47.35                   | 11.38                       | 21.40                    | 19.92                    | 11.53                       | 15.84                    | 16.63                    |

INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS

| Columnas | CORTANTE ACTUANTE PLASTICO |                 |                     |                 |                 |                     | CORTANTE ACTUANTE ELASTICO (Ton) |             | INDICES DE SOBRESFUERZO |      |
|----------|----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|-------------|-------------------------|------|
|          | Mx (+)<br>(t-m)            | Mx (-)<br>(t-m) | Cortante X<br>(Ton) | My (+)<br>(t-m) | My (-)<br>(t-m) | Cortante Y<br>(Ton) | Dirección X                      | Dirección Y | X                       | Y    |
| 1E       | 0.64                       | 0.23            | 0.37                | 1.06            | 1.19            | 0.96                | 1.55                             | 0.14        | 0.07                    | 0.04 |
|          | 18.79                      | 20.29           | 16.63               | 19.97           | 29.03           | 20.85               | 15.44                            | 12.27       | 0.57                    | 0.81 |
|          | 6.02                       | 14.81           | 8.86                | 0.18            | 24.48           | 10.49               | 16.90                            | 11.08       | 0.63                    | 0.47 |
|          | 4.38                       | 12.90           | 7.35                | 0.83            | 18.89           | 8.39                | 14.89                            | 10.21       | 0.60                    | 0.48 |
|          | 1.64                       | 10.59           | 5.20                | 3.98            | 15.78           | 8.41                | 13.07                            | 8.55        | 0.58                    | 0.44 |
|          | 0.67                       | 6.99            | 3.26                | 8.33            | 13.15           | 9.14                | 12.44                            | 7.37        | 0.61                    | 0.53 |
|          | 0.33                       | 0.19            | 0.22                | 0.33            | 0.06            | 0.16                | 7.80                             | 0.17        | 0.33                    | 0.01 |
| 2E       | 23.81                      | 21.66           | 19.35               | 1.49            | 38.41           | 16.97               | 22.27                            | 15.26       | 0.77                    | 0.66 |
|          | 19.23                      | 17.72           | 15.73               | 3.87            | 31.83           | 15.19               | 22.66                            | 14.19       | 0.85                    | 0.65 |
|          | 15.70                      | 14.98           | 13.06               | 7.92            | 27.78           | 15.19               | 21.37                            | 12.08       | 0.87                    | 0.71 |
|          | 11.15                      | 11.71           | 9.72                | 10.74           | 24.32           | 14.92               | 19.14                            | 9.62        | 0.85                    | 0.77 |
|          | 10.49                      | 3.19            | 5.82                | 17.10           | 22.92           | 17.03               | 20.46                            | 8.86        | 0.99                    | 0.98 |
|          | 0.00                       | 0.00            | 0.00                | 0.00            | 0.00            | 0.00                | 9.24                             | 5.58        | 0.41                    | 0.25 |
|          | 12.83                      | 21.12           | 14.45               | 2.75            | 36.81           | 16.83               | 20.84                            | 14.27       | 0.68                    | 0.61 |
| 3E       | 12.18                      | 22.19           | 14.63               | 1.62            | 29.27           | 13.14               | 20.90                            | 16.50       | 0.74                    | 0.65 |
|          | 8.48                       | 19.13           | 11.75               | 4.10            | 25.92           | 12.77               | 20.01                            | 14.46       | 0.77                    | 0.64 |
|          | 3.06                       | 17.48           | 8.74                | 6.78            | 21.60           | 12.08               | 16.80                            | 14.65       | 0.72                    | 0.73 |
|          | 7.87                       | 3.91            | 5.01                | 13.07           | 21.79           | 14.83               | 21.12                            | 10.43       | 1.00                    | 0.83 |
|          | 0.00                       | 0.00            | 0.00                | 0.00            | 0.00            | 0.00                | 12.82                            | 5.49        | 0.57                    | 0.24 |
|          | 11.70                      | 19.97           | 13.48               | 47.57           | 12.44           | 25.53               | 30.63                            | 12.87       | 1.13                    | 1.07 |
|          | 8.29                       | 18.26           | 11.30               | 35.59           | 2.58            | 16.24               | 26.90                            | 13.56       | 1.07                    | 0.74 |
| 4E       | 5.46                       | 15.41           | 8.88                | 34.28           | 10.59           | 19.09               | 26.26                            | 11.79       | 1.12                    | 0.95 |
|          | 1.29                       | 13.92           | 6.47                | 30.87           | 14.72           | 19.40               | 24.38                            | 11.89       | 1.12                    | 1.05 |
|          | 4.52                       | 4.33            | 3.77                | 25.86           | 16.59           | 18.06               | 19.24                            | 6.79        | 0.96                    | 1.08 |
|          | 0.00                       | 0.00            | 0.00                | 0.00            | 0.00            | 0.00                | 6.61                             | 3.77        | 0.29                    | 0.16 |
|          | 17.01                      | 16.97           | 14.46               | 11.12           | 25.34           | 15.51               | 10.21                            | 10.72       | 0.50                    | 0.60 |
|          | 15.12                      | 15.60           | 13.07               | 22.70           | 7.62            | 12.90               | 16.24                            | 11.54       | 0.60                    | 0.54 |
|          | 11.79                      | 12.72           | 10.43               | 16.61           | 4.99            | 9.19                | 13.54                            | 9.88        | 0.55                    | 0.46 |
| 3B       | 7.99                       | 10.02           | 7.66                | 13.70           | 1.14            | 6.31                | 11.05                            | 8.51        | 0.49                    | 0.44 |
|          | 7.73                       | 2.86            | 4.51                | 13.31           | 6.90            | 8.60                | 12.95                            | 7.07        | 0.63                    | 0.50 |
|          | 0.46                       | 0.52            | 0.42                | 0.16            | 0.04            | 0.09                | 5.29                             | 0.11        | 0.24                    | 0.01 |
|          | 22.70                      | 21.85           | 18.95               | 2.59            | 29.60           | 13.70               | 17.93                            | 14.30       | 0.77                    | 0.66 |
|          | 17.96                      | 19.00           | 15.73               | 6.63            | 31.75           | 16.33               | 22.31                            | 13.99       | 0.95                    | 0.81 |
|          | 15.51                      | 15.30           | 13.11               | 8.80            | 26.42           | 14.99               | 20.37                            | 11.91       | 0.92                    | 0.80 |
|          | 11.80                      | 11.12           | 9.75                | 11.67           | 23.67           | 15.04               | 18.57                            | 9.28        | 0.89                    | 0.86 |
| 4B       | 9.98                       | 3.78            | 5.85                | 17.19           | 22.43           | 16.86               | 19.86                            | 7.23        | 1.02                    | 1.04 |
|          | 0.00                       | 0.00            | 0.00                | 0.00            | 0.00            | 0.00                | 9.96                             | 4.40        | 0.41                    | 0.18 |
|          | 18.87                      | 15.03           | 14.42               | 2.44            | 38.29           | 17.33               | 21.05                            | 12.03       | 0.72                    | 0.67 |
|          | 16.41                      | 17.66           | 14.50               | 12.55           | 25.48           | 16.18               | 18.54                            | 12.79       | 0.69                    | 0.68 |
|          | 13.94                      | 13.27           | 11.58               | 5.34            | 24.09           | 12.53               | 18.49                            | 10.71       | 0.75                    | 0.58 |
|          | 11.51                      | 8.75            | 8.62                | 2.74            | 18.68           | 9.11                | 14.30                            | 9.52        | 0.63                    | 0.49 |
|          | 5.94                       | 5.73            | 4.96                | 7.52            | 19.75           | 11.60               | 20.32                            | 7.87        | 0.99                    | 0.68 |
| 1A       | 0.00                       | 0.00            | 0.00                | 0.00            | 0.00            | 0.00                | 9.49                             | 3.99        | 0.41                    | 0.17 |
|          | 19.13                      | 13.96           | 14.08               | 36.80           | 0.25            | 15.76               | 23.21                            | 12.32       | 0.63                    | 0.46 |
|          | 17.25                      | 12.13           | 12.50               | 25.97           | 13.86           | 16.95               | 19.75                            | 12.90       | 0.59                    | 0.56 |
|          | 14.93                      | 8.28            | 9.87                | 24.95           | 6.02            | 13.18               | 19.41                            | 11.57       | 0.66                    | 0.50 |
|          | 12.13                      | 4.77            | 7.19                | 19.32           | 3.22            | 9.59                | 14.51                            | 9.61        | 0.56                    | 0.43 |
|          | 11.85                      | 1.95            | 5.87                | 22.88           | 10.13           | 14.05               | 22.88                            | 9.09        | 1.04                    | 0.75 |
|          | 0.00                       | 0.00            | 0.00                | 0.00            | 0.00            | 0.00                | 5.75                             | 3.80        | 0.12                    | 0.08 |
| 2D       | 19.56                      | 15.94           | 15.10               | 10.85           | 22.50           | 14.19               | 8.88                             | 12.66       | 0.37                    | 0.38 |
|          | 18.28                      | 15.66           | 14.44               | 20.18           | 6.83            | 11.49               | 14.55                            | 13.62       | 0.40                    | 0.41 |
|          | 15.56                      | 11.66           | 11.58               | 14.80           | 4.50            | 8.22                | 11.96                            | 12.03       | 0.38                    | 0.42 |
|          | 12.40                      | 7.60            | 8.51                | 13.15           | 0.05            | 5.62                | 11.28                            | 9.85        | 0.41                    | 0.41 |
|          | 10.10                      | 1.68            | 5.01                | 8.65            | 2.81            | 4.88                | 5.98                             | 7.18        | 0.26                    | 0.36 |
|          | 0.15                       | 0.00            | 0.06                | 0.49            | 0.58            | 0.45                | 0.19                             | 5.48        | 0.00                    | 0.11 |
|          | 10.09                      | 20.21           | 12.89               | 27.09           | 24.29           | 21.86               | 15.78                            | 12.63       | 0.38                    | 0.57 |
| 3D       | 4.51                       | 16.23           | 8.82                | 17.77           | 6.32            | 10.25               | 13.25                            | 12.09       | 0.36                    | 0.36 |
|          | 1.12                       | 15.11           | 6.90                | 14.29           | 3.82            | 7.71                | 11.62                            | 12.17       | 0.36                    | 0.42 |
|          | 1.69                       | 9.93            | 4.95                | 11.98           | 0.25            | 5.20                | 10.74                            | 6.15        | 0.39                    | 0.25 |
|          | 18.50                      | 24.07           | 18.12               | 5.98            | 1.28            | 3.09                | 3.49                             | 30.78       | 0.79                    | 1.56 |
|          | 0.06                       | 0.03            | 0.03                | 0.13            | 0.39            | 0.22                | 0.13                             | 2.71        | 0.00                    | 0.07 |
|          | 19.31                      | 11.80           | 13.24               | 23.96           | 18.65           | 18.13               | 15.21                            | 12.52       | 0.44                    | 0.58 |
|          | 17.63                      | 0.77            | 7.83                | 19.16           | 1.66            | 8.86                | 14.33                            | 13.11       | 0.46                    | 0.47 |
| 4D       | 15.65                      | 1.21            | 7.17                | 16.85           | 0.77            | 7.50                | 13.50                            | 12.35       | 0.48                    | 0.50 |
|          | 13.15                      | 3.21            | 6.96                | 13.81           | 3.30            | 7.28                | 10.89                            | 9.88        | 0.44                    | 0.46 |
|          | 16.32                      | 11.33           | 11.76               | 14.74           | 10.25           | 10.63               | 14.11                            | 14.57       | 0.65                    | 0.79 |
|          | 0.03                       | 0.06            | 0.04                | 0.26            | 0.18            | 0.19                | 0.16                             | 2.97        | 0.01                    | 0.11 |
|          | 18.32                      | 13.57           | 13.57               | 21.86           | 20.55           | 18.05               | 12.64                            | 11.13       | 0.37                    | 0.53 |
|          | 13.93                      | 5.59            | 8.30                | 12.39           | 7.62            | 8.51                | 9.53                             | 10.42       | 0.29                    | 0.35 |
|          | 12.12                      | 3.14            | 6.49                | 10.82           | 4.59            | 6.56                | 8.86                             | 9.73        | 0.30                    | 0.37 |
| 1C       | 9.35                       | 1.18            | 4.48                | 8.37            | 1.61            | 4.25                | 7.42                             | 7.12        | 0.29                    | 0.32 |
|          | 11.94                      | 6.82            | 7.98                | 6.34            | 2.26            | 3.66                | 5.47                             | 11.23       | 0.36                    | 0.60 |

**INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS**

| Columnas | CORTANTE ACTUANTE PLASTICO         |                 |                     |                 |                 |                     | CORTANTE ACTUANTE ELASTICO (Ton) |             | INDICES DE SOBRESFUERZO |      |
|----------|------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|-------------|-------------------------|------|
|          | Mx (+)<br>(t-m)                    | Mx (-)<br>(t-m) | Cortante X<br>(Ton) | My (+)<br>(t-m) | My (-)<br>(t-m) | Cortante Y<br>(Ton) | Dirección X                      | Dirección Y | X                       | Y    |
| 2C       | 0.08                               | 0.01            | 0.04                | 0.19            | 0.03            | 0.09                | 0.45                             | 4.62        | 0.01                    | 0.10 |
|          | 15.83                              | 12.44           | 12.03               | 16.28           | 24.23           | 17.24               | 13.09                            | 10.30       | 0.33                    | 0.46 |
|          | 16.20                              | 6.50            | 9.66                | 2.92            | 20.83           | 10.11               | 14.32                            | 11.93       | 0.40                    | 0.36 |
|          | 13.41                              | 3.66            | 7.26                | 2.44            | 16.01           | 7.85                | 12.60                            | 10.63       | 0.40                    | 0.37 |
|          | 10.92                              | 1.42            | 5.25                | 4.77            | 13.46           | 7.76                | 10.84                            | 8.42        | 0.40                    | 0.35 |
|          | 11.78                              | 5.41            | 7.31                | 8.36            | 11.98           | 8.66                | 11.67                            | 9.89        | 0.51                    | 0.50 |
| 3C       | 0.11                               | 0.39            | 0.21                | 0.29            | 0.08            | 0.16                | 0.32                             | 0.74        | 0.01                    | 0.02 |
|          | 21.13                              | 16.38           | 15.96               | 23.32           | 17.41           | 17.33               | 14.84                            | 13.09       | 0.41                    | 0.49 |
|          | 15.58                              | 2.81            | 7.83                | 18.52           | 0.02            | 7.89                | 13.76                            | 11.73       | 0.40                    | 0.37 |
|          | 14.45                              | 1.09            | 6.61                | 15.80           | 1.72            | 7.45                | 12.69                            | 11.50       | 0.42                    | 0.42 |
|          | 11.37                              | 0.48            | 5.04                | 13.36           | 4.28            | 7.51                | 10.74                            | 8.22        | 0.41                    | 0.35 |
|          | 16.86                              | 11.60           | 12.11               | 13.16           | 9.43            | 9.61                | 11.85                            | 16.45       | 0.53                    | 0.85 |
| 4C       | 0.18                               | 0.03            | 0.09                | 0.08            | 0.30            | 0.16                | 0.13                             | 4.77        | 0.00                    | 0.13 |
|          | 10.91                              | 19.37           | 12.88               | 27.01           | 26.49           | 22.76               | 15.18                            | 11.14       | 0.48                    | 0.79 |
|          | 3.72                               | 11.30           | 6.39                | 15.27           | 10.53           | 10.98               | 11.56                            | 8.52        | 0.40                    | 0.42 |
|          | 1.01                               | 10.87           | 5.05                | 13.12           | 6.62            | 8.40                | 10.98                            | 9.05        | 0.42                    | 0.39 |
|          | 1.90                               | 6.19            | 3.44                | 8.67            | 4.18            | 5.47                | 6.99                             | 4.08        | 0.30                    | 0.27 |
|          | 14.80                              | 18.56           | 14.20               | 12.37           | 6.93            | 8.21                | 14.95                            | 25.74       | 0.71                    | 1.45 |
| 2A       | 0.07                               | 0.01            | 0.03                | 0.18            | 0.36            | 0.23                | 0.10                             | 3.34        | 0.00                    | 0.15 |
|          | 14.10                              | 16.68           | 13.10               | 27.22           | 25.83           | 22.57               | 15.51                            | 9.80        | 0.59                    | 0.97 |
|          | 5.18                               | 12.46           | 7.51                | 16.32           | 9.76            | 11.10               | 12.31                            | 9.25        | 0.50                    | 0.52 |
|          | 3.21                               | 10.54           | 5.85                | 13.59           | 6.32            | 8.47                | 11.16                            | 8.49        | 0.48                    | 0.43 |
|          | 1.01                               | 8.47            | 4.03                | 10.33           | 2.70            | 5.54                | 9.08                             | 7.02        | 0.42                    | 0.39 |
|          | 0.92                               | 5.48            | 2.72                | 8.51            | 3.17            | 4.97                | 8.12                             | 6.60        | 0.41                    | 0.40 |
|          | Indice de sobrerresistencia máximo |                 |                     |                 |                 |                     |                                  |             | 1.56                    |      |

ANEXO 7. Índices de sobreesfuerzo por Flexión en vigas modelo existente



INDICES DE FLEXIÓN EN VIGAS

| No. Plano | Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm)<br>b h | As (cms2) (Izq) | As (cms2) (Centro) | As (cms2) (Der) | M actuante (t-m) (Izq) | M actuante (t-m) (Centro) | M actuante (t-m) (Der) | Mresistente (Izq) | Mresistente (t_m) (Centro) | Mresistente (t_m) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) | a (Izq) | a (centro) | a (der) |
|-----------|---------------|-----------------|-------|--------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------|------------|---------|
| 4         | PT            | B71             | VE-B  | 30.00 x 35.00            | 5.94            | 7.18               | 9.75            | 0.85                   | 15.06                     | 35.64                  | 56.69             | 67.46                      | 88.59                   | 0.01         | 0.22            | 0.40         | 4.66    | 5.63       | 7.65    |
|           |               | B72             |       | 30.00 x 35.00            | 9.75            | 5.08               | 9.04            | 32.87                  | 21.62                     | 9.33                   | 88.59             | 49.01                      | 82.91                   | 0.37         | 0.44            | 0.11         | 7.65    | 3.98       | 7.09    |
| 4         | PT            | B73             | VE-E  | 30.00 x 35.00            | 9.04            | 3.81               | 9.04            | 0.51                   | 9.95                      | 1.81                   | 82.91             | 37.34                      | 82.91                   | 0.01         | 0.27            | 0.02         | 7.09    | 2.99       | 7.09    |
|           |               | B74             |       | 30.00 x 35.00            | 9.04            | 10.16              | 8.48            | 42.60                  | 33.85                     | 14.91                  | 82.91             | 91.82                      | 78.35                   | 0.51         | 0.37            | 0.19         | 7.09    | 7.97       | 6.65    |
|           |               | B75             |       | 30.00 x 35.00            | 8.48            | 3.81               | 8.48            | 18.56                  | 0.96                      | 5.89                   | 78.35             | 37.34                      | 78.35                   | 0.24         | 0.03            | 0.08         | 6.65    | 2.99       | 6.65    |
| 4         | PT            | B76             | VE-D  | 30.00 x 35.00            | 5.94            | 2.54               | 13.86           | 0.02                   | 18.48                     | 2.53                   | 56.69             | 25.28                      | 119.10                  | 0.00         | 0.73            | 0.02         | 4.66    | 1.99       | 10.87   |
|           |               | B2              |       | 30.00 x 35.00            | 13.86           | 5.08               | 21.78           | 65.95                  | 27.15                     | 57.25                  | 119.10            | 49.01                      | 166.44                  | 0.55         | 0.55            | 0.34         | 10.87   | 3.98       | 17.08   |
|           |               | B3              |       | 30.00 x 35.00            | 21.78           | 3.81               | 5.94            | 83.43                  | 35.01                     | 3.72                   | 166.44            | 37.34                      | 56.69                   | 0.50         | 0.94            | 0.07         | 17.08   | 2.99       | 4.66    |
| 4         | PT            | B82             | VE-A  | 30.00 x 35.00            | 5.94            | 2.54               | 9.75            | 0.52                   | 1.89                      | 10.25                  | 56.69             | 25.28                      | 88.59                   | 0.01         | 0.07            | 0.12         | 4.66    | 1.99       | 7.65    |
|           |               | B83             |       | 30.00 x 35.00            | 9.75            | 6.35               | 9.04            | 37.69                  | 15.60                     | 30.75                  | 88.59             | 60.29                      | 82.91                   | 0.43         | 0.26            | 0.37         | 7.65    | 4.98       | 7.09    |
|           |               | B157            |       | 30.00 x 35.00            | 16.32           | 2.54               | 16.32           | 0.02                   | 2.59                      | 18.36                  | 135.41            | 25.28                      | 135.41                  | 0.00         | 0.10            | 0.14         | 12.80   | 1.99       | 12.80   |
| 6         | PT            | B63             | VE-C  | 30.00 x 35.00            | 16.32           | 7.62               | 22.49           | 63.88                  | 28.37                     | 53.03                  | 135.41            | 71.19                      | 169.95                  | 0.47         | 0.40            | 0.31         | 12.80   | 5.98       | 17.64   |
|           |               | B54             |       | 30.00 x 35.00            | 22.49           | 10.16              | 26.30           | 63.39                  | 22.37                     | 44.50                  | 169.95            | 91.82                      | 186.71                  | 0.37         | 0.24            | 0.24         | 17.64   | 7.97       | 20.63   |
|           |               | B65             |       | 30.00 x 35.00            | 26.30           | 5.08               | 11.73           | 51.26                  | 17.91                     | 39.98                  | 186.71            | 49.01                      | 103.79                  | 0.27         | 0.37            | 0.39         | 20.63   | 3.98       | 9.20    |
|           |               | B86             |       | 30.00 x 35.00            | 11.73           | 5.08               | 11.73           | 12.06                  | 3.59                      | 0.19                   | 103.79            | 49.01                      | 103.79                  | 0.12         | 0.07            | 0.00         | 9.20    | 3.98       | 9.20    |
| 4         | 0.00          | B1              | VS-D  | 40.00 x 35.00            | 13.86           | 8.89               | 13.86           | 0.05                   | 0.69                      | 1.32                   | 124.86            | 84.07                      | 124.86                  | 0.00         | 0.01            | 0.01         | 8.15    | 5.23       | 8.15    |
|           |               | B2              |       | 40.00 x 35.00            | 13.86           | 8.89               | 23.04           | 65.95                  | 27.15                     | 57.25                  | 124.86            | 84.07                      | 188.52                  | 0.53         | 0.32            | 0.30         | 8.15    | 5.23       | 13.55   |
|           |               | B3              |       | 40.00 x 35.00            | 23.04           | 3.81               | 8.55            | 83.43                  | 35.01                     | 3.72                   | 188.52            | 37.77                      | 81.11                   | 0.44         | 0.93            | 0.05         | 13.55   | 2.24       | 5.03    |
| 3         | 0.00          | B53             | VS-D1 | 40.00 x 35.00            | 14.25           | 3.81               | 25.65           | 4.53                   | 41.87                     | 93.62                  | 127.88            | 37.77                      | 203.84                  | 0.04         | 1.11            | 0.46         | 8.38    | 2.24       | 15.09   |
|           |               | B54             |       | 40.00 x 35.00            | 25.65           | 6.35               | 11.88           | 63.39                  | 22.37                     | 44.50                  | 203.84            | 61.50                      | 109.14                  | 0.31         | 0.36            | 0.41         | 15.09   | 3.74       | 6.99    |
|           |               | B55             |       | 40.00 x 35.00            | 11.88           | 6.35               | 11.88           | 48.77                  | 35.55                     | 36.40                  | 109.14            | 61.50                      | 109.14                  | 0.45         | 0.58            | 0.33         | 6.99    | 3.74       | 6.99    |
| 5         | 0.00          | B63             | VS-C  | 40.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 22.80           | 63.88                  | 28.37                     | 53.03                  | 57.75             | 49.78                      | 187.05                  | 1.11         | 0.57            | 0.28         | 3.49    | 2.99       | 13.41   |
|           |               | B64             |       | 40.00 x 35.00            | 22.80           | 13.00              | 22.80           | 66.85                  | 41.65                     | 68.09                  | 187.05            | 118.12                     | 187.05                  | 0.36         | 0.35            | 0.36         | 13.41   | 7.65       | 13.41   |
|           |               | B65             |       | 40.00 x 35.00            | 22.80           | 5.08               | 5.94            | 51.26                  | 17.91                     | 39.98                  | 187.05            | 49.78                      | 57.75                   | 0.27         | 0.36            | 0.69         | 13.41   | 2.99       | 3.49    |
|           |               | B66             |       | 40.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 9.00            | 42.58                  | 30.86                     | 30.24                  | 57.75             | 49.78                      | 85.02                   | 0.74         | 0.62            | 0.36         | 3.49    | 2.99       | 5.29    |
| 2         | PT            | B53             | VE-D1 | 40.00 x 35.00            | 5.94            | 7.92               | 28.75           | 4.53                   | 41.87                     | 93.62                  | 57.75             | 75.59                      | 220.46                  | 0.08         | 0.55            | 0.42         | 3.49    | 4.66       | 16.91   |
|           |               | B54             |       | 40.00 x 35.00            | 28.75           | 11.02              | 11.02           | 63.39                  | 22.37                     | 44.50                  | 220.46            | 102.10                     | 102.10                  | 0.29         | 0.22            | 0.44         | 16.91   | 6.48       | 6.48    |
|           |               | B67             |       | 40.00 x 35.00            | 11.02           | 5.08               | 11.02           | 14.80                  | 6.81                      | 0.25                   | 102.10            | 49.78                      | 102.10                  | 0.14         | 0.14            | 0.00         | 6.48    | 2.99       | 6.48    |
| 2         | PT            | B79             | VE-E1 | 30.00 x 35.00            | 3.81            | 2.10               | 11.73           | 8.53                   | 24.04                     | 51.54                  | 37.34             | 21.01                      | 103.79                  | 0.23         | 1.14            | 0.50         | 2.99    | 1.65       | 9.20    |
|           |               | B69             |       | 30.00 x 35.00            | 11.73           | 5.08               | 6.35            | 40.71                  | 11.78                     | 29.82                  | 103.79            | 49.01                      | 60.29                   | 0.39         | 0.24            | 0.49         | 9.20    | 3.98       | 4.98    |
|           |               | B70             |       | 30.00 x 35.00            | 6.35            | 5.08               | 6.35            | 4.93                   | 1.81                      | 0.17                   | 60.29             | 49.01                      | 60.29                   | 0.08         | 0.04            | 0.00         | 4.98    | 3.98       | 4.98    |
| 4         | 0.00          | B4              | VS-1  | 25.00 x 35.00            | 3.81            | 5.08               | 3.81            | 18.02                  | 2.76                      | 17.60                  | 36.99             | 48.39                      | 36.99                   | 0.49         | 0.06            | 0.48         | 3.59    | 4.78       | 3.59    |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00            | 3.81            | 5.08               | 3.81            | 19.20                  | 4.12                      | 20.65                  | 36.99             | 48.39                      | 36.99                   | 0.52         | 0.09            | 0.56         | 3.59    | 4.78       | 3.59    |
| 4         | 0.00          | B6              | VS-2  | 25.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 5.94            | 28.29                  | 32.42                     | 21.51                  | 55.84             | 48.39                      | 55.84                   | 0.51         | 0.67            | 0.39         | 5.59    | 4.78       | 5.59    |
|           |               | B7              |       | 25.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 13.86           | 19.59                  | 4.53                      | 14.58                  | 55.84             | 48.39                      | 114.48                  | 0.35         | 0.09            | 0.13         | 5.59    | 4.78       | 13.04   |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00            | 13.86           | 5.08               | 5.94            | 22.16                  | 22.20                     | 22.13                  | 114.48            | 48.39                      | 55.84                   | 0.19         | 0.46            | 0.40         | 13.04   | 4.78       | 5.59    |
| 4         | 0.00          | B159            | VS-3  | 25.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 5.94            | 19.14                  | 3.08                      | 16.91                  | 55.84             | 48.39                      | 55.84                   | 0.34         | 0.06            | 0.30         | 5.59    | 4.78       | 5.59    |
|           |               | B161            |       | 25.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 13.86           | 13.21                  | 2.71                      | 10.74                  | 55.84             | 48.39                      | 114.48                  | 0.24         | 0.06            | 0.09         | 5.59    | 4.78       | 13.04   |
|           |               | B192            |       | 25.00 x 35.00            | 13.86           | 5.08               | 5.94            | 13.79                  | 12.82                     | 15.97                  | 114.48            | 48.39                      | 55.84                   | 0.12         | 0.26            | 0.29         | 13.04   | 4.78       | 5.59    |
| 4         | 0.00          | B160            | VS-4  | 25.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 5.94            | 23.18                  | 7.34                      | 14.29                  | 55.84             | 48.39                      | 55.84                   | 0.42         | 0.15            | 0.26         | 5.59    | 4.78       | 5.59    |
|           |               | B162            |       | 25.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 13.86           | 12.64                  | 2.02                      | 12.06                  | 55.84             | 48.39                      | 114.48                  | 0.23         | 0.04            | 0.11         | 5.59    | 4.78       | 13.04   |
|           |               | B163            |       | 25.00 x 35.00            | 13.86           | 5.08               | 5.94            | 12.27                  | 3.04                      | 15.75                  | 114.48            | 48.39                      | 55.84                   | 0.11         | 0.06            | 0.28         | 13.04   | 4.78       | 5.59    |
| 5         | PT            | B96             | VE-1  | 25.00 x 35.00            | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 21.77                  | 3.95                      | 17.69                  | 59.32             | 69.79                      | 87.42                   | 0.37         | 0.06            | 0.20         | 5.98    | 7.17       | 9.32    |
|           |               | B4              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 18.02                  | 2.76                      | 17.60                  | 87.42             | 48.39                      | 87.42                   | 0.21         | 0.06            | 0.20         | 9.32    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 19.20                  | 4.12                      | 20.65                  | 87.42             | 48.39                      | 59.32                   | 0.22         | 0.09            | 0.35         | 9.32    | 4.78       | 5.98    |
| 5         | PH            | B96             | VC-1  | 25.00 x 35.00            | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 21.77                  | 3.95                      | 17.69                  | 59.32             | 69.79                      | 87.42                   | 0.37         | 0.06            | 0.20         | 5.98    | 7.17       | 9.32    |
|           |               | B4              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 18.02                  | 2.76                      | 17.60                  | 87.42             | 48.39                      | 87.42                   | 0.21         | 0.06            | 0.20         | 9.32    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 19.20                  | 4.12                      | 20.65                  | 87.42             | 48.39                      | 59.32                   | 0.22         | 0.09            | 0.35         | 9.32    | 4.78       | 5.98    |
| 5         | PH            | B6              | VC-2  | 25.00 x 35.00            | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 28.29                  | 32.42                     | 21.51                  | 59.32             | 69.79                      | 87.42                   | 0.48         | 0.46            | 0.25         | 5.98    | 7.17       | 9.32    |
|           |               | B7              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 19.59                  | 4.53                      | 14.58                  | 87.42             | 48.39                      | 87.42                   | 0.22         | 0.09            | 0.17         | 9.32    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 22.16                  | 22.20                     | 22.13                  | 87.42             | 48.39                      | 59.32                   | 0.25         | 0.46            | 0.37         | 9.32    | 4.78       | 5.98    |
| 5         | PT            | B6              | VE-2  | 25.00 x 35.00            | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 28.29                  | 32.42                     | 21.51                  | 59.32             | 69.79                      | 87.42                   | 0.48         | 0.46            | 0.25         | 5.98    | 7.17       | 9.32    |
|           |               | B7              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 19.59                  | 4.53                      | 14.58                  | 87.42             | 48.39                      | 87.42                   | 0.22         | 0.09            | 0.17         | 9.32    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 22.16                  | 22.20                     | 22.13                  | 87.42             | 48.39                      | 59.32                   | 0.25         | 0.46            | 0.37         | 9.32    | 4.78       | 5.98    |

INDICES DE FLEXIÓN EN VIGAS

| No. Plano | Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm)<br>b h | As (cms2) (Izq) | As (cms2) (Centro) | As (cms2) (Der) | M actuante (t-m) (Izq) | M actuante (t-m) (Centro) | M actuante (t-m) (Der) | Mresistente (Izq) | Mresistente (t_m) (Centro) | Mresistente (t_m) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) | a (Izq) | a (centro) | a (der) |
|-----------|---------------|-----------------|-------|--------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------|------------|---------|
| 5         | PT            | B159            | VE-3  | 25.00 x 35.00            | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 19.14                  | 3.08                      | 16.91                  | 59.32             | 69.79                      | 87.42                   | 0.32         | 0.04            | 0.19         | 5.98    | 7.17       | 9.32    |
|           |               | B161            |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 13.21                  | 2.71                      | 10.74                  | 87.42             | 48.39                      | 87.42                   | 0.15         | 0.06            | 0.12         | 9.32    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B192            |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 13.79                  | 12.82                     | 15.97                  | 87.42             | 48.39                      | 59.32                   | 0.16         | 0.26            | 0.27         | 9.32    | 4.78       | 5.98    |
| 5         | PT            | B160            | VE-4  | 25.00 x 35.00            | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 23.18                  | 7.34                      | 14.29                  | 59.32             | 69.79                      | 87.42                   | 0.39         | 0.11            | 0.16         | 5.98    | 7.17       | 9.32    |
|           |               | B162            |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 12.64                  | 2.02                      | 12.06                  | 87.42             | 48.39                      | 87.42                   | 0.14         | 0.04            | 0.14         | 9.32    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B163            |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 12.27                  | 3.04                      | 15.75                  | 87.42             | 48.39                      | 59.32                   | 0.14         | 0.06            | 0.27         | 9.32    | 4.78       | 5.98    |
| 1         | PH            | B159            | VC-3  | 25.00 x 35.00            | 3.81            | 3.81               | 7.92            | 19.14                  | 3.08                      | 16.91                  | 36.99             | 36.99                      | 72.20                   | 0.52         | 0.08            | 0.23         | 3.59    | 3.59       | 7.45    |
|           |               | B161            |       | 25.00 x 35.00            | 7.92            | 5.08               | 9.90            | 13.21                  | 2.71                      | 10.74                  | 72.20             | 48.39                      | 87.42                   | 0.18         | 0.06            | 0.12         | 7.45    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B192            |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 5.08            | 13.79                  | 12.82                     | 15.97                  | 87.42             | 48.39                      | 48.39                   | 0.16         | 0.26            | 0.33         | 9.32    | 4.78       | 4.78    |
| 1         | PH            | B160            | VC-4  | 25.00 x 35.00            | 3.81            | 3.81               | 7.92            | 23.18                  | 7.34                      | 14.29                  | 36.99             | 36.99                      | 72.20                   | 0.63         | 0.20            | 0.20         | 3.59    | 3.59       | 7.45    |
|           |               | B162            |       | 25.00 x 35.00            | 7.92            | 5.08               | 9.90            | 12.64                  | 2.02                      | 12.06                  | 72.20             | 48.39                      | 87.42                   | 0.18         | 0.04            | 0.14         | 7.45    | 4.78       | 9.32    |
|           |               | B163            |       | 25.00 x 35.00            | 9.90            | 5.08               | 5.08            | 12.27                  | 3.04                      | 15.75                  | 87.42             | 48.39                      | 48.39                   | 0.14         | 0.06            | 0.33         | 9.32    | 4.78       | 4.78    |
| 6         | PH            | B76             | VCD   | 40.00 x 35.00            | 11.88           | 2.54               | 11.88           | 0.02                   | 18.48                     | 2.53                   | 109.14            | 25.47                      | 109.14                  | 0.00         | 0.73            | 0.02         | 6.99    | 1.49       | 6.99    |
|           |               | B2              |       | 40.00 x 35.00            | 11.88           | 7.62               | 29.61           | 65.95                  | 27.15                     | 57.25                  | 109.14            | 72.93                      | 224.76                  | 0.60         | 0.37            | 0.25         | 6.99    | 4.48       | 17.42   |
|           |               | B158            |       | 40.00 x 35.00            | 29.61           | 17.82              | 35.55           | 64.47                  | 38.11                     | 61.23                  | 224.76            | 154.18                     | 250.83                  | 0.29         | 0.25            | 0.24         | 17.42   | 10.48      | 20.91   |
|           |               | B54             |       | 40.00 x 35.00            | 35.55           | 5.08               | 8.48            | 63.39                  | 22.37                     | 44.50                  | 250.83            | 49.78                      | 80.50                   | 0.25         | 0.45            | 0.55         | 20.91   | 2.99       | 4.99    |
|           |               | B67             |       | 40.00 x 35.00            | 8.48            | 5.08               | 8.48            | 14.80                  | 6.81                      | 0.25                   | 80.50             | 49.78                      | 80.50                   | 0.18         | 0.14            | 0.00         | 4.99    | 2.99       | 4.99    |
| 1         | PH            | B157            | VCC   | 40.00 x 35.00            | 11.88           | 2.54               | 11.88           | 0.02                   | 2.59                      | 18.36                  | 109.14            | 25.47                      | 109.14                  | 0.00         | 0.10            | 0.17         | 6.99    | 1.49       | 6.99    |
|           |               | B63             |       | 40.00 x 35.00            | 11.88           | 7.62               | 23.91           | 63.88                  | 28.37                     | 53.03                  | 109.14            | 72.93                      | 193.76                  | 0.59         | 0.39            | 0.27         | 6.99    | 4.48       | 14.06   |
|           |               | B64             |       | 40.00 x 35.00            | 23.91           | 15.84              | 29.85           | 66.85                  | 41.65                     | 68.09                  | 193.76            | 139.88                     | 225.93                  | 0.34         | 0.30            | 0.30         | 14.06   | 9.32       | 17.56   |
|           |               | B65             |       | 40.00 x 35.00            | 29.85           | 5.08               | 5.94            | 51.26                  | 17.91                     | 39.98                  | 225.93            | 49.78                      | 57.75                   | 0.23         | 0.36            | 0.69         | 17.56   | 2.99       | 3.49    |
|           |               | B86             |       | 40.00 x 35.00            | 5.94            | 5.08               | 5.94            | 12.06                  | 3.59                      | 0.19                   | 57.75             | 49.78                      | 57.75                   | 0.21         | 0.07            | 0.00         | 3.49    | 2.99       | 3.49    |
| 5         | PH            | B82             | VCA   | 30.00 x 35.00            | 3.81            | 6.35               | 7.62            | 0.52                   | 1.89                      | 10.25                  | 37.34             | 60.29                      | 71.19                   | 0.01         | 0.03            | 0.14         | 2.99    | 4.98       | 5.98    |
|           |               | B83             |       | 30.00 x 35.00            | 7.62            | 6.35               | 6.35            | 37.69                  | 15.60                     | 30.75                  | 71.19             | 60.29                      | 60.29                   | 0.53         | 0.26            | 0.51         | 5.98    | 4.98       | 4.98    |
| 5         | PH            | B197            | VCB   | 30.00 x 35.00            | 3.81            | 2.54               | 7.62            | 0.29                   | 15.14                     | 35.02                  | 37.34             | 25.28                      | 71.19                   | 0.01         | 0.60            | 0.49         | 2.99    | 1.99       | 5.98    |
|           |               | B72             |       | 30.00 x 35.00            | 7.62            | 5.08               | 3.81            | 32.87                  | 21.62                     | 9.33                   | 71.19             | 49.01                      | 37.34                   | 0.46         | 0.44            | 0.25         | 5.98    | 3.98       | 2.99    |
| 5         | PH            | B73             | VCE   | 30.00 x 35.00            | 7.62            | 2.54               | 7.62            | 0.51                   | 9.95                      | 1.81                   | 71.19             | 25.28                      | 71.19                   | 0.01         | 0.39            | 0.03         | 5.98    | 1.99       | 5.98    |
|           |               | B74             |       | 30.00 x 35.00            | 7.62            | 7.62               | 6.50            | 42.60                  | 33.85                     | 14.91                  | 71.19             | 71.19                      | 61.60                   | 0.60         | 0.48            | 0.24         | 5.98    | 5.98       | 5.10    |
|           |               | B75             |       | 30.00 x 35.00            | 6.50            | 2.54               | 6.50            | 18.56                  | 0.96                      | 5.89                   | 61.60             | 25.28                      | 61.60                   | 0.30         | 0.04            | 0.10         | 5.10    | 1.99       | 5.10    |
| 5         | PH            | B79             | VCE-1 | 30.00 x 35.00            | 3.81            | 2.54               | 9.75            | 8.53                   | 24.04                     | 51.54                  | 37.34             | 25.28                      | 88.59                   | 0.23         | 0.95            | 0.58         | 2.99    | 1.99       | 7.65    |
|           |               | B69             |       | 30.00 x 35.00            | 9.75            | 3.81               | 5.08            | 40.71                  | 11.78                     | 29.82                  | 88.59             | 37.34                      | 49.01                   | 0.46         | 0.32            | 0.61         | 7.65    | 2.99       | 3.98    |
|           |               | B70             |       | 30.00 x 35.00            | 5.08            | 3.81               | 5.08            | 4.93                   | 1.81                      | 0.17                   | 49.01             | 37.34                      | 49.01                   | 0.10         | 0.05            | 0.00         | 3.98    | 2.99       | 3.98    |

## ANEXO 8. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en vigas modelo existente

INDICES DE CORTANTE EN VIGAS

| No. Plano | Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm) | Diámetro Estribo a la izquierda $\Phi$ | Diámetro Estribo en el centro $\Phi$ | Diámetro Estribo a la derecha $\Phi$ | Separación (Izq) (cms) | Separación (Centro) (cms) | Separación (Der) (cms) | V actuante (ton) (Izq) | V actuante (ton) (Centro) | V actuante (ton) (Der) | Vc (ton) | Vs (ton) (Izq) | Vs (ton) (Centro) | Vs (ton) (Der) | V resistente (ton) (Izq) | V resistente (ton) (Centro) | V resistente (ton) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) |
|-----------|---------------|-----------------|-------|-------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|----------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| 4         | PT            | B71             | VE-B  | 30.00 x 35.00     | 1/4                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 20                     | 20                        | 10                     | 4.25                   | 17.14                     | 25.74                  | 7.01     | 2.66           | 2.66              | 11.97          | 7.25                     | 7.25                        | 14.24                    | 0.59         | 2.36            | 1.81         |
|           |               | B72             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 28.72                  | 23.15                     | 8.33                   | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.02         | 3.19            | 0.59         |
| 4         | PT            | B73             | VE-E  | 30.00 x 35.00     | 1/4                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 20                     | 10                        | 10                     | 3.15                   | 9.95                      | 1.81                   | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 0.43         | 0.70            | 0.13         |
|           |               | B74             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 42.60                  | 33.85                     | 14.91                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.99         | 4.67            | 1.05         |
|           |               | B75             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 10                     | 10                        | 10                     | 21.24                  | 16.32                     | 17.82                  | 7.01     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 14.24                    | 14.24                       | 14.24                    | 1.49         | 1.15            | 1.25         |
|           |               | B76             |       | 30.00 x 35.00     | 1/4                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 20                     | 10                        | 10                     | 1.90                   | 31.47                     | 11.05                  | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 0.26         | 2.21            | 0.78         |
| 4         | PT            | B2              | VE-D  | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 67.64                  | 10.44                     | 64.12                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 4.75         | 1.44            | 4.50         |
|           |               | B3              |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 10                     | 10                        | 10                     | 65.59                  | 44.59                     | 16.50                  | 7.01     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 14.24                    | 14.24                       | 14.24                    | 4.61         | 3.13            | 1.16         |
|           |               | B82             |       | 30.00 x 35.00     | 1/4                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 20                     | 10                        | 10                     | 3.52                   | 5.95                      | 16.35                  | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 0.49         | 0.42            | 1.15         |
| 4         | PT            | B83             | VE-A  | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 36.67                  | 7.42                      | 33.91                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.58         | 1.02            | 2.38         |
|           |               | B157            |       | 30.00 x 35.00     | 1/4                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 20                     | 10                        | 10                     | 1.93                   | 10.91                     | 31.29                  | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 0.27         | 0.77            | 2.20         |
| 6         | PT            | B63             | VE-C  | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 66.71                  | 9.59                      | 62.68                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 4.69         | 1.32            | 4.40         |
|           |               | B54             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 64.75                  | 20.86                     | 55.45                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 4.55         | 2.88            | 3.89         |
|           |               | B65             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 54.81                  | 17.11                     | 48.74                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 3.85         | 2.36            | 3.42         |
|           |               | B86             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 10                     | 10                        | 10                     | 22.36                  | 12.20                     | 2.47                   | 7.01     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 14.24                    | 14.24                       | 14.24                    | 1.57         | 0.86            | 0.17         |
| 4         | 0.00          | B1              | VS-D  | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 10                     | 10                        | 10                     | 3.02                   | 5.07                      | 7.11                   | 9.35     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 15.99                    | 15.99                       | 15.99                    | 0.19         | 0.32            | 0.44         |
|           |               | B2              |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 67.64                  | 10.44                     | 64.12                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.23         | 1.16            | 4.01         |
|           |               | B3              |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 10                     | 10                        | 10                     | 65.59                  | 44.59                     | 16.50                  | 9.35     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 15.99                    | 15.99                       | 15.99                    | 4.10         | 2.79            | 1.03         |
| 3         | 0.00          | B53             | VS-D1 | 40.00 x 35.00     | 1/4                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 20                     | 20                        | 10                     | 13.57                  | 48.21                     | 69.40                  | 9.35     | 2.66           | 2.66              | 11.97          | 9.01                     | 9.01                        | 15.99                    | 1.51         | 5.35            | 4.34         |
|           |               | B54             |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 64.75                  | 20.86                     | 55.45                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.05         | 2.32            | 3.47         |
|           |               | B55             |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 62.99                  | 3.02                      | 58.88                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 3.94         | 0.34            | 3.68         |
| 5         | 0.00          | B63             | VS-C  | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 66.71                  | 9.59                      | 62.68                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.17         | 1.06            | 3.92         |
|           |               | B64             |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 66.18                  | 6.51                      | 67.95                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.14         | 0.72            | 4.25         |
|           |               | B65             |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 54.81                  | 17.11                     | 48.74                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 3.43         | 1.90            | 3.05         |
|           |               | B66             |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 54.45                  | 2.94                      | 50.29                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 3.41         | 0.33            | 3.15         |
| 2         | PT            | B53             | VE-D1 | 40.00 x 35.00     | 1/4                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 20                     | 10                        | 10                     | 13.57                  | 48.21                     | 69.40                  | 9.35     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 9.01                     | 15.99                       | 15.99                    | 1.51         | 3.02            | 4.34         |
|           |               | B54             |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 64.75                  | 20.86                     | 55.45                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.05         | 2.32            | 3.47         |
|           |               | B67             |       | 40.00 x 35.00     | 3/8                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 10                     | 10                        | 10                     | 28.18                  | 18.92                     | 3.66                   | 9.35     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 15.99                    | 15.99                       | 15.99                    | 1.76         | 1.18            | 0.23         |
| 2         | PT            | B79             | VE-E1 | 30.00 x 35.00     | 1/4                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 20                     | 10                        | 10                     | 19.94                  | 29.04                     | 35.65                  | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 2.75         | 2.04            | 2.50         |
|           |               | B69             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 37.63                  | 15.12                     | 32.33                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.64         | 2.08            | 2.27         |
|           |               | B70             |       | 30.00 x 35.00     | 3/8                                    | 3/8                                  | 3/8                                  | 10                     | 10                        | 10                     | 11.47                  | 7.06                      | 2.86                   | 7.01     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 14.24                    | 14.24                       | 14.24                    | 0.81         | 0.50            | 0.20         |
| 4         | 0.00          | B4              | VS-1  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 9.40                   | 4.79                      | 9.25                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.70         | 0.75            | 0.69         |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 10.59                  | 6.07                      | 10.34                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.79         | 0.95            | 0.77         |
| 4         | 0.00          | B6              | VS-2  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 19.06                  | 17.61                     | 20.36                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.43         | 2.76            | 1.52         |
|           |               | B7              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 10.19                  | 5.59                      | 8.54                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.76         | 0.88            | 0.64         |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 17.79                  | 10.16                     | 18.23                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.33         | 1.59            | 1.36         |
| 4         | 0.00          | B159            | VS-3  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 11.40                  | 9.49                      | 8.60                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.85         | 1.49            | 0.64         |
|           |               | B161            |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 6.87                   | 4.00                      | 5.93                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.51         | 0.63            | 0.44         |
|           |               | B192            |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 11.21                  | 4.64                      | 7.47                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.84         | 0.73            | 0.56         |
| 4         | 0.00          | B160            | VS-4  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 16.46                  | 8.16                      | 19.05                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.23         | 1.28            | 1.43         |
|           |               | B162            |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 6.51                   | 3.64                      | 6.23                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.49         | 0.57            | 0.47         |
|           |               | B163            |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 6.62                   | 4.65                      | 7.48                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.50         | 0.73            | 0.56         |
| 5         | PT            | B96             | VE-1  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 10.75                  | 6.25                      | 10.01                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.80         | 0.98            | 0.75         |
|           |               | B4              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 9.40                   | 4.79                      | 9.25                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.70         | 0.75            | 0.69         |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 10.59                  | 6.07                      | 10.34                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.79         | 0.95            | 0.77         |
| 5         | PH            | B96             | VC-1  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 10.75                  | 6.25                      | 10.01                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.80         | 0.98            | 0.75         |
|           |               | B4              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 9.40                   | 4.79                      | 9.25                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.70         | 0.75            | 0.69         |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 10.59                  | 6.07                      | 10.34                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.79         | 0.95            | 0.77         |
| 5         | PH            | B6              | VC-2  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 19.06                  | 17.61                     | 20.36                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.43         | 2.76            | 1.52         |
|           |               | B7              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 10.19                  | 5.59                      | 8.54                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.76         | 0.88            | 0.64         |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 17.79                  | 10.16                     | 18.23                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.33         | 1.59            | 1.36         |
| 5         | PT            | B6              | VE-2  | 25.00 x 35.00     | 3/8                                    | 1/4                                  | 3/8                                  | 10                     | 20                        | 10                     | 19.06                  | 17.61                     | 20.36                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.43         | 2.76            | 1.52</       |

INDICES DE CORTANTE EN VIGAS

| No. Plano | Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA | Sección (cm x cm) b h | Diámetro Estribo a la izquierda Φ | Diámetro Estribo en el centro Φ | Diámetro Estribo a la derecha Φ | Separación (Izq) (cms) | Separación (Centro) (cms) | Separación (Der) (cms) | V actuante (ton) (Izq) | V actuante (ton) (Centro) | V actuante (ton) (Der) | Vc (ton) | Vs (ton) (Izq) | Vs (ton) (Centro) | Vs (ton) (Der) | V resistente (ton) (Izq) | V resistente (ton) (Centro) | V resistente (ton) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) |
|-----------|---------------|-----------------|------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|----------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| 5         | PT            | B159            | VE-3 | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 11.40                  | 9.49                      | 8.60                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.85         | 1.49            | 0.64         |
|           |               | B161            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 6.87                   | 4.00                      | 5.93                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.51         | 0.63            | 0.44         |
|           |               | B192            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 11.21                  | 4.64                      | 7.47                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.84         | 0.73            | 0.56         |
| 5         | PT            | B160            | VE-4 | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 16.46                  | 8.16                      | 19.05                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.23         | 1.28            | 1.43         |
|           |               | B162            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 6.51                   | 3.64                      | 6.23                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.49         | 0.57            | 0.47         |
|           |               | B163            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 6.62                   | 4.65                      | 7.48                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.50         | 0.73            | 0.56         |
| 1         | PH            | B159            | VC-3 | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 11.40                  | 9.49                      | 8.60                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.85         | 1.49            | 0.64         |
|           |               | B161            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 6.87                   | 4.00                      | 5.93                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.51         | 0.63            | 0.44         |
|           |               | B192            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 11.21                  | 4.64                      | 7.47                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.84         | 0.73            | 0.56         |
| 1         | PH            | B160            | VC-4 | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 16.46                  | 8.16                      | 19.05                  | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 1.23         | 1.28            | 1.43         |
|           |               | B162            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 6.51                   | 3.64                      | 6.23                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.49         | 0.57            | 0.47         |
|           |               | B163            |      | 25.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 6.62                   | 4.65                      | 7.48                   | 5.84     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 13.36                    | 6.38                        | 13.36                    | 0.50         | 0.73            | 0.56         |
| 6         | PH            | B76             | VCD  | 40.00 x 35.00         | 1/4                               | 3/8                             | 3/8                             | 20                     | 10                        | 10                     | 1.90                   | 31.47                     | 11.05                  | 9.35     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 9.01                     | 15.99                       | 15.99                    | 0.21         | 1.97            | 0.69         |
|           |               | B2              |      | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 67.64                  | 10.44                     | 64.12                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.23         | 1.16            | 4.01         |
|           |               | B158            |      | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 63.22                  | 1.85                      | 57.86                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 3.95         | 0.21            | 3.62         |
|           |               | B54             |      | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 64.75                  | 20.86                     | 55.45                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.05         | 2.32            | 3.47         |
|           |               | B67             |      | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 3/8                             | 3/8                             | 10                     | 10                        | 10                     | 28.18                  | 18.92                     | 3.66                   | 9.35     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 15.99                    | 15.99                       | 15.99                    | 1.76         | 1.18            | 0.23         |
|           |               | B157            |      | 40.00 x 35.00         | 1/4                               | 3/8                             | 3/8                             | 20                     | 10                        | 10                     | 1.93                   | 10.91                     | 31.29                  | 9.35     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 9.01                     | 15.99                       | 15.99                    | 0.21         | 0.68            | 1.96         |
| 1         | PH            | B63             | VCC  | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 66.71                  | 9.59                      | 62.68                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.17         | 1.06            | 3.92         |
|           |               | B64             |      | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 66.18                  | 6.51                      | 67.95                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 4.14         | 0.72            | 4.25         |
|           |               | B65             |      | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 54.81                  | 17.11                     | 48.74                  | 9.35     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 15.99                    | 9.01                        | 15.99                    | 3.43         | 1.90            | 3.05         |
|           |               | B86             |      | 40.00 x 35.00         | 3/8                               | 3/8                             | 3/8                             | 10                     | 10                        | 10                     | 22.36                  | 12.20                     | 2.47                   | 9.35     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 15.99                    | 15.99                       | 15.99                    | 1.40         | 0.76            | 0.15         |
|           |               | B82             |      | 30.00 x 35.00         | 1/4                               | 3/8                             | 3/8                             | 20                     | 10                        | 10                     | 3.52                   | 5.95                      | 16.35                  | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 0.49         | 0.42            | 1.15         |
| 5         | PH            | B83             | VCA  | 30.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 36.67                  | 7.42                      | 33.91                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.58         | 1.02            | 2.38         |
|           |               | B197            |      | 30.00 x 35.00         | 1/4                               | 3/8                             | 3/8                             | 20                     | 10                        | 10                     | 4.93                   | 18.18                     | 27.01                  | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 0.68         | 1.28            | 1.90         |
| 5         | PH            | B72             | VCB  | 30.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 28.72                  | 23.15                     | 8.33                   | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.02         | 3.19            | 0.59         |
|           |               | B73             |      | 30.00 x 35.00         | 1/4                               | 1/4                             | 3/8                             | 20                     | 20                        | 10                     | 3.15                   | 9.95                      | 1.81                   | 7.01     | 2.66           | 2.66              | 11.97          | 7.25                     | 7.25                        | 14.24                    | 0.43         | 1.37            | 0.13         |
|           |               | B74             |      | 30.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 42.60                  | 33.85                     | 14.91                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.99         | 4.67            | 1.05         |
| 5         | PH            | B75             | VCE  | 30.00 x 35.00         | 3/8                               | 3/8                             | 3/8                             | 10                     | 10                        | 10                     | 21.24                  | 16.32                     | 17.82                  | 7.01     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 14.24                    | 14.24                       | 14.24                    | 1.49         | 1.15            | 1.25         |
|           |               | B79             |      | 30.00 x 35.00         | 1/4                               | 3/8                             | 3/8                             | 20                     | 10                        | 10                     | 19.94                  | 29.04                     | 35.65                  | 7.01     | 2.66           | 11.97             | 11.97          | 7.25                     | 14.24                       | 14.24                    | 2.75         | 2.04            | 2.50         |
|           |               | B69             |      | 30.00 x 35.00         | 3/8                               | 1/4                             | 3/8                             | 10                     | 20                        | 10                     | 37.63                  | 15.12                     | 32.33                  | 7.01     | 11.97          | 2.66              | 11.97          | 14.24                    | 7.25                        | 14.24                    | 2.64         | 2.08            | 2.27         |
|           |               | B70             |      | 30.00 x 35.00         | 3/8                               | 3/8                             | 3/8                             | 10                     | 10                        | 10                     | 11.47                  | 7.06                      | 2.86                   | 7.01     | 11.97          | 11.97             | 11.97          | 14.24                    | 14.24                       | 14.24                    | 0.81         | 0.50            | 0.20         |

## ANEXO 9. Índices de sobreesfuerzo por Torsión en vigas modelo existente

INDICES DE TORSION EN VIGAS

| No. Plano | Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección<br>(cm x cm)<br>b h | Diámetro<br>Estribo a<br>la izquierda<br>Φ | Diámetro<br>Estribo a<br>la derecha<br>Φ | Número<br>de ramas<br>de estribos | As<br>(Izq)<br>(cms2) | As<br>(der)<br>(cms2) | T actuante<br>(t-m) | T resistente<br>(t-m)<br>(Izq) | T resistente<br>(t-m)<br>(der) | Indice<br>(Izq) | Indice<br>(Der) | S (Izq) | S (Der) | Aoh      | Ao       | Ph     | A estribo<br>a la<br>izquierda | A estribo<br>a la<br>derecha |
|-----------|---------------|-----------------|-------|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|----------|----------|--------|--------------------------------|------------------------------|
| 4         | PT            | B71             | VE-B  | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 12.83               | 0.40                           | 0.91                           | 31.88           | 14.17           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B72             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.52                | 0.91                           | 0.91                           | 0.58            | 0.58            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | PT            | B73             | VE-E  | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 4.04                | 0.40                           | 0.91                           | 10.05           | 4.47            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B74             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 42.60               | 0.91                           | 0.91                           | 47.06           | 47.06           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B75             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 54.04               | 0.91                           | 0.91                           | 59.69           | 59.69           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | PT            | B76             | VE-D  | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 3.48                | 0.40                           | 0.91                           | 8.64            | 3.84            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B2              |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 2.09                | 0.91                           | 0.91                           | 2.31            | 2.31            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B3              |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 13.68               | 0.91                           | 0.91                           | 15.11           | 15.11           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | PT            | B82             | VE-A  | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 5.53                | 0.40                           | 0.91                           | 13.75           | 6.11            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B83             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.41                | 0.91                           | 0.91                           | 1.56            | 1.56            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 6         | PT            | B157            | VE-C  | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 3.61                | 0.40                           | 0.91                           | 8.98            | 3.99            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B63             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.91                | 0.91                           | 0.91                           | 2.11            | 2.11            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B54             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.29                | 0.91                           | 0.91                           | 1.42            | 1.42            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B65             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.88                | 0.91                           | 0.91                           | 0.97            | 0.97            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B86             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 4.94                | 0.91                           | 0.91                           | 5.46            | 5.46            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B1              |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.59                | 1.06                           | 1.06                           | 0.56            | 0.56            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | 0.00          | B2              | VS-D  | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 2.09                | 1.06                           | 1.06                           | 1.97            | 1.97            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B3              |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 13.68               | 1.06                           | 1.06                           | 12.90           | 12.90           | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B53             |       | 40.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 12.73               | 0.47                           | 1.06                           | 27.01           | 12.00           | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.32                           | 0.71                         |
| 3         | 0.00          | B54             | VS-D1 | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.29                | 1.06                           | 1.06                           | 1.21            | 1.21            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B55             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.97                | 1.06                           | 1.06                           | 0.91            | 0.91            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B63             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.91                | 1.06                           | 1.06                           | 1.80            | 1.80            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | 0.00          | B64             | VS-C  | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.89                | 1.06                           | 1.06                           | 1.78            | 1.78            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B65             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.88                | 1.06                           | 1.06                           | 0.83            | 0.83            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B66             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.96                | 1.06                           | 1.06                           | 0.91            | 0.91            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B53             |       | 40.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 12.73               | 0.47                           | 1.06                           | 27.01           | 12.00           | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.32                           | 0.71                         |
| 2         | PT            | B54             | VE-D1 | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.29                | 1.06                           | 1.06                           | 1.21            | 1.21            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B67             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 6.47                | 1.06                           | 1.06                           | 6.10            | 6.10            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B79             |       | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 63.06               | 0.40                           | 0.91                           | 156.74          | 69.66           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
| 2         | PT            | B69             | VE-E1 | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 4.78                | 0.91                           | 0.91                           | 5.28            | 5.28            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B70             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 5.79                | 0.91                           | 0.91                           | 6.40            | 6.40            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B4              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.54                | 0.81                           | 0.81                           | 0.67            | 0.67            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | 0.00          | B5              | VS-1  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.00                | 0.81                           | 0.81                           | 1.24            | 1.24            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B6              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 4.09                | 0.81                           | 0.81                           | 5.08            | 5.08            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | 0.00          | B7              | VS-2  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.03                | 0.81                           | 0.81                           | 1.27            | 1.27            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.79                | 0.81                           | 0.81                           | 2.22            | 2.22            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B159            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.13                | 0.81                           | 0.81                           | 1.40            | 1.40            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | 0.00          | B161            | VS-3  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.65                | 0.81                           | 0.81                           | 0.80            | 0.80            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B192            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.06                | 0.81                           | 0.81                           | 1.32            | 1.32            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B160            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 3.81                | 0.81                           | 0.81                           | 4.72            | 4.72            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 4         | 0.00          | B162            | VS-4  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.55                | 0.81                           | 0.81                           | 0.69            | 0.69            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B163            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.54                | 0.81                           | 0.81                           | 0.67            | 0.67            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B96             |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.88                | 0.81                           | 0.81                           | 1.09            | 1.09            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PT            | B4              | VE-1  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.54                | 0.81                           | 0.81                           | 0.67            | 0.67            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.00                | 0.81                           | 0.81                           | 1.24            | 1.24            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B96             |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.88                | 0.81                           | 0.81                           | 1.09            | 1.09            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PH            | B4              | VC-1  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.54                | 0.81                           | 0.81                           | 0.67            | 0.67            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B5              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.00                | 0.81                           | 0.81                           | 1.24            | 1.24            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B6              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 4.09                | 0.81                           | 0.81                           | 5.08            | 5.08            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PH            | B7              | VC-2  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.03                | 0.81                           | 0.81                           | 1.27            | 1.27            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.79                | 0.81                           | 0.81                           | 2.22            | 2.22            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |

**INDICES DE TORSION EN VIGAS**

| No. Plano | Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección<br>(cm x cm)<br>b h | Diámetro<br>Estrubo a<br>la izquierda<br>Φ | Diámetro<br>Estrubo a<br>la derecha<br>Φ | Número<br>de ramas<br>de estrubos | As<br>(Izq)<br>(cms2) | As<br>(der)<br>(cms2) | T actuante<br>(t-m) | T<br>resistente<br>(t-m)<br>(Izq) | T<br>resistente<br>(t-m)<br>(der) | Indice<br>(Izq) | Indice<br>(Der) | S (Izq) | S (Der) | Aoh      | Ao       | Ph     | A estrubo<br>a la<br>izquierda | A estrubo<br>a la<br>derecha |
|-----------|---------------|-----------------|-------|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|----------|----------|--------|--------------------------------|------------------------------|
| 5         | PT            | B6              | VE-2  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 4.09                | 0.81                              | 0.81                              | 5.08            | 5.08            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B7              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.03                | 0.81                              | 0.81                              | 1.27            | 1.27            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B8              |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.79                | 0.81                              | 0.81                              | 2.22            | 2.22            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PT            | B159            | VE-3  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.13                | 0.81                              | 0.81                              | 1.40            | 1.40            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B161            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.65                | 0.81                              | 0.81                              | 0.80            | 0.80            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B192            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.06                | 0.81                              | 0.81                              | 1.32            | 1.32            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PT            | B160            | VE-4  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 3.81                | 0.81                              | 0.81                              | 4.72            | 4.72            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B162            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.55                | 0.81                              | 0.81                              | 0.69            | 0.69            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B163            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.54                | 0.81                              | 0.81                              | 0.67            | 0.67            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 1         | PH            | B159            | VC-3  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.13                | 0.81                              | 0.81                              | 1.40            | 1.40            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B161            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.65                | 0.81                              | 0.81                              | 0.80            | 0.80            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B192            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.06                | 0.81                              | 0.81                              | 1.32            | 1.32            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 1         | PH            | B160            | VC-4  | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 3.81                | 0.81                              | 0.81                              | 4.72            | 4.72            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B162            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.55                | 0.81                              | 0.81                              | 0.69            | 0.69            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B163            |       | 25.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.54                | 0.81                              | 0.81                              | 0.67            | 0.67            | 18.00   | 18.00   | 704.00   | 598.40   | 108.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 6         | PH            | B76             | VCD   | 40.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 3.48                | 0.47                              | 1.06                              | 7.37            | 3.28            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B2              |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 2.09                | 1.06                              | 1.06                              | 1.97            | 1.97            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B158            |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.92                | 1.06                              | 1.06                              | 0.87            | 0.87            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B54             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.29                | 1.06                              | 1.06                              | 1.21            | 1.21            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B67             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 6.47                | 1.06                              | 1.06                              | 6.10            | 6.10            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B157            |       | 40.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 3.61                | 0.47                              | 1.06                              | 7.66            | 3.41            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.32                           | 0.71                         |
| 1         | PH            | B63             | VCC   | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.91                | 1.06                              | 1.06                              | 1.80            | 1.80            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B64             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.89                | 1.06                              | 1.06                              | 1.78            | 1.78            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B65             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.88                | 1.06                              | 1.06                              | 0.83            | 0.83            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B86             |       | 40.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 4.94                | 1.06                              | 1.06                              | 4.66            | 4.66            | 23.00   | 23.00   | 1,184.00 | 1,006.40 | 138.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PH            | B82             | VCA   | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 5.53                | 0.40                              | 0.91                              | 13.75           | 6.11            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B83             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 1.41                | 0.91                              | 0.91                              | 1.56            | 1.56            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PH            | B197            | VCB   | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 15.31               | 0.40                              | 0.91                              | 38.06           | 16.92           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B72             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 0.52                | 0.91                              | 0.91                              | 0.58            | 0.58            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PH            | B73             | VCE   | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 4.04                | 0.40                              | 0.91                              | 10.05           | 4.47            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B74             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 42.60               | 0.91                              | 0.91                              | 47.06           | 47.06           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B75             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 54.04               | 0.91                              | 0.91                              | 59.69           | 59.69           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
| 5         | PH            | B79             | VCE-1 | 30.00 x 35.00               | 1/4                                        | 3/8                                      | 4                                 | 1.27                  | 2.85                  | 63.06               | 0.40                              | 0.91                              | 156.74          | 69.66           | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.32                           | 0.71                         |
|           |               | B69             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 4.78                | 0.91                              | 0.91                              | 5.28            | 5.28            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |
|           |               | B70             |       | 30.00 x 35.00               | 3/8                                        | 3/8                                      | 4                                 | 2.85                  | 2.85                  | 5.79                | 0.91                              | 0.91                              | 6.40            | 6.40            | 19.67   | 19.67   | 864.00   | 734.40   | 118.00 | 0.71                           | 0.71                         |



ANEXO 10. Índices de sobreesfuerzo por Flexo compresión de columnas  
modelo con reforzamiento

INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y CARGA AXIAL

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Acero<br>colocado<br>(cm2) | Refuerzo<br>= % de la<br>sección<br>(Entre 1%<br>y 4%) | Acero<br>existente | Acero<br>faltante | Cant.<br>Varillas<br>totales<br>requerida<br>s | Pu<br>actuante<br>(Ton) | Momento<br>actuante<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>actuante<br>en Y<br>(Ton.m) | Pu<br>máxima<br>resistente<br>(Ton) | Pu<br>mínima<br>resistente<br>(Ton) | Carga<br>balancead<br>a Pbx<br>(ton) | Carga<br>balanceada<br>Pby (ton) | Momento<br>balanceado<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>balanceado<br>en Y<br>(Ton.m) | Po máx (+)<br>(ton) |
|----------|--------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| 1E       | Sótano | 50 x 50              | 60.00                      | 2.4%                                                   | 11.88              | 48.12             | 16#7                                           | 94.45                   | 14.86                                  | 26.20                                  | 389.35                              | 52.50                               | 140.77                               | 140.77                           | 43.13                                    | 43.13                                    | 486.68              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 82.92                   | 2.51                                   | 2.51                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 66.51                   | 2.01                                   | 2.43                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 49.88                   | 1.85                                   | 2.75                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 33.15                   | 1.86                                   | 2.23                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 16.22                   | 1.72                                   | 6.41                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 2E       | Sótano | 50 x 50              | 42.00                      | 1.7%                                                   | 11.88              | 30.12             | 12#7                                           | 90.35                   | 13.90                                  | 19.31                                  | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 72.52                   | 2.19                                   | 2.19                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 58.17                   | 1.76                                   | 2.12                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 43.73                   | 1.32                                   | 2.54                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 29.29                   | 1.01                                   | 1.94                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 14.62                   | 1.00                                   | 6.46                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 3E       | Sótano | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 106.90                  | 3.23                                   | 3.23                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 88.83                   | 2.69                                   | 2.69                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 71.28                   | 2.16                                   | 2.19                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 53.39                   | 1.61                                   | 2.74                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 35.44                   | 1.07                                   | 2.05                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 17.35                   | 0.67                                   | 7.00                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 4E       | Sótano | 50 x 50              | 37.00                      | 1.5%                                                   | 11.88              | 25.12             | 12#7                                           | 83.07                   | 25.85                                  | 2.51                                   | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 30.00                      | 1.2%                                                   | 11.88              | 18.12             | 8#7                                            | 65.21                   | 19.44                                  | 6.92                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 52.37                   | 1.58                                   | 2.41                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 39.45                   | 1.19                                   | 2.76                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 26.43                   | 0.80                                   | 2.38                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 13.22                   | 0.88                                   | 5.98                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 3B       | Sótano | 50 x 50              | 30.00                      | 1.2%                                                   | 11.88              | 18.12             | 8#7                                            | 97.11                   | 20.64                                  | 5.04                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 30.00                      | 1.2%                                                   | 11.88              | 18.12             | 8#7                                            | 77.82                   | 20.42                                  | 5.53                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 62.53                   | 1.89                                   | 1.89                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 46.91                   | 1.42                                   | 1.97                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 31.20                   | 0.94                                   | 1.56                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 15.23                   | 0.98                                   | 4.55                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 4B       | Sótano | 50 x 50              | 37.00                      | 1.5%                                                   | 11.88              | 25.12             | 12#7                                           | 61.94                   | 24.43                                  | 3.56                                   | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 37.00                      | 1.5%                                                   | 11.88              | 25.12             | 12#7                                           | 47.61                   | 20.13                                  | 4.12                                   | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 38.45                   | 1.16                                   | 1.63                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 29.17                   | 1.02                                   | 1.92                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 19.67                   | 1.00                                   | 1.65                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 9.82                    | 1.19                                   | 3.72                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 1A       | Sótano | 50 x 50              | 37.00                      | 1.5%                                                   | 11.88              | 25.12             | 12#7                                           | 84.35                   | 12.88                                  | 18.45                                  | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 80.92                   | 2.45                                   | 2.45                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 64.76                   | 1.96                                   | 3.22                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 48.54                   | 1.55                                   | 2.68                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 32.29                   | 1.58                                   | 2.22                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 15.80                   | 1.53                                   | 6.84                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 1D       | Sótano | 50 x 50              | 72.00                      | 2.9%                                                   | 31.68              | 40.32             | 20#7                                           | 159.72                  | 10.51                                  | 32.32                                  | 424.21                              | 52.50                               | 141.88                               | 141.88                           | 48.81                                    | 48.81                                    | 530.26              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 46.00                      | 1.8%                                                   | 31.68              | 14.32             | 12#7                                           | 139.12                  | 9.25                                   | 25.79                                  | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 28.00                      | 1.1%                                                   | 23.76              | 4.24              | 8#7                                            | 108.78                  | 3.29                                   | 22.61                                  | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 28.00                      | 1.1%                                                   | 15.84              | 12.16             | 8#7                                            | 81.46                   | 2.88                                   | 2.46                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 28.00                      | 1.1%                                                   | 11.88              | 16.12             | 8#7                                            | 54.16                   | 3.05                                   | 1.64                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 28.00                      | 1.1%                                                   | 11.88              | 16.12             | 8#7                                            | 27.04                   | 2.44                                   | 1.37                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 2D       | Sótano | 50 x 50              | 37.00                      | 1.5%                                                   | 40.04              | -3.04             | 12#7                                           | 176.34                  | 6.11                                   | 24.14                                  | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 40.04              | -15.04            | 8#7                                            | 144.92                  | 4.38                                   | 4.38                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 22.88              | 2.12              | 8#7                                            | 115.81                  | 3.50                                   | 3.50                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 15.84              | 9.16              | 8#7                                            | 86.89                   | 2.63                                   | 2.63                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 15.84              | 9.16              | 8#7                                            | 58.07                   | 1.76                                   | 1.76                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 15.84              | 9.16              | 8#7                                            | 29.45                   | 1.27                                   | 3.38                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |

**INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y CARGA AXIAL**

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Acero<br>colocado<br>(cm2) | Refuerzo<br>= % de la<br>sección<br>(Entre 1%<br>y 4%) | Acero<br>existente | Acero<br>faltante | Cant.<br>Varillas<br>totales<br>requerida<br>s | Pu<br>actuante<br>(Ton) | Momento<br>actuante<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>actuante<br>en Y<br>(Ton.m) | Pu<br>máxima<br>resistente<br>(Ton) | Pu<br>mínima<br>resistente<br>(Ton) | Carga<br>balancead<br>a Pbx<br>(ton) | Carga<br>balanceada<br>Pby (ton) | Momento<br>balanceado<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>balanceado<br>en Y<br>(Ton.m) | Po máx (+)<br>(ton) |
|----------|--------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| 3D       | Sótano | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 62.08              | -37.08            | 8#7                                            | 180.84                  | 5.47                                   | 5.47                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 62.08              | -37.08            | 8#7                                            | 149.99                  | 4.54                                   | 4.54                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 46.56              | -21.56            | 8#7                                            | 120.08                  | 3.63                                   | 3.63                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 38.80              | -13.80            | 8#7                                            | 90.03                   | 2.72                                   | 2.72                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 19.80              | 5.20              | 8#7                                            | 60.08                   | 2.00                                   | 1.82                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 19.80              | 5.20              | 8#7                                            | 30.36                   | 1.62                                   | 1.45                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 4D       | Sótano | 50 x 50              | 28.00                      | 1.1%                                                   | 23.76              | 4.24              | 8#7                                            | 144.52                  | 20.87                                  | 4.54                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 28.00                      | 1.1%                                                   | 23.76              | 4.24              | 8#7                                            | 113.98                  | 18.81                                  | 6.77                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 15.84              | 9.16              | 8#7                                            | 90.90                   | 2.75                                   | 2.75                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 68.01                   | 2.06                                   | 2.06                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 45.14                   | 1.37                                   | 1.37                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 22.44                   | 1.55                                   | 0.71                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 1C       | Sótano | 50 x 50              | 42.00                      | 1.7%                                                   | 28.50              | 13.50             | 12#7                                           | 148.31                  | 9.74                                   | 24.35                                  | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 30.00                      | 1.2%                                                   | 28.50              | 1.50              | 8#7                                            | 137.28                  | 4.15                                   | 4.15                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 30.00                      | 1.2%                                                   | 22.80              | 7.20              | 8#7                                            | 109.80                  | 4.17                                   | 22.82                                  | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 19.32              | 5.68              | 8#7                                            | 82.57                   | 2.75                                   | 2.50                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 17.58              | 7.42              | 8#7                                            | 55.25                   | 2.98                                   | 1.67                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 28.24                   | 2.54                                   | 0.85                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 2C       | Sótano | 50 x 50              | 54.00                      | 2.2%                                                   | 38.80              | 15.20             | 16#7                                           | 177.00                  | 13.13                                  | 23.16                                  | 389.35                              | 52.50                               | 140.77                               | 140.77                           | 43.13                                    | 43.13                                    | 486.68              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 30.00                      | 1.2%                                                   | 38.80              | -8.80             | 8#7                                            | 138.00                  | 24.87                                  | 4.86                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 22.80              | 2.20              | 8#7                                            | 128.05                  | 3.87                                   | 3.87                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 19.32              | 5.68              | 8#7                                            | 95.43                   | 3.64                                   | 2.89                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 17.58              | 7.42              | 8#7                                            | 63.00                   | 3.57                                   | 1.91                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 30.77                   | 3.62                                   | 3.72                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 3C       | Sótano | 50 x 50              | 38.00                      | 1.5%                                                   | 45.60              | -7.60             | 12#7                                           | 183.12                  | 5.54                                   | 5.54                                   | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 45.60              | -20.60            | 8#7                                            | 117.00                  | 24.81                                  | 7.12                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 34.20              | -9.20             | 8#7                                            | 119.34                  | 3.61                                   | 3.61                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 23.76              | 1.24              | 8#7                                            | 89.31                   | 3.03                                   | 2.70                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 19.80              | 5.20              | 8#7                                            | 59.53                   | 3.54                                   | 1.80                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 19.80              | 5.20              | 8#7                                            | 30.16                   | 2.45                                   | 4.06                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 4C       | Sótano | 50 x 50              | 30.00                      | 1.2%                                                   | 11.88              | 18.12             | 8#7                                            | 128.67                  | 22.19                                  | 4.36                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 28.00                      | 1.1%                                                   | 11.88              | 16.12             | 8#7                                            | 101.60                  | 19.06                                  | 6.28                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 81.17                   | 2.45                                   | 2.45                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 60.99                   | 1.84                                   | 1.84                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 40.90                   | 1.26                                   | 1.73                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 11.88              | 13.12             | 8#7                                            | 21.00                   | 2.58                                   | 2.78                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
| 2A       | Sótano | 50 x 50              | 40.00                      | 1.6%                                                   | 17.58              | 22.42             | 12#7                                           | 99.24                   | 11.43                                  | 21.76                                  | 354.48                              | 52.50                               | 139.66                               | 139.66                           | 37.54                                    | 37.54                                    | 443.11              |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 17.58              | 7.42              | 8#7                                            | 57.77                   | 1.75                                   | 3.24                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 17.58              | 7.42              | 8#7                                            | 46.53                   | 2.06                                   | 1.97                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 17.58              | 7.42              | 8#7                                            | 35.13                   | 1.73                                   | 2.49                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 17.58              | 7.42              | 8#7                                            | 23.65                   | 1.79                                   | 1.85                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 25.00                      | 1.0%                                                   | 17.58              | 7.42              | 8#7                                            | 11.93                   | 1.75                                   | 5.87                                   | 319.62                              | 52.50                               | 138.55                               | 138.55                           | 32.21                                    | 32.21                                    | 399.53              |

**INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y CARGA AXIAL**

| Columnas | Po máx (-)<br>(ton) | Pu máxima<br>resistente<br>(Ton) | Pu mínima<br>resistente<br>(Ton) | Carga<br>balanceada<br>Pbx (ton) | Carga<br>balanceada<br>Pby (ton) | Momento<br>balanceado<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>balanceado<br>en Y<br>(Ton.m) | Po máx (+)<br>(ton) | Po mín (-)<br>(ton) | α<br>(grados) | Carga<br>balanceada<br>Pb<br>(Ton) | Po      | Indice de<br>sobreesfuerz<br>o por<br>flexocompres<br>ión |
|----------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------|------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|
| 1E       | -234.06             | 315.37                           | 42.53                            | 114.02                           | 114.02                           | 34.94                                    | 34.94                                    | 394.21              | -189.59             | 60.44         | 114.02                             | -189.59 | 0.90                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 50.40         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 56.07         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 50.17         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
| 2E       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 74.98         | 112.23                             | -94.79  | 0.60                                                      |
|          | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 54.25         | 113.12                             | -142.19 | 0.90                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 50.30         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 62.54         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
| 3E       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 62.50         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 81.20         | 112.23                             | -94.79  | 0.60                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.10                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.10                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.40         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
| 4E       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 59.56         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 62.44         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 84.53         | 112.23                             | -94.79  | 0.60                                                      |
|          | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 5.55          | 113.12                             | -142.19 | 0.90                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 19.59         | 112.23                             | -94.79  | 1.00                                                      |
| 3B       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 56.75         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 66.68         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 71.42         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 81.63         | 112.23                             | -94.79  | 0.50                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 13.72         | 112.23                             | -94.79  | 0.80                                                      |
| 4B       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 15.15         | 112.23                             | -94.79  | 0.90                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 54.22         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 58.93         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 77.85         | 112.23                             | -94.79  | 0.50                                                      |
| 1A       | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 8.29          | 113.12                             | -142.19 | 0.90                                                      |
|          | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 11.57         | 113.12                             | -142.19 | 0.80                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 54.56         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 62.02         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 58.78         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
| 1D       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 72.26         | 112.23                             | -94.79  | 0.50                                                      |
|          | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 55.08         | 113.12                             | -142.19 | 0.80                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 58.67         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 59.96         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
| 2D       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 54.56         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 77.39         | 112.23                             | -94.79  | 0.60                                                      |
|          | -292.57             | 343.61                           | 42.53                            | 114.92                           | 114.92                           | 39.54                                    | 39.54                                    | 429.51              | -236.98             | 71.99         | 114.92                             | 429.51  | 1.00                                                      |
|          | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 70.27         | 113.12                             | 358.92  | 1.00                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 81.72         | 112.23                             | -94.79  | 0.80                                                      |
| 2D       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 40.50         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 28.27         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 29.31         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 75.80         | 113.12                             | 358.92  | 1.00                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.20                                                      |
| 2D       | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.10                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.10                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 69.41         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|          | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 69.41         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |

**INDICES DE FLEXOCOMPRESIÓN POR CARGA FLEXIÓN Y CARGA AXIAL**

| Columnas                          | Po máx (-)<br>(ton) | Pu máxima<br>resistente<br>(Ton) | Pu mínima<br>resistente<br>(Ton) | Carga<br>balanceada<br>Pbx (ton) | Carga<br>balanceada<br>Pby (ton) | Momento<br>balanceado<br>en X<br>(Ton.m) | Momento<br>balanceado<br>en Y<br>(Ton.m) | Po máx (+)<br>(ton) | Po mín (-)<br>(ton) | α<br>(grados) | Carga<br>balanceada<br>Pb<br>(Ton) | Po      | Indice de<br>sobreesfuerz<br>o por<br>flexocompres<br>ión |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------|------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|
| 3D                                | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.50                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.10                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.10                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 42.30         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 41.83         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
| 4D                                | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 12.27         | 112.23                             | 323.62  | 0.90                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 19.79         | 112.23                             | 323.62  | 0.70                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.10                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 24.61         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
| 1C                                | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 68.20         | 113.12                             | 358.92  | 1.00                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.20                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 79.64         | 112.23                             | -94.79  | 0.80                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 42.27         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 29.27         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 18.50         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
| 2C                                | -234.06             | 315.37                           | 42.53                            | 114.02                           | 114.02                           | 34.94                                    | 34.94                                    | 394.21              | -189.59             | 60.45         | 114.02                             | 394.21  | 0.90                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 11.06         | 112.23                             | 323.62  | 1.00                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.10                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 38.45         | 112.23                             | -94.79  | 0.10                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 28.15         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.78         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
| 3C                                | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 45.00         | 113.12                             | 358.92  | 0.40                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 16.01         | 112.23                             | 323.62  | 1.00                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | 323.62  | 0.10                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 41.70         | 112.23                             | -94.79  | 0.10                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 26.95         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 58.89         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
| 4C                                | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 11.12         | 112.23                             | 323.62  | 0.90                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 18.24         | 112.23                             | -94.79  | 0.70                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.00         | 112.23                             | -94.79  | 0.20                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 53.93         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 47.14         | 112.23                             | -94.79  | 0.50                                                      |
| 2A                                | -175.54             | 287.13                           | 42.53                            | 113.12                           | 113.12                           | 30.41                                    | 30.41                                    | 358.92              | -142.19             | 62.29         | 113.12                             | -142.19 | 0.80                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 61.63         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 43.72         | 112.23                             | -94.79  | 0.30                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 55.21         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 45.94         | 112.23                             | -94.79  | 0.40                                                      |
|                                   | -117.03             | 258.89                           | 42.53                            | 112.23                           | 112.23                           | 26.09                                    | 26.09                                    | 323.62              | -94.79              | 73.40         | 112.23                             | -94.79  | 0.60                                                      |
| Indice de sobreesistencia máximo: |                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                          |                                          |                     |                     |               |                                    |         | 1.00                                                      |

ANEXO 11. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en columnas modelo con  
reforzamiento

INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Diámetro<br>Estribo<br>Φ | Número<br>Ramas<br>X | Número<br>Ramas<br>Y | Separación<br>Estribos<br>(S) (cms) | Nu<br>actuante<br>(Ton) | CORTANTE RESISTENTE<br>EN X |                          |                          | CORTANTE RESISTENTE<br>EN Y |                          |                          |
|----------|--------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          |        |                      |                          |                      |                      |                                     |                         | V <sub>cx</sub><br>(Ton)    | V <sub>sx</sub><br>(Ton) | V <sub>rx</sub><br>(Ton) | V <sub>cy</sub><br>(Ton)    | V <sub>sy</sub><br>(Ton) | V <sub>ry</sub><br>(Ton) |
| 1E       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 94.45                   | 23.99                       | 43.54                    | 41.03                    | 23.99                       | 43.54                    | 41.03                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 82.92                   | 23.37                       | 43.54                    | 40.65                    | 23.37                       | 43.54                    | 40.65                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 66.51                   | 22.48                       | 43.54                    | 40.11                    | 22.48                       | 43.54                    | 40.11                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 49.88                   | 21.58                       | 43.54                    | 39.57                    | 21.58                       | 43.54                    | 39.57                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 33.15                   | 20.68                       | 43.54                    | 39.02                    | 20.68                       | 43.54                    | 39.02                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 16.22                   | 19.77                       | 43.54                    | 38.46                    | 19.77                       | 43.54                    | 38.46                    |
| 2E       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 90.35                   | 23.77                       | 43.54                    | 40.89                    | 23.77                       | 43.54                    | 40.89                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 72.52                   | 22.81                       | 43.54                    | 40.31                    | 22.81                       | 43.54                    | 40.31                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 58.17                   | 22.03                       | 43.54                    | 39.84                    | 22.03                       | 43.54                    | 39.84                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 43.73                   | 21.25                       | 43.54                    | 39.36                    | 21.25                       | 43.54                    | 39.36                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 29.29                   | 20.47                       | 43.54                    | 38.89                    | 20.47                       | 43.54                    | 38.89                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 14.62                   | 19.68                       | 43.54                    | 38.41                    | 19.68                       | 43.54                    | 38.41                    |
| 3E       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 106.90                  | 24.66                       | 43.54                    | 41.44                    | 24.66                       | 43.54                    | 41.44                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 88.83                   | 23.69                       | 43.54                    | 40.84                    | 23.69                       | 43.54                    | 40.84                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 71.28                   | 22.74                       | 43.54                    | 40.27                    | 22.74                       | 43.54                    | 40.27                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 53.39                   | 21.77                       | 43.54                    | 39.68                    | 21.77                       | 43.54                    | 39.68                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 35.44                   | 20.80                       | 43.54                    | 39.09                    | 20.80                       | 43.54                    | 39.09                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 17.35                   | 19.83                       | 43.54                    | 38.50                    | 19.83                       | 43.54                    | 38.50                    |
| 4E       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 83.07                   | 23.38                       | 43.54                    | 40.65                    | 23.38                       | 43.54                    | 40.65                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 65.21                   | 22.41                       | 43.54                    | 40.07                    | 22.41                       | 43.54                    | 40.07                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 52.37                   | 21.72                       | 43.54                    | 39.65                    | 21.72                       | 43.54                    | 39.65                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 39.45                   | 21.02                       | 43.54                    | 39.22                    | 21.02                       | 43.54                    | 39.22                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 26.43                   | 20.32                       | 43.54                    | 38.80                    | 20.32                       | 43.54                    | 38.80                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 13.22                   | 19.61                       | 43.54                    | 38.36                    | 19.61                       | 43.54                    | 38.36                    |
| 3B       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 97.11                   | 24.13                       | 43.54                    | 41.11                    | 24.13                       | 43.54                    | 41.11                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 77.82                   | 23.09                       | 43.54                    | 40.48                    | 23.09                       | 43.54                    | 40.48                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 62.53                   | 22.27                       | 43.54                    | 39.98                    | 22.27                       | 43.54                    | 39.98                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 46.91                   | 21.42                       | 43.54                    | 39.47                    | 21.42                       | 43.54                    | 39.47                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 31.20                   | 20.58                       | 43.54                    | 38.95                    | 20.58                       | 43.54                    | 38.95                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 15.23                   | 19.71                       | 43.54                    | 38.43                    | 19.71                       | 43.54                    | 38.43                    |
| 4B       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 61.94                   | 22.23                       | 43.54                    | 39.96                    | 22.23                       | 43.54                    | 39.96                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 47.61                   | 21.46                       | 43.54                    | 39.49                    | 21.46                       | 43.54                    | 39.49                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 38.45                   | 20.97                       | 43.54                    | 39.19                    | 20.97                       | 43.54                    | 39.19                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 29.17                   | 20.47                       | 43.54                    | 38.89                    | 20.47                       | 43.54                    | 38.89                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 19.67                   | 19.95                       | 43.54                    | 38.57                    | 19.95                       | 43.54                    | 38.57                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 9.82                    | 19.42                       | 43.54                    | 38.25                    | 19.42                       | 43.54                    | 38.25                    |
| 1A       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 84.35                   | 23.44                       | 43.54                    | 40.70                    | 23.44                       | 43.54                    | 40.70                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 80.92                   | 23.26                       | 43.54                    | 40.58                    | 23.26                       | 43.54                    | 40.58                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 64.76                   | 22.39                       | 43.54                    | 40.05                    | 22.39                       | 43.54                    | 40.05                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 48.54                   | 21.51                       | 43.54                    | 39.52                    | 21.51                       | 43.54                    | 39.52                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 32.29                   | 20.63                       | 43.54                    | 38.99                    | 20.63                       | 43.54                    | 38.99                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 15.80                   | 19.74                       | 43.54                    | 38.45                    | 19.74                       | 43.54                    | 38.45                    |
| 1D       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 159.72                  | 27.51                       | 43.54                    | 43.17                    | 27.51                       | 43.54                    | 43.17                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 139.12                  | 26.40                       | 43.54                    | 42.49                    | 26.40                       | 43.54                    | 42.49                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 108.78                  | 24.76                       | 43.54                    | 41.50                    | 24.76                       | 43.54                    | 41.50                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 81.46                   | 23.29                       | 43.54                    | 40.60                    | 23.29                       | 43.54                    | 40.60                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 54.16                   | 21.82                       | 43.54                    | 39.71                    | 21.82                       | 43.54                    | 39.71                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 27.04                   | 20.35                       | 43.54                    | 38.82                    | 20.35                       | 43.54                    | 38.82                    |
| 2D       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 176.34                  | 28.41                       | 43.54                    | 43.71                    | 28.41                       | 43.54                    | 43.71                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 144.92                  | 26.71                       | 43.54                    | 42.68                    | 26.71                       | 43.54                    | 42.68                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 115.81                  | 25.14                       | 43.54                    | 41.73                    | 25.14                       | 43.54                    | 41.73                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 86.89                   | 23.58                       | 43.54                    | 40.78                    | 23.58                       | 43.54                    | 40.78                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 58.07                   | 22.03                       | 43.54                    | 39.83                    | 22.03                       | 43.54                    | 39.83                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 29.45                   | 20.48                       | 43.54                    | 38.90                    | 20.48                       | 43.54                    | 38.90                    |
| 3D       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 180.84                  | 28.65                       | 43.54                    | 43.86                    | 28.65                       | 43.54                    | 43.86                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 149.99                  | 26.99                       | 43.54                    | 42.85                    | 26.99                       | 43.54                    | 42.85                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 120.08                  | 25.37                       | 43.54                    | 41.87                    | 25.37                       | 43.54                    | 41.87                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 90.03                   | 23.75                       | 43.54                    | 40.88                    | 23.75                       | 43.54                    | 40.88                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 60.08                   | 22.13                       | 43.54                    | 39.90                    | 22.13                       | 43.54                    | 39.90                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 30.36                   | 20.53                       | 43.54                    | 38.93                    | 20.53                       | 43.54                    | 38.93                    |
| 4D       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 144.52                  | 26.69                       | 43.54                    | 42.67                    | 26.69                       | 43.54                    | 42.67                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 113.98                  | 25.04                       | 43.54                    | 41.67                    | 25.04                       | 43.54                    | 41.67                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 90.90                   | 23.80                       | 43.54                    | 40.91                    | 23.80                       | 43.54                    | 40.91                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 68.01                   | 22.56                       | 43.54                    | 40.16                    | 22.56                       | 43.54                    | 40.16                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 45.14                   | 21.33                       | 43.54                    | 39.41                    | 21.33                       | 43.54                    | 39.41                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 22.44                   | 20.10                       | 43.54                    | 38.67                    | 20.10                       | 43.54                    | 38.67                    |
| 1C       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 148.31                  | 26.90                       | 43.54                    | 42.79                    | 26.90                       | 43.54                    | 42.79                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 137.28                  | 26.30                       | 43.54                    | 42.43                    | 26.30                       | 43.54                    | 42.43                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 109.80                  | 24.82                       | 43.54                    | 41.53                    | 24.82                       | 43.54                    | 41.53                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 82.57                   | 23.35                       | 43.54                    | 40.64                    | 23.35                       | 43.54                    | 40.64                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 55.25                   | 21.87                       | 43.54                    | 39.74                    | 21.87                       | 43.54                    | 39.74                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 28.24                   | 20.42                       | 43.54                    | 38.86                    | 20.42                       | 43.54                    | 38.86                    |

**INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS**

| Columnas | Nivel  | Sección<br>(cm x cm) | Diámetro<br>Estribo<br>Φ | Número<br>Ramas<br>X | Número<br>Ramas<br>Y | Separación<br>Estribos<br>(S) (cms) | Nu<br>actuante<br>(Ton) | CORTANTE RESISTENTE<br>EN X |                          |                          | CORTANTE RESISTENTE<br>EN Y |                          |                          |
|----------|--------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          |        |                      |                          |                      |                      |                                     |                         | V <sub>cx</sub><br>(Ton)    | V <sub>sx</sub><br>(Ton) | V <sub>rx</sub><br>(Ton) | V <sub>cy</sub><br>(Ton)    | V <sub>sy</sub><br>(Ton) | V <sub>ry</sub><br>(Ton) |
| 2C       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 177.00                  | 28.45                       | 43.54                    | 43.73                    | 28.45                       | 43.54                    | 43.73                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 138.00                  | 26.34                       | 43.54                    | 42.45                    | 26.34                       | 43.54                    | 42.45                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 128.05                  | 25.80                       | 43.54                    | 42.13                    | 25.80                       | 43.54                    | 42.13                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 95.43                   | 24.04                       | 43.54                    | 41.06                    | 24.04                       | 43.54                    | 41.06                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 63.00                   | 22.29                       | 43.54                    | 40.00                    | 22.29                       | 43.54                    | 40.00                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 30.77                   | 20.55                       | 43.54                    | 38.94                    | 20.55                       | 43.54                    | 38.94                    |
| 3C       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 183.12                  | 28.78                       | 43.54                    | 43.93                    | 28.78                       | 43.54                    | 43.93                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 117.00                  | 25.21                       | 43.54                    | 41.77                    | 25.21                       | 43.54                    | 41.77                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 119.34                  | 25.33                       | 43.54                    | 41.84                    | 25.33                       | 43.54                    | 41.84                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 89.31                   | 23.71                       | 43.54                    | 40.86                    | 23.71                       | 43.54                    | 40.86                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 59.53                   | 22.10                       | 43.54                    | 39.88                    | 22.10                       | 43.54                    | 39.88                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 30.16                   | 20.52                       | 43.54                    | 38.92                    | 20.52                       | 43.54                    | 38.92                    |
| 4C       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 128.67                  | 25.84                       | 43.54                    | 42.15                    | 25.84                       | 43.54                    | 42.15                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 101.60                  | 24.38                       | 43.54                    | 41.26                    | 24.38                       | 43.54                    | 41.26                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 81.17                   | 23.27                       | 43.54                    | 40.59                    | 23.27                       | 43.54                    | 40.59                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 60.99                   | 22.18                       | 43.54                    | 39.93                    | 22.18                       | 43.54                    | 39.93                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 40.90                   | 21.10                       | 43.54                    | 39.27                    | 21.10                       | 43.54                    | 39.27                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 2                    | 10.00                               | 21.00                   | 20.03                       | 43.54                    | 38.62                    | 20.03                       | 43.54                    | 38.62                    |
| 2A       | Sótano | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 99.24                   | 24.25                       | 43.54                    | 41.18                    | 24.25                       | 43.54                    | 41.18                    |
|          | Piso 1 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 57.77                   | 22.01                       | 43.54                    | 39.82                    | 22.01                       | 43.54                    | 39.82                    |
|          | Piso 2 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 46.53                   | 21.40                       | 43.54                    | 39.46                    | 21.40                       | 43.54                    | 39.46                    |
|          | Piso 3 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 35.13                   | 20.79                       | 43.54                    | 39.08                    | 20.79                       | 43.54                    | 39.08                    |
|          | Piso 4 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 23.65                   | 20.17                       | 43.54                    | 38.71                    | 20.17                       | 43.54                    | 38.71                    |
|          | Piso 5 | 50 x 50              | 3/8                      | 3                    | 3                    | 10.00                               | 11.93                   | 19.54                       | 43.54                    | 38.32                    | 19.54                       | 43.54                    | 38.32                    |



**INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS**

| Columnas | CORTANTE ACTUANTE PLASTICO |                 |                     |                 |                 |                     | CORTANTE ACTUANTE ELASTICO (Ton) |                 | INDICES DE SOBRESFUERZO |      |
|----------|----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------|------|
|          | Mx (+)<br>(t-m)            | Mx (-)<br>(t-m) | Cortante X<br>(Ton) | My (+)<br>(t-m) | My (-)<br>(t-m) | Cortante Y<br>(Ton) | Direcció<br>n X                  | Direcció<br>n Y | X                       | Y    |
| 1E       | 15.20                      | -18.00          | -1.19               | 22.20           | -24.10          | -0.81               | 17.50                            | 11.30           | 0.43                    | 0.28 |
|          | 10.70                      | -14.70          | -1.70               | 10.50           | -13.40          | -1.23               | 15.80                            | 13.70           | 0.39                    | 0.34 |
|          | 7.90                       | -10.80          | -1.23               | 6.60            | -10.40          | -1.62               | 13.70                            | 13.00           | 0.34                    | 0.32 |
|          | 4.60                       | -7.60           | -1.28               | 4.60            | -8.60           | -1.70               | 12.10                            | 11.00           | 0.31                    | 0.28 |
|          | 2.00                       | -4.90           | -1.23               | 2.20            | -5.70           | -1.49               | 8.80                             | 8.70            | 0.23                    | 0.22 |
|          | -0.40                      | -2.10           | -1.06               | -1.80           | -4.80           | -2.81               | 9.10                             | 5.30            | 0.24                    | 0.14 |
| 2E       | 15.80                      | -17.20          | -0.60               | 16.50           | -18.50          | -0.85               | 12.30                            | 10.10           | 0.30                    | 0.25 |
|          | 12.30                      | -12.40          | -0.04               | 5.50            | -8.70           | -1.36               | 9.80                             | 12.30           | 0.24                    | 0.31 |
|          | 10.00                      | -8.40           | 0.68                | 2.70            | -6.00           | -1.40               | 8.30                             | 12.30           | 0.21                    | 0.31 |
|          | 6.60                       | -5.30           | 0.55                | 1.30            | -5.10           | -1.62               | 7.80                             | 10.00           | 0.20                    | 0.25 |
|          | 4.10                       | -2.60           | 0.64                | 0.00            | -3.10           | -1.32               | 5.50                             | 7.80            | 0.14                    | 0.20 |
|          | 1.50                       | 0.10            | 0.68                | -2.10           | -4.50           | -2.81               | 7.20                             | 4.30            | 0.19                    | 0.11 |
| 3E       | 15.50                      | -15.40          | 0.04                | 10.80           | -12.20          | -0.60               | 7.50                             | 8.60            | 0.18                    | 0.21 |
|          | 14.80                      | -12.80          | 0.85                | 5.40            | -9.60           | -1.79               | 10.90                            | 16.10           | 0.27                    | 0.39 |
|          | 9.70                       | -9.70           | 0.00                | 2.00            | -5.30           | -1.40               | 7.40                             | 12.30           | 0.18                    | 0.31 |
|          | 7.30                       | -6.50           | 0.34                | 1.00            | -5.10           | -1.74               | 7.50                             | 10.70           | 0.19                    | 0.27 |
|          | 4.20                       | -3.50           | 0.30                | -0.20           | -3.10           | -1.40               | 5.10                             | 7.80            | 0.13                    | 0.20 |
|          | 1.50                       | -0.40           | 0.47                | -2.40           | -4.80           | -3.06               | 7.60                             | 4.20            | 0.20                    | 0.11 |
| 4E       | 19.50                      | -21.50          | -0.85               | 8.70            | -10.10          | -0.60               | 6.30                             | 16.80           | 0.15                    | 0.41 |
|          | 17.20                      | -18.20          | -0.43               | 6.80            | -10.50          | -1.57               | 11.40                            | 15.90           | 0.28                    | 0.40 |
|          | 10.00                      | -8.60           | 0.60                | 4.90            | -8.70           | -1.62               | 10.80                            | 12.70           | 0.27                    | 0.32 |
|          | 7.50                       | -6.60           | 0.38                | 2.80            | -7.00           | -1.79               | 9.60                             | 11.00           | 0.24                    | 0.28 |
|          | 4.40                       | -3.20           | 0.51                | 1.20            | -4.90           | -1.57               | 7.20                             | 8.10            | 0.19                    | 0.21 |
|          | 1.70                       | -0.30           | 0.60                | -1.80           | -4.40           | -2.64               | 7.90                             | 4.40            | 0.21                    | 0.11 |
| 3B       | 17.60                      | -15.60          | 0.85                | 13.10           | -12.30          | 0.34                | 9.00                             | 13.20           | 0.22                    | 0.32 |
|          | 17.00                      | -12.00          | 2.13                | 10.10           | -7.80           | 0.98                | 10.70                            | 15.70           | 0.26                    | 0.39 |
|          | 8.90                       | -9.10           | -0.09               | 6.60            | -4.40           | 0.94                | 8.80                             | 11.60           | 0.22                    | 0.29 |
|          | 7.20                       | -5.60           | 0.68                | 5.50            | -2.70           | 1.19                | 8.00                             | 10.40           | 0.20                    | 0.26 |
|          | 4.20                       | -2.90           | 0.55                | 3.50            | -1.00           | 1.06                | 5.80                             | 7.70            | 0.15                    | 0.20 |
|          | 1.70                       | -0.10           | 0.68                | 3.50            | 1.70            | 2.21                | 6.00                             | 4.20            | 0.16                    | 0.11 |
| 4B       | 17.30                      | -20.40          | -1.32               | 10.40           | -9.50           | 0.38                | 6.60                             | 15.80           | 0.17                    | 0.40 |
|          | 16.30                      | -16.90          | -0.26               | 11.40           | -9.30           | 0.89                | 12.70                            | 15.20           | 0.32                    | 0.38 |
|          | 9.30                       | -7.50           | 0.77                | 9.80            | -7.60           | 0.94                | 12.20                            | 11.80           | 0.31                    | 0.30 |
|          | 7.30                       | -6.00           | 0.55                | 7.60            | -4.90           | 1.15                | 10.30                            | 10.40           | 0.26                    | 0.27 |
|          | 4.30                       | -2.80           | 0.64                | 5.10            | -2.50           | 1.11                | 7.50                             | 7.70            | 0.19                    | 0.20 |
|          | 1.90                       | 0.00            | 0.81                | 3.40            | 0.90            | 1.83                | 6.00                             | 4.60            | 0.16                    | 0.12 |
| 1A       | 15.80                      | -17.20          | -0.60               | 17.00           | -16.40          | 0.26                | 6.50                             | 10.30           | 0.16                    | 0.25 |
|          | 9.70                       | -12.00          | -0.98               | 2.60            | -3.20           | -0.26               | 6.40                             | 10.60           | 0.16                    | 0.26 |
|          | 7.80                       | -10.70          | -1.23               | 13.80           | -8.70           | 2.17                | 16.30                            | 12.80           | 0.41                    | 0.32 |
|          | 4.20                       | -6.70           | -1.06               | 7.70            | -4.30           | 1.45                | 11.60                            | 10.00           | 0.29                    | 0.25 |
|          | 2.00                       | -4.50           | -1.06               | 5.90            | -2.40           | 1.49                | 8.80                             | 8.00            | 0.23                    | 0.21 |
|          | -0.30                      | -1.90           | -0.94               | 4.60            | 1.30            | 2.51                | 9.40                             | 5.00            | 0.24                    | 0.13 |
| 1D       | 12.30                      | -16.80          | -1.91               | 27.10           | -28.20          | -0.47               | 24.00                            | 11.40           | 0.56                    | 0.26 |
|          | 8.70                       | -15.00          | -2.68               | 21.60           | -22.00          | -0.17               | 25.10                            | 14.00           | 0.59                    | 0.33 |
|          | 6.50                       | -10.70          | -1.79               | 15.60           | -16.60          | -0.43               | 21.00                            | 12.90           | 0.51                    | 0.31 |
|          | 3.40                       | -8.00           | -1.96               | 12.80           | -13.90          | -0.47               | 18.00                            | 11.20           | 0.44                    | 0.28 |
|          | 1.00                       | -5.70           | -2.00               | 8.20            | -9.50           | -0.55               | 13.20                            | 9.30            | 0.33                    | 0.23 |
|          | -1.10                      | -2.80           | -1.66               | 3.90            | -5.70           | -0.77               | 9.00                             | 5.70            | 0.23                    | 0.15 |
| 2D       | 13.50                      | -15.10          | -0.68               | 19.40           | -20.10          | -0.30               | 14.90                            | 8.70            | 0.34                    | 0.20 |
|          | 10.80                      | -12.00          | -0.51               | 12.10           | -12.60          | -0.21               | 14.40                            | 11.00           | 0.34                    | 0.26 |
|          | 7.60                       | -9.00           | -0.60               | 8.10            | -9.30           | -0.51               | 12.10                            | 10.80           | 0.29                    | 0.26 |
|          | 4.80                       | -6.00           | -0.51               | 6.30            | -7.60           | -0.55               | 10.60                            | 8.90            | 0.26                    | 0.22 |
|          | 2.40                       | -3.60           | -0.51               | 3.70            | -4.80           | -0.47               | 7.50                             | 6.80            | 0.19                    | 0.17 |
|          | 0.00                       | -1.30           | -0.55               | 0.40            | -3.50           | -1.32               | 6.90                             | 4.30            | 0.18                    | 0.11 |
| 3D       | 13.70                      | -13.10          | 0.26                | 12.50           | -12.70          | -0.09               | 8.30                             | 7.90            | 0.19                    | 0.18 |
|          | 15.10                      | -10.60          | 1.91                | 11.70           | -12.10          | -0.17               | 14.20                            | 16.50           | 0.33                    | 0.39 |
|          | 9.70                       | -8.20           | 0.64                | 6.70            | -7.50           | -0.34               | 10.00                            | 12.40           | 0.24                    | 0.30 |
|          | 7.90                       | -5.00           | 1.23                | 5.80            | -6.80           | -0.43               | 9.20                             | 11.10           | 0.23                    | 0.27 |
|          | 5.20                       | -2.30           | 1.23                | 3.30            | -4.40           | -0.47               | 6.70                             | 8.70            | 0.17                    | 0.22 |
|          | 2.30                       | 0.30            | 1.11                | 1.00            | -2.60           | -0.68               | 5.00                             | 4.70            | 0.13                    | 0.12 |
| 4D       | 16.40                      | -19.40          | -1.28               | 10.60           | -10.60          | 0.00                | 6.90                             | 15.40           | 0.16                    | 0.36 |
|          | 15.50                      | -16.60          | -0.47               | 12.80           | -13.30          | -0.21               | 15.30                            | 14.50           | 0.37                    | 0.35 |
|          | 9.80                       | -7.30           | 1.06                | 12.10           | -13.20          | -0.47               | 15.90                            | 12.30           | 0.39                    | 0.30 |
|          | 7.40                       | -5.60           | 0.77                | 9.10            | -10.30          | -0.51               | 13.30                            | 10.60           | 0.33                    | 0.26 |
|          | 4.70                       | -2.50           | 0.94                | 6.00            | -7.50           | -0.64               | 10.30                            | 8.00            | 0.26                    | 0.20 |
|          | 2.30                       | 0.20            | 1.06                | 3.10            | -4.30           | -0.51               | 6.50                             | 5.00            | 0.17                    | 0.13 |
| 1C       | 12.60                      | -15.60          | -1.28               | 22.30           | -21.60          | 0.30                | 15.30                            | 9.60            | 0.36                    | 0.22 |
|          | 9.40                       | -13.40          | -1.70               | 16.00           | -13.80          | 0.94                | 20.70                            | 12.90           | 0.49                    | 0.30 |
|          | 5.90                       | -10.70          | -2.04               | 17.60           | -17.60          | 0.00                | 21.60                            | 12.80           | 0.52                    | 0.31 |
|          | 3.30                       | -7.70           | -1.87               | 13.50           | -12.60          | 0.38                | 17.60                            | 10.90           | 0.43                    | 0.27 |
|          | 0.90                       | -5.60           | -2.00               | 9.30            | -8.50           | 0.34                | 13.00                            | 9.20            | 0.33                    | 0.23 |
|          | -1.10                      | -2.90           | -1.70               | 5.30            | -4.10           | 0.51                | 8.40                             | 5.80            | 0.22                    | 0.15 |

**INDICES DE SOBRESFUERZO POR CORTANTE EN COLUMNAS**

| Columnas                           | CORTANTE ACTUANTE PLASTICO |                 |                     |                 |                 |                     | CORTANTE ACTUANTE ELASTICO (Ton) |             | INDICES DE SOBRESFUERZO |      |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|-------------|-------------------------|------|
|                                    | Mx (+)<br>(t-m)            | Mx (-)<br>(t-m) | Cortante X<br>(Ton) | My (+)<br>(t-m) | My (-)<br>(t-m) | Cortante Y<br>(Ton) | Dirección X                      | Dirección Y | X                       | Y    |
| 2C                                 | 13.10                      | -19.40          | -2.68               | 19.50           | -20.00          | -0.21               | 14.80                            | 15.60       | 0.34                    | 0.36 |
|                                    | 12.20                      | -20.70          | -3.62               | 12.90           | -12.10          | 0.34                | 14.70                            | 20.50       | 0.35                    | 0.48 |
|                                    | 10.70                      | -15.50          | -2.04               | 9.20            | -8.20           | 0.43                | 12.10                            | 18.80       | 0.29                    | 0.45 |
|                                    | 7.20                       | -13.10          | -2.51               | 7.60            | -6.30           | 0.55                | 10.60                            | 17.00       | 0.26                    | 0.41 |
|                                    | 4.00                       | -9.60           | -2.38               | 4.70            | -3.90           | 0.34                | 7.30                             | 13.60       | 0.18                    | 0.34 |
|                                    | 1.20                       | -6.60           | -2.30               | 3.70            | -0.30           | 1.45                | 7.20                             | 10.50       | 0.18                    | 0.27 |
| 3C                                 | 17.30                      | -14.60          | 1.15                | 14.70           | -14.00          | 0.30                | 11.60                            | 13.80       | 0.26                    | 0.31 |
|                                    | 20.70                      | -13.40          | 3.11                | 14.30           | -12.00          | 0.98                | 15.70                            | 21.30       | 0.38                    | 0.51 |
|                                    | 15.90                      | -12.30          | 1.53                | 10.50           | -8.30           | 0.94                | 13.30                            | 19.50       | 0.32                    | 0.47 |
|                                    | 13.20                      | -8.40           | 2.04                | 8.80            | -6.10           | 1.15                | 11.70                            | 17.20       | 0.29                    | 0.42 |
|                                    | 9.90                       | -4.70           | 2.21                | 6.00            | -3.60           | 1.02                | 8.50                             | 14.00       | 0.21                    | 0.35 |
|                                    | 5.90                       | -2.00           | 1.66                | 4.70            | -0.10           | 1.96                | 7.80                             | 8.70        | 0.20                    | 0.22 |
| 4C                                 | 15.90                      | -19.10          | -1.36               | 11.70           | -10.80          | 0.38                | 8.40                             | 15.00       | 0.20                    | 0.36 |
|                                    | 15.10                      | -16.10          | -0.43               | 15.90           | -13.80          | 0.89                | 18.60                            | 14.10       | 0.45                    | 0.34 |
|                                    | 9.30                       | -6.90           | 1.02                | 15.70           | -13.30          | 1.02                | 18.90                            | 11.70       | 0.47                    | 0.29 |
|                                    | 7.30                       | -5.40           | 0.81                | 12.50           | -9.80           | 1.15                | 15.80                            | 10.40       | 0.40                    | 0.26 |
|                                    | 4.50                       | -2.50           | 0.85                | 9.00            | -6.20           | 1.19                | 11.80                            | 7.70        | 0.30                    | 0.20 |
|                                    | 2.70                       | 0.50            | 1.36                | 6.00            | -2.20           | 1.62                | 8.70                             | 5.90        | 0.23                    | 0.15 |
| 2A                                 | 16.10                      | -16.90          | -0.34               | 18.90           | -16.60          | 0.98                | 13.50                            | 9.90        | 0.33                    | 0.24 |
|                                    | 11.50                      | -11.20          | 0.13                | 10.30           | -5.30           | 2.13                | 11.00                            | 11.70       | 0.28                    | 0.29 |
|                                    | 10.50                      | -7.20           | 1.40                | 5.30            | -2.90           | 1.02                | 7.90                             | 12.70       | 0.20                    | 0.32 |
|                                    | 6.80                       | -4.40           | 1.02                | 5.10            | -1.40           | 1.57                | 7.80                             | 10.10       | 0.20                    | 0.26 |
|                                    | 4.60                       | -1.80           | 1.19                | 3.00            | -0.10           | 1.23                | 5.50                             | 8.20        | 0.14                    | 0.21 |
|                                    | 2.00                       | 0.70            | 1.15                | 4.20            | 1.90            | 2.60                | 6.80                             | 4.80        | 0.18                    | 0.13 |
| Indice de sobrerresistencia máximo |                            |                 |                     |                 |                 |                     |                                  |             | 0.59                    |      |

ANEXO 12. Índices de sobreesfuerzo por Flexión en vigas modelo con  
reforzamiento

INDICES DE FLEXIÓN EN VIGAS

| Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm) | As (cms2) (Izq) | As (cms2) (Centro) | As (cms2) (Der) | M actuante (t-m) (Izq) | M actuante (t-m) (Centro) | M actuante (t-m) (Der) | Mresistente (Izq) | Mresistente (t_m) (Centro) | Mresistente (t_m) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) | a (Izq) | a (centro) | a (der) |
|---------------|-----------------|-------|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------|------------|---------|
| 0.00          | VC-1-5          | VS-C  | 40 x 50           | 5.94            | 5.08               | 22.80           | 17.06                  | 4.36                      | 17.45                  | 85.03             | 73.11                      | 291.76                  | 0.20         | 0.06            | 0.06         | 3.49    | 2.99       | 13.41   |
|               |                 |       | 40 x 50           | 22.80           | 13.00              | 22.80           | 24.51                  | 10.02                     | 23.84                  | 291.76            | 177.83                     | 291.76                  | 0.08         | 0.06            | 0.08         | 13.41   | 7.65       | 13.41   |
|               |                 |       | 40 x 50           | 22.80           | 5.08               | 5.94            | 19.62                  | 4.90                      | 17.41                  | 291.76            | 73.11                      | 85.03                   | 0.07         | 0.07            | 0.20         | 13.41   | 2.99       | 3.49    |
| 0.00          | VD-1-2"         | VS-D  | 40 x 50           | 5.94            | 5.08               | 9.00            | 18.57                  | 4.77                      | 16.95                  | 85.03             | 73.11                      | 126.35                  | 0.22         | 0.07            | 0.13         | 3.49    | 2.99       | 5.29    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 13.86           | 8.89               | 13.86           | 20.52                  | 0.00                      | 0.00                   | 188.52            | 124.90                     | 188.52                  | 0.11         | 0.00            | 0.00         | 8.15    | 5.23       | 8.15    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 13.86           | 8.89               | 23.04           | 20.52                  | 5.16                      | 20.65                  | 188.52            | 124.90                     | 294.33                  | 0.11         | 0.04            | 0.07         | 8.15    | 5.23       | 13.55   |
| 0.00          | VD-3'-5         | VS-D1 | 40 x 50           | 23.04           | 5.00               | 8.55            | 10.65                  | 0.00                      | 0.00                   | 294.33            | 72.00                      | 120.38                  | 0.04         | 0.00            | 0.00         | 13.55   | 2.94       | 5.03    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 14.25           | 3.81               | 25.65           | 0.00                   | 0.00                      | 13.39                  | 193.32            | 55.27                      | 321.65                  | 0.00         | 0.00            | 0.04         | 8.38    | 2.24       | 15.09   |
|               |                 |       | 40 x 50           | 25.65           | 6.35               | 11.88           | 20.70                  | 5.17                      | 18.81                  | 321.65            | 90.66                      | 163.71                  | 0.06         | 0.06            | 0.11         | 15.09   | 3.74       | 6.99    |
| 0.00          | V1-E-C          | VS-1  | 40 x 50           | 11.88           | 6.35               | 11.88           | 19.41                  | 5.32                      | 17.92                  | 163.71            | 90.66                      | 163.71                  | 0.12         | 0.06            | 0.11         | 6.99    | 3.74       | 6.99    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 3.81            | 5.08               | 3.81            | 26.16                  | 6.54                      | 23.75                  | 66.94             | 88.67                      | 66.94                   | 0.39         | 0.07            | 0.35         | 2.24    | 2.99       | 2.24    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 3.81            | 5.08               | 3.81            | 25.17                  | 6.50                      | 26.01                  | 66.94             | 88.67                      | 66.94                   | 0.38         | 0.07            | 0.39         | 2.24    | 2.99       | 2.24    |
| 0.00          | V2-E-A          | VS-2  | 40 x 60           | 5.94            | 5.08               | 5.94            | 16.02                  | 4.00                      | 14.98                  | 103.22            | 88.67                      | 103.22                  | 0.16         | 0.05            | 0.15         | 3.49    | 2.99       | 3.49    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 5.94            | 5.08               | 13.86           | 15.15                  | 3.79                      | 14.78                  | 103.22            | 88.67                      | 230.95                  | 0.15         | 0.04            | 0.06         | 3.49    | 2.99       | 8.15    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 13.86           | 5.08               | 5.94            | 15.53                  | 9.58                      | 19.12                  | 230.95            | 88.67                      | 103.22                  | 0.07         | 0.11            | 0.19         | 8.15    | 2.99       | 3.49    |
| 0.00          | V3-E-A          | VS-3  | 40 x 60           | 5.94            | 5.08               | 5.94            | 13.63                  | 3.41                      | 12.92                  | 103.22            | 88.67                      | 103.22                  | 0.13         | 0.04            | 0.13         | 3.49    | 2.99       | 3.49    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 5.94            | 5.08               | 13.86           | 12.72                  | 3.18                      | 12.20                  | 103.22            | 88.67                      | 230.95                  | 0.12         | 0.04            | 0.05         | 3.49    | 2.99       | 8.15    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 13.86           | 5.08               | 5.94            | 13.23                  | 3.61                      | 14.45                  | 230.95            | 88.67                      | 103.22                  | 0.06         | 0.04            | 0.14         | 8.15    | 2.99       | 3.49    |
| 0.00          | V4-E-A          | VS-4  | 40 x 60           | 5.94            | 5.08               | 5.94            | 12.10                  | 3.03                      | 11.72                  | 103.22            | 88.67                      | 103.22                  | 0.12         | 0.03            | 0.11         | 3.49    | 2.99       | 3.49    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 5.94            | 5.08               | 13.86           | 11.71                  | 2.93                      | 11.47                  | 103.22            | 88.67                      | 230.95                  | 0.11         | 0.03            | 0.05         | 3.49    | 2.99       | 8.15    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 13.86           | 5.08               | 5.94            | 12.31                  | 3.31                      | 13.24                  | 230.95            | 88.67                      | 103.22                  | 0.05         | 0.04            | 0.13         | 8.15    | 2.99       | 3.49    |
| PT            | VA-0-2          | VE-A  | 40 x 50           | 5.94            | 2.54               | 9.75            | 0.00                   | 0.00                      | 1.93                   | 85.03             | 37.14                      | 136.22                  | 0.00         | 0.00            | 0.01         | 3.49    | 1.49       | 5.74    |
| PT            | VB-3'-4         | VE-B  | 40 x 50           | 9.75            | 6.35               | 9.04            | 22.39                  | 5.60                      | 20.82                  | 136.22            | 90.66                      | 126.88                  | 0.16         | 0.06            | 0.16         | 5.74    | 3.74       | 5.32    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 5.94            | 7.18               | 9.75            | 0.00                   | 0.00                      | 6.27                   | 85.03             | 101.98                     | 136.22                  | 0.00         | 0.00            | 0.05         | 3.49    | 4.22       | 5.74    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 9.75            | 5.08               | 9.04            | 24.20                  | 6.05                      | 22.85                  | 136.22            | 73.11                      | 126.88                  | 0.18         | 0.08            | 0.18         | 5.74    | 2.99       | 5.32    |
| PT            | VC-0-4"         | VE-C  | 40 x 50           | 16.32           | 2.54               | 16.32           | 0.00                   | 0.00                      | 3.28                   | 218.36            | 37.14                      | 218.36                  | 0.00         | 0.00            | 0.02         | 9.60    | 1.49       | 9.60    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 16.32           | 7.62               | 22.49           | 25.17                  | 6.29                      | 23.00                  | 218.36            | 107.93                     | 288.42                  | 0.12         | 0.06            | 0.08         | 9.60    | 4.48       | 13.23   |
|               |                 |       | 40 x 50           | 22.49           | 10.16              | 26.30           | 25.63                  | 8.02                      | 24.26                  | 288.42            | 141.58                     | 328.26                  | 0.09         | 0.06            | 0.07         | 13.23   | 5.98       | 15.47   |
| PT            | VD-0-2"         | VE-D  | 40 x 50           | 26.30           | 5.08               | 11.73           | 24.53                  | 6.13                      | 23.47                  | 328.26            | 73.11                      | 161.80                  | 0.07         | 0.08            | 0.15         | 15.47   | 2.99       | 6.90    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 11.73           | 5.08               | 11.73           | 1.72                   | 0.00                      | 0.00                   | 161.80            | 73.11                      | 161.80                  | 0.01         | 0.00            | 0.00         | 6.90    | 2.99       | 6.90    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 5.94            | 2.54               | 13.86           | 0.00                   | 0.00                      | 3.31                   | 85.03             | 37.14                      | 188.52                  | 0.00         | 0.00            | 0.02         | 3.49    | 1.49       | 8.15    |
| PT            | VD-3'-4'        | VE-D1 | 40 x 50           | 13.86           | 5.08               | 21.78           | 25.19                  | 6.30                      | 22.90                  | 188.52            | 73.11                      | 280.71                  | 0.13         | 0.09            | 0.08         | 8.15    | 2.99       | 12.81   |
|               |                 |       | 40 x 50           | 21.78           | 5.00               | 5.94            | 9.38                   | 0.00                      | 0.00                   | 280.71            | 72.00                      | 85.03                   | 0.03         | 0.00            | 0.00         | 12.81   | 2.94       | 3.49    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 5.94            | 7.92               | 28.75           | 0.00                   | 0.00                      | 12.33                  | 85.03             | 111.96                     | 352.50                  | 0.00         | 0.00            | 0.03         | 3.49    | 4.66       | 16.91   |
| PT            | VE-0-2'         | VE-E  | 40 x 50           | 28.75           | 11.02              | 11.02           | 24.84                  | 6.21                      | 22.61                  | 352.50            | 152.71                     | 152.71                  | 0.07         | 0.04            | 0.15         | 16.91   | 6.48       | 6.48    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 11.02           | 5.08               | 11.02           | 1.73                   | 0.00                      | 0.00                   | 152.71            | 73.11                      | 152.71                  | 0.01         | 0.00            | 0.00         | 6.48    | 2.99       | 6.48    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 9.04            | 3.81               | 9.04            | 0.00                   | 0.00                      | 2.01                   | 126.88            | 55.27                      | 126.88                  | 0.00         | 0.00            | 0.02         | 5.32    | 2.24       | 5.32    |
| PT            | VE-3'-4         | VE-E1 | 40 x 50           | 9.04            | 10.16              | 8.48            | 24.07                  | 6.02                      | 21.80                  | 126.88            | 141.58                     | 119.45                  | 0.19         | 0.04            | 0.18         | 5.32    | 5.98       | 4.99    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 8.48            | 3.81               | 8.48            | 1.16                   | 0.00                      | 0.00                   | 119.45            | 55.27                      | 119.45                  | 0.01         | 0.00            | 0.00         | 4.99    | 2.24       | 4.99    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 3.81            | 2.10               | 11.73           | 0.00                   | 0.00                      | 6.45                   | 55.27             | 30.79                      | 161.80                  | 0.00         | 0.00            | 0.04         | 2.24    | 1.24       | 6.90    |
| PT            | V1              | VE-1  | 40 x 50           | 11.73           | 5.08               | 6.35            | 24.95                  | 6.24                      | 22.48                  | 161.80            | 73.11                      | 90.66                   | 0.15         | 0.09            | 0.25         | 6.90    | 2.99       | 3.74    |
|               |                 |       | 40 x 50           | 6.35            | 5.08               | 6.35            | 0.44                   | 0.00                      | 0.00                   | 90.66             | 73.11                      | 90.66                   | 0.00         | 0.00            | 0.00         | 3.74    | 2.99       | 3.74    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 25.16                  | 6.29                      | 21.99                  | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.23         | 0.05            | 0.13         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
| PT            | V2              | VE-2  | 40 x 60           | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 22.92                  | 5.73                      | 22.75                  | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.14         | 0.06            | 0.14         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 22.78                  | 6.36                      | 25.44                  | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.14         | 0.07            | 0.23         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 15.35                  | 3.84                      | 13.01                  | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.14         | 0.03            | 0.08         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
| PT            |                 |       | 40 x 60           | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 14.38                  | 3.59                      | 13.62                  | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.09         | 0.04            | 0.08         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60           | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 12.44                  | 3.80                      | 15.21                  | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.07         | 0.04            | 0.14         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |

INDICES DE FLEXIÓN EN VIGAS

| Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm)<br>b h | As (cms2) (Izq) | As (cms2) (Centro) | As (cms2) (Der) | M actuante (t-m) (Izq) | M actuante (t-m) (Centro) | M actuante (t-m) (Der) | Mresistente (Izq) | Mresistente (t_m) (Centro) | Mresistente (t_m) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) | a (Izq) | a (centro) | a (der) |
|---------------|-----------------|-------|--------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------|------------|---------|
| PT            | V3              | VE-3  | 40 x 60                  | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 14.13                  | 3.53                      | 12.10                  | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.13         | 0.03            | 0.07         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 13.13                  | 3.28                      | 12.44                  | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.08         | 0.04            | 0.07         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 12.32                  | 3.92                      | 15.68                  | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.07         | 0.04            | 0.14         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |
| PT            | V4              | VE-4  | 40 x 60                  | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 19.60                  | 4.90                      | 16.59                  | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.18         | 0.04            | 0.10         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 17.76                  | 4.44                      | 17.10                  | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.11         | 0.05            | 0.10         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 17.33                  | 5.32                      | 21.28                  | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.10         | 0.06            | 0.19         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |
| CUB.          | VA-0-2          | VE-A  | 40 x 50                  | 5.94            | 2.54               | 9.75            | 0.00                   | 0.00                      | 1.19                   | 85.03             | 37.14                      | 136.22                  | 0.00         | 0.00            | 0.01         | 3.49    | 1.49       | 5.74    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 9.75            | 6.35               | 9.04            | 7.93                   | 1.98                      | 7.00                   | 136.22            | 90.66                      | 126.88                  | 0.06         | 0.02            | 0.06         | 5.74    | 3.74       | 5.32    |
| CUB.          | VB-3'-4         | VE-B  | 40 x 50                  | 5.94            | 7.18               | 9.75            | 0.00                   | 0.00                      | 3.62                   | 85.03             | 101.98                     | 136.22                  | 0.00         | 0.00            | 0.03         | 3.49    | 4.22       | 5.74    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 9.75            | 5.08               | 9.04            | 7.83                   | 1.96                      | 6.74                   | 136.22            | 73.11                      | 126.88                  | 0.06         | 0.03            | 0.05         | 5.74    | 2.99       | 5.32    |
| CUB.          | VC-0-4"         | VE-C  | 40 x 50                  | 16.32           | 2.54               | 16.32           | 0.00                   | 0.00                      | 1.66                   | 218.36            | 37.14                      | 218.36                  | 0.00         | 0.00            | 0.01         | 9.60    | 1.49       | 9.60    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 16.32           | 7.62               | 22.49           | 9.76                   | 2.44                      | 6.93                   | 218.36            | 107.93                     | 288.42                  | 0.04         | 0.02            | 0.02         | 9.60    | 4.48       | 13.23   |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 22.49           | 10.16              | 26.30           | 10.98                  | 3.66                      | 10.21                  | 288.42            | 141.58                     | 328.26                  | 0.04         | 0.03            | 0.03         | 13.23   | 5.98       | 15.47   |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 26.30           | 5.08               | 11.73           | 8.87                   | 2.45                      | 9.03                   | 328.26            | 73.11                      | 161.80                  | 0.03         | 0.03            | 0.06         | 15.47   | 2.99       | 6.90    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 11.73           | 5.08               | 11.73           | 0.94                   | 0.00                      | 0.00                   | 161.80            | 73.11                      | 161.80                  | 0.01         | 0.00            | 0.00         | 6.90    | 2.99       | 6.90    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 5.94            | 2.54               | 13.86           | 0.00                   | 0.00                      | 1.46                   | 85.03             | 37.14                      | 188.52                  | 0.00         | 0.00            | 0.01         | 3.49    | 1.49       | 8.15    |
| CUB.          | VD-0-2"         | VE-D  | 40 x 50                  | 13.86           | 5.08               | 21.78           | 9.45                   | 2.36                      | 7.05                   | 188.52            | 73.11                      | 280.71                  | 0.05         | 0.03            | 0.03         | 8.15    | 2.99       | 12.81   |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 21.78           | 5.00               | 5.94            | 3.68                   | 0.00                      | 0.00                   | 280.71            | 72.00                      | 85.03                   | 0.01         | 0.00            | 0.00         | 12.81   | 2.94       | 3.49    |
| CUB.          | VD-3'-4'        | VE-D1 | 40 x 50                  | 5.94            | 7.92               | 28.75           | 0.00                   | 0.00                      | 5.27                   | 85.03             | 111.96                     | 352.50                  | 0.00         | 0.00            | 0.01         | 3.49    | 4.66       | 16.91   |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 28.75           | 11.02              | 11.02           | 8.68                   | 2.17                      | 7.93                   | 352.50            | 152.71                     | 152.71                  | 0.02         | 0.01            | 0.05         | 16.91   | 6.48       | 6.48    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 11.02           | 5.08               | 11.02           | 0.84                   | 0.00                      | 0.00                   | 152.71            | 73.11                      | 152.71                  | 0.01         | 0.00            | 0.00         | 6.48    | 2.99       | 6.48    |
| CUB.          | VE-0-2'         | VE-E  | 40 x 50                  | 9.04            | 3.81               | 9.04            | 0.00                   | 0.00                      | 1.26                   | 126.88            | 55.27                      | 126.88                  | 0.00         | 0.00            | 0.01         | 5.32    | 2.24       | 5.32    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 9.04            | 10.16              | 8.48            | 9.24                   | 2.31                      | 7.36                   | 126.88            | 141.58                     | 119.45                  | 0.07         | 0.02            | 0.06         | 5.32    | 5.98       | 4.99    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 8.48            | 3.81               | 8.48            | 0.69                   | 0.00                      | 0.00                   | 119.45            | 55.27                      | 119.45                  | 0.01         | 0.00            | 0.00         | 4.99    | 2.24       | 4.99    |
| CUB.          | VE-3'-4         | VE-E1 | 40 x 50                  | 3.81            | 2.10               | 11.73           | 0.00                   | 0.00                      | 3.46                   | 55.27             | 30.79                      | 161.80                  | 0.00         | 0.00            | 0.02         | 2.24    | 1.24       | 6.90    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 11.73           | 5.08               | 6.35            | 8.64                   | 2.16                      | 7.05                   | 161.80            | 73.11                      | 90.66                   | 0.05         | 0.03            | 0.08         | 6.90    | 2.99       | 3.74    |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 6.35            | 5.08               | 6.35            | 0.33                   | 0.00                      | 0.00                   | 90.66             | 73.11                      | 90.66                   | 0.00         | 0.00            | 0.00         | 3.74    | 2.99       | 3.74    |
| CUB.          | V1              | VE-1  | 40 x 60                  | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 12.26                  | 4.60                      | 11.33                  | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.11         | 0.04            | 0.07         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 13.37                  | 4.92                      | 13.30                  | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.08         | 0.06            | 0.08         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 11.93                  | 4.95                      | 11.45                  | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.07         | 0.06            | 0.10         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |
| CUB.          | V2              | VE-2  | 40 x 60                  | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 9.94                   | 4.17                      | 9.35                   | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.09         | 0.03            | 0.06         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 13.23                  | 6.43                      | 12.15                  | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.08         | 0.07            | 0.07         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 8.04                   | 3.46                      | 9.43                   | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.05         | 0.04            | 0.09         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |
| CUB.          | V3              | VE-3  | 40 x 60                  | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 10.18                  | 4.73                      | 9.45                   | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.09         | 0.04            | 0.06         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 11.50                  | 5.21                      | 10.30                  | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.07         | 0.06            | 0.06         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 5.50                   | 2.20                      | 7.73                   | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.03         | 0.02            | 0.07         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |
| CUB.          | V4              | VE-4  | 40 x 60                  | 6.35            | 7.62               | 9.90            | 10.39                  | 4.14                      | 8.60                   | 110.11            | 131.26                     | 168.50                  | 0.09         | 0.03            | 0.05         | 3.74    | 4.48       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 9.90            | 10.16                  | 3.40                      | 9.11                   | 168.50            | 88.67                      | 168.50                  | 0.06         | 0.04            | 0.05         | 5.82    | 2.99       | 5.82    |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 9.90            | 5.08               | 6.35            | 4.65                   | 1.93                      | 7.71                   | 168.50            | 88.67                      | 110.11                  | 0.03         | 0.02            | 0.07         | 5.82    | 2.99       | 3.74    |

ANEXO 13. Índices de sobreesfuerzo por Cortante en vigas modelo con  
reforzamiento

INDICES DE CORTANTE EN VIGAS

| Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm)<br>b h | Diámetro Estribo a la izquierda<br>Φ | Diámetro Estribo en el centro<br>Φ | Diámetro Estribo a la derecha<br>Φ | Separación (Izq) (cms) | Separación (Centro) (cms) | Separación (Der) (cms) | V actuante (ton) (Izq) | V actuante (ton) (Centro) | V actuante (ton) (Der) | Vc (ton) | Vs (ton) (Izq) | Vs (ton) (Centro) | Vs (ton) (Der) | V resistente (ton) (Izq) | V resistente (ton) (Centro) | V resistente (ton) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) |
|---------------|-----------------|-------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|----------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| 0.00          | VC-1-5          | VS-C  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 12.22                  | 8.55                      | 12.62                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.24         | 0.17            | 0.25         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 20.21                  | 7.77                      | 19.99                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.40         | 0.15            | 0.39         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 16.08                  | 10.88                     | 15.10                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.32         | 0.21            | 0.30         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 20                        | 5                      | 15.38                  | 8.38                      | 14.68                  | 14.02    | 53.87          | 13.47             | 53.87          | 50.92                    | 20.62                       | 50.92                    | 0.30         | 0.41            | 0.29         |
| 0.00          | VD-1-2"         | VS-D  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 16.50                  | 16.50                     | 16.50                  | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.54         | 0.54            | 0.54         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 16.50                  | 9.27                      | 16.56                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.32         | 0.18            | 0.33         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 10                     | 8.15                   | 5.19                      | 0.00                   | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 26.93          | 50.92                    | 50.92                       | 30.72                    | 0.16         | 0.10            | 0.00         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 5                      | 0.00                   | 5.69                      | 9.25                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 53.87          | 30.72                    | 30.72                       | 50.92                    | 0.00         | 0.19            | 0.18         |
| 0.00          | VD-3'-5         | VS-D1 | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 16.55                  | 11.03                     | 16.18                  | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.54         | 0.36            | 0.53         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 10                        | 5                      | 16.57                  | 8.74                      | 15.92                  | 14.02    | 53.87          | 26.93             | 53.87          | 50.92                    | 30.72                       | 50.92                    | 0.33         | 0.28            | 0.31         |
| 0.00          | V1-E-C          | VS-1  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 14.33                  | 11.94                     | 14.00                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.38         | 0.47            | 0.37         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 14.67                  | 12.14                     | 14.23                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.39         | 0.48            | 0.38         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 10                        | 5                      | 9.78                   | 6.76                      | 9.55                   | 17.14    | 65.84          | 32.92             | 65.84          | 62.23                    | 37.54                       | 62.23                    | 0.16         | 0.18            | 0.15         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 9.38                   | 6.13                      | 9.24                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.25         | 0.24            | 0.25         |
| 0.00          | V2-E-A          | VS-2  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 9.17                   | 13.93                     | 14.03                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.24         | 0.55            | 0.37         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 8.79                   | 5.35                      | 8.63                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.23         | 0.21            | 0.23         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 8.27                   | 4.80                      | 8.16                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.22         | 0.19            | 0.22         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 10.96                  | 9.51                      | 11.40                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.29         | 0.38            | 0.30         |
| 0.00          | V4-E-A          | VS-4  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 7.83                   | 4.66                      | 7.78                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.21         | 0.18            | 0.21         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 7.72                   | 4.43                      | 7.67                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.21         | 0.18            | 0.20         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 10.17                  | 8.63                      | 10.49                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.27         | 0.34            | 0.28         |
| PT            | VA-0-2          | VE-A  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 1.43                      | 1.92                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.05            | 0.06         |
| PT            | VB-3'-4         | VE-B  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 16.39                  | 12.33                     | 15.55                  | 14.02    | 26.93          | 13.47             | 26.93          | 30.72                    | 20.62                       | 30.72                    | 0.53         | 0.60            | 0.51         |
| PT            | VB-3'-4         | VE-B  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 20                        | 10                     | 0.00                   | 2.67                      | 4.34                   | 14.02    | 13.47          | 13.47             | 26.93          | 20.62                    | 20.62                       | 30.72                    | 0.00         | 0.13            | 0.14         |
| PT            | VB-3'-4         | VE-B  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 18.54                  | 15.82                     | 17.71                  | 14.02    | 26.93          | 13.47             | 26.93          | 30.72                    | 20.62                       | 30.72                    | 0.60         | 0.77            | 0.58         |
| PT            | VC-0-4"         | VE-C  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 2.43                      | 3.26                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.08            | 0.11         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 18.90                  | 11.69                     | 18.10                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.37         | 0.23            | 0.36         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 18.53                  | 8.16                      | 18.10                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.36         | 0.16            | 0.36         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 10                        | 5                      | 20.21                  | 15.01                     | 19.21                  | 14.02    | 53.87          | 26.93             | 53.87          | 50.92                    | 30.72                       | 50.92                    | 0.40         | 0.49            | 0.38         |
| PT            | VD-0-2"         | VE-D  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 1.93                   | 1.75                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.06         | 0.06            | 0.00         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 2.45                      | 3.29                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.08            | 0.11         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 19.51                  | 12.21                     | 18.64                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.38         | 0.24            | 0.37         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 7.17                   | 4.57                      | 0.00                   | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.14         | 0.09            | 0.00         |
| PT            | VD-3'-4'        | VE-D1 | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 5                         | 5                      | 0.00                   | 5.24                      | 8.52                   | 14.02    | 13.47          | 53.87             | 53.87          | 20.62                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.00         | 0.10            | 0.17         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 21.37                  | 15.86                     | 20.28                  | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.42         | 0.31            | 0.40         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 1.94                   | 1.76                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.06         | 0.06            | 0.00         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 1.49                      | 2.00                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.05            | 0.07         |
| PT            | VE-0-2'         | VE-E  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 17.40                  | 13.23                     | 16.44                  | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.57         | 0.43            | 0.54         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 1.30                   | 1.17                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.04         | 0.04            | 0.00         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 5                      | 0.00                   | 2.74                      | 4.46                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 53.87          | 20.62                    | 30.72                       | 50.92                    | 0.00         | 0.09            | 0.09         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 20.49                  | 17.25                     | 19.38                  | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.67         | 0.56            | 0.63         |
| PT            | VE-3'-4         | VE-E1 | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 0.45                   | 0.45                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.01         | 0.01            | 0.00         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 16.06                  | 12.81                     | 15.55                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.43         | 0.51            | 0.41         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 14.51                  | 11.06                     | 14.57                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.39         | 0.44            | 0.39         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 14.86                  | 11.65                     | 14.99                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.40         | 0.46            | 0.40         |

**INDICES DE CORTANTE EN VIGAS**

| Viga de Nivel | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm)<br>b h | Diámetro Estribo a la izquierda<br>Φ | Diámetro Estribo en el centro<br>Φ | Diámetro Estribo a la derecha<br>Φ | Separación (Izq) (cms) | Separación (Centro) (cms) | Separación (Der) (cms) | V actuante (ton) (Izq) | V actuante (ton) (Centro) | V actuante (ton) (Der) | Vc (ton) | Vs (ton) (Izq) | Vs (ton) (Centro) | Vs (ton) (Der) | V resistente (ton) (Izq) | V resistente (ton) (Centro) | V resistente (ton) (Der) | Indice (Izq) | Indice (Centro) | Indice (Der) |
|---------------|-----------------|-------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|----------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| PT            | V2              | VE-2  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 10                        | 5                      | 10.33                  | 7.30                      | 9.79                   | 17.14    | 65.84          | 32.92             | 65.84          | 62.23                    | 37.54                       | 62.23                    | 0.17         | 0.19            | 0.16         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 9.82                   | 6.57                      | 9.60                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.26         | 0.26            | 0.26         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 9.48                   | 7.61                      | 10.25                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.25         | 0.30            | 0.27         |
| PT            | V3              | VE-3  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 9.91                   | 6.47                      | 9.40                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.26         | 0.26            | 0.25         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 9.11                   | 5.65                      | 8.94                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.24         | 0.22            | 0.24         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 12.49                  | 11.87                     | 13.76                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.33         | 0.47            | 0.37         |
| PT            | V4              | VE-4  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 12.21                  | 8.94                      | 11.65                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.33         | 0.35            | 0.31         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 11.04                  | 7.66                      | 10.92                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.29         | 0.30            | 0.29         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 16.29                  | 15.77                     | 17.50                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.43         | 0.63            | 0.47         |
| CUB.          | VA-0-2          | VE-A  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 0.88                      | 1.19                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.03            | 0.04         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 6.05                   | 3.95                      | 5.55                   | 14.02    | 26.93          | 13.47             | 26.93          | 30.72                    | 20.62                       | 30.72                    | 0.20         | 0.19            | 0.18         |
| CUB.          | VB-3'-4         | VE-B  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 20                        | 10                     | 0.00                   | 1.54                      | 2.51                   | 14.02    | 13.47          | 13.47             | 26.93          | 20.62                    | 20.62                       | 30.72                    | 0.00         | 0.07            | 0.08         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 6.50                   | 4.71                      | 5.92                   | 14.02    | 26.93          | 13.47             | 26.93          | 30.72                    | 20.62                       | 30.72                    | 0.21         | 0.23            | 0.19         |
| CUB.          | VC-0-4"         | VE-C  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 1.23                      | 1.65                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.04            | 0.05         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 7.68                   | 4.63                      | 6.48                   | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.15         | 0.09            | 0.13         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 8.26                   | 3.51                      | 8.02                   | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.16         | 0.07            | 0.16         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 10                        | 5                      | 8.90                   | 4.71                      | 8.84                   | 14.02    | 53.87          | 26.93             | 53.87          | 50.92                    | 30.72                       | 50.92                    | 0.17         | 0.15            | 0.17         |
| CUB.          | VD-0-2"         | VE-D  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 1.05                   | 0.95                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.03         | 0.03            | 0.00         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 1.08                      | 1.45                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.04            | 0.05         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 7.45                   | 4.70                      | 6.31                   | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.15         | 0.09            | 0.12         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 2.82                   | 1.79                      | 0.00                   | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.06         | 0.04            | 0.00         |
| CUB.          | VD-3'-4'        | VE-D1 | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 5                         | 5                      | 0.00                   | 2.24                      | 3.64                   | 14.02    | 13.47          | 53.87             | 53.87          | 20.62                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.00         | 0.04            | 0.07         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 5                         | 5                      | 7.64                   | 4.61                      | 7.27                   | 14.02    | 53.87          | 53.87             | 53.87          | 50.92                    | 50.92                       | 50.92                    | 0.15         | 0.09            | 0.14         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 0.94                   | 0.86                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.03         | 0.03            | 0.00         |
| CUB.          | VE-0-2'         | VE-E  | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 10                     | 0.00                   | 0.94                      | 1.26                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 26.93          | 20.62                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.00         | 0.03            | 0.04         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 6.99                   | 4.77                      | 6.10                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.23         | 0.16            | 0.20         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 0.77                   | 0.69                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.03         | 0.02            | 0.00         |
| CUB.          | VE-3'-4         | VE-E1 | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 20                     | 10                        | 5                      | 0.00                   | 1.47                      | 2.39                   | 14.02    | 13.47          | 26.93             | 53.87          | 20.62                    | 30.72                       | 50.92                    | 0.00         | 0.05            | 0.05         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 7.16                   | 5.35                      | 6.32                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.23         | 0.17            | 0.21         |
|               |                 |       | 40 x 50                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 10                        | 10                     | 0.34                   | 0.34                      | 0.00                   | 14.02    | 26.93          | 26.93             | 26.93          | 30.72                    | 30.72                       | 30.72                    | 0.01         | 0.01            | 0.00         |
| CUB.          | V1              | VE-1  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 11.97                  | 11.97                     | 11.97                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.32         | 0.48            | 0.32         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 11.97                  | 5.07                      | 11.94                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.32         | 0.20            | 0.32         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 10.92                  | 4.72                      | 10.60                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.29         | 0.19            | 0.28         |
| CUB.          | V2              | VE-2  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 5                      | 10                        | 5                      | 9.99                   | 3.84                      | 9.83                   | 17.14    | 65.84          | 32.92             | 65.84          | 62.23                    | 37.54                       | 62.23                    | 0.16         | 0.10            | 0.16         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 14.09                  | 5.09                      | 13.66                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.38         | 0.20            | 0.36         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 8.44                   | 3.72                      | 8.94                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.22         | 0.15            | 0.24         |
| CUB.          | V3              | VE-3  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 10.68                  | 3.95                      | 10.45                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.28         | 0.16            | 0.28         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 11.85                  | 4.45                      | 11.37                  | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.32         | 0.18            | 0.30         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 7.42                   | 4.42                      | 8.59                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.20         | 0.18            | 0.23         |
| CUB.          | V4              | VE-4  | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 9.33                   | 4.06                      | 8.77                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.25         | 0.16            | 0.23         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 8.56                   | 3.94                      | 8.12                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.23         | 0.16            | 0.22         |
|               |                 |       | 40 x 60                  | 3/8                                  | 3/8                                | 3/8                                | 10                     | 20                        | 10                     | 5.82                   | 4.41                      | 7.26                   | 17.14    | 32.92          | 16.46             | 32.92          | 37.54                    | 25.20                       | 37.54                    | 0.16         | 0.18            | 0.19         |
|               |                 |       |                          |                                      |                                    |                                    |                        |                           |                        |                        |                           |                        |          |                |                   |                |                          |                             |                          | 0.67         | 0.77            | 0.63         |



#### ANEXO 14. Índices de sobreesfuerzo por Torsión en vigas modelo con reforzamiento

**INDICES DE TORSION EN VIGAS**

| No. Plano | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm) |      | Diámetro Estribo a la izquierda $\Phi$ | Diámetro Estribo a la derecha $\Phi$ | Número de ramas de estribos | As (lq) (cms2) | As (der) (cms2) | As (lq) (cms2) | As (der) (cms2) | Número de ramas de estribos | As (lq) (cms2) | As (der) (cms2) | T actuante (t-m) | T resistente (t-m) (lq) |
|-----------|-----------------|-------|-------------------|------|----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------------|
|           |                 |       | b                 | h    |                                        |                                      |                             |                |                 |                |                 |                             |                |                 |                  |                         |
| 5         | VC-1-5          | VS-C  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.64                    |
| 4         | VD-1-2"         | VS-D  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.01             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
| 3         | VD-3'-5         | VS-D1 | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.69                    |
| 4         | V2-E-A          | VS-2  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.33             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
| 4         | V3-E-A          | VS-3  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.69                    |
| 4         | V4-E-A          | VS-4  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.69                    |
| 4         | VA-0-2          | VE-A  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.64                    |
| 4         | VB-3'-4         | VE-B  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
| 6         | VC-0-4"         | VE-C  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.02             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.00             | 0.64                    |
| 4         | VD-0-2"         | VE-D  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.01             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
| 2         | VD-3'-4'        | VE-D1 | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
| 4         | VE-0-2'         | VE-E  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.01             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 1.27           | 2.85            | 4                           | -4             | 12              | 0.00             | 0.64                    |
| 2         | VE-3'-4         | VE-E1 | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.00             | 0.64                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
| 5         | V1              | VE-1  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.69                    |
| 5         | V2              | VE-2  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.03             | 0.69                    |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43           | 1.43            | 2.85           | 2.85            | 4                           | -10            | 30              | 0.04             | 0.69                    |

INDICES DE TORSION EN VIGAS

| No. Plano | Nombre en ETABS | VIGA  | Sección (cm x cm) |      | Diámetro Estribo a la izquierda $\phi$ | Diámetro Estribo a la derecha $\phi$ | Número de ramas de estribos | As (lzq) (cms2) | As (der) (cms2) | As (lzq) (cms2) | As (der) (cms2) | Número de ramas de estribos | As (lzq) (cms2) | As (der) (cms2) | T actuante (t-m) | T resistente (t-m) (lzq) |
|-----------|-----------------|-------|-------------------|------|----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------------|
|           |                 |       | b                 | h    |                                        |                                      |                             |                 |                 |                 |                 |                             |                 |                 |                  |                          |
| 5         | V3              | VE-3  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.02             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.03             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.03             | 0.69                     |
| 5         | V4              | VE-4  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.03             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.03             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.04             | 0.69                     |
| 4         | VA-0-2          | VE-A  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 1.27            | 2.85            | 4                           | -4              | 12              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
| 4         | VB-3'-4         | VE-B  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 1.27            | 2.85            | 4                           | -4              | 12              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
| 6         | VC-0-4"         | VE-C  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 1.27            | 2.85            | 4                           | -4              | 12              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.00             | 0.64                     |
| 4         | VD-0-2"         | VE-D  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 1.27            | 2.85            | 4                           | -4              | 12              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.00             | 0.64                     |
| 2         | VD-3'-4'        | VE-D1 | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 1.27            | 2.85            | 4                           | -4              | 12              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.00             | 0.64                     |
| 4         | VE-0-2'         | VE-E  | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 1.27            | 2.85            | 4                           | -4              | 12              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.00             | 0.64                     |
| 2         | VE-3'-4         | VE-E1 | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 1.27            | 2.85            | 4                           | -4              | 12              | 0.00             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.64                     |
|           |                 |       | 40                | x 50 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.00             | 0.64                     |
| 5         | V1              | VE-1  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
| 5         | V2              | VE-2  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.02             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.02             | 0.69                     |
| 5         | V3              | VE-3  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
| 5         | V4              | VE-4  | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.01             | 0.69                     |
|           |                 |       | 40                | x 60 | 3/8                                    | 3/8                                  | 2                           | 1.43            | 1.43            | 2.85            | 2.85            | 4                           | -10             | 30              | 0.02             | 0.69                     |

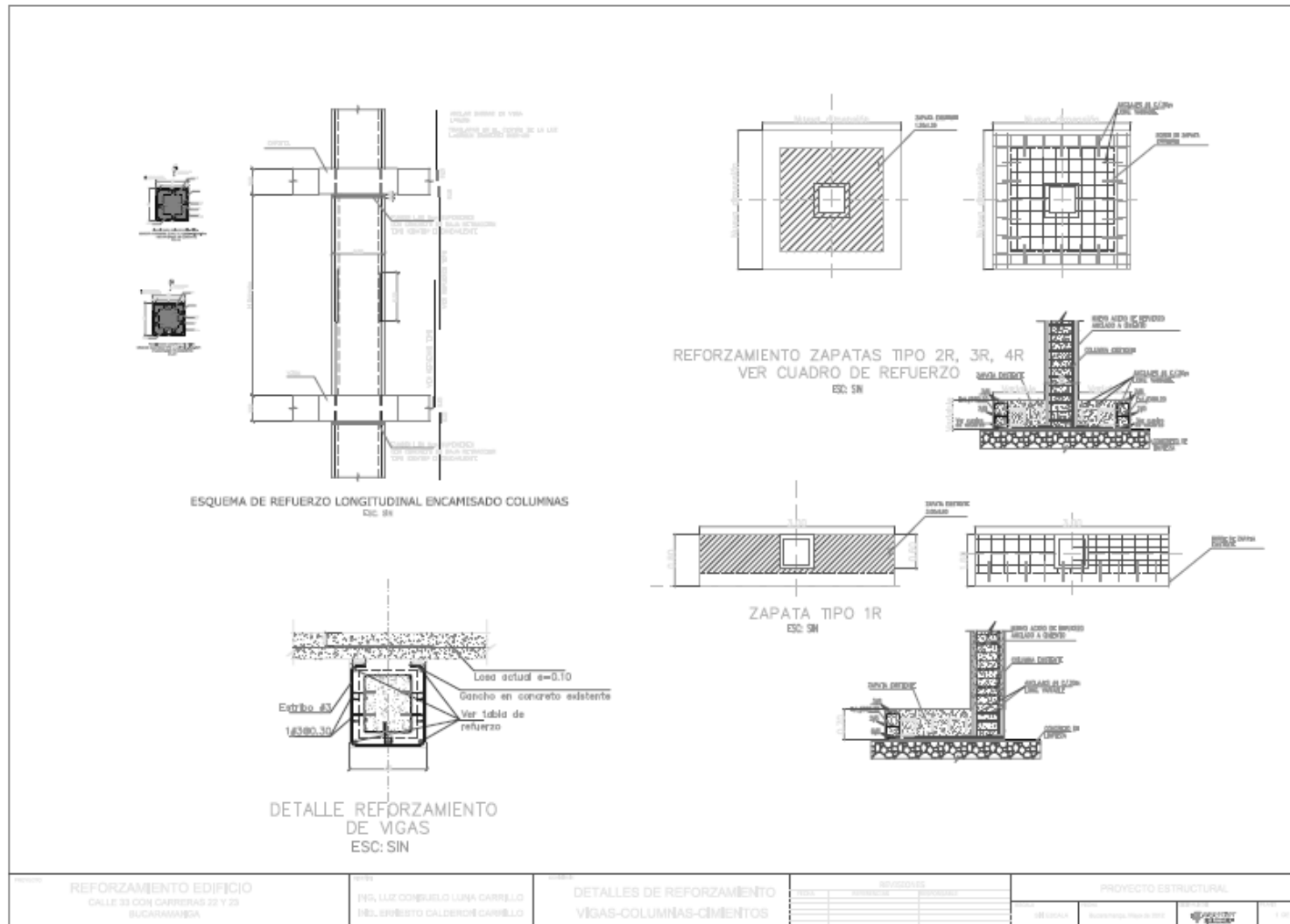
**INDICES DE TORSION EN VIGAS**

| No. Plano | Nombre en ETABS | VIGA  | T resistente (t-m) (der) | Indice (Izq) | Indice (Der) | S (Izq) | S (Der) | Aoh      | Ao       | Ph     | A estribo a la izquierda | A estribo a la derecha |
|-----------|-----------------|-------|--------------------------|--------------|--------------|---------|---------|----------|----------|--------|--------------------------|------------------------|
| 5         | VC-1-5          | VS-C  | 0.64                     | 0.06         | 0.06         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.06         | 0.06         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.05         | 0.05         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.03         | 0.03         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VD-1-2"         | VS-D  | 0.64                     | 0.06         | 0.06         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 3         | VD-3'-5         | VS-D1 | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.03         | 0.03         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.06         | 0.06         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | V1-E-C          | VS-1  | 0.69                     | 0.06         | 0.06         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.06         | 0.06         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | V2-E-A          | VS-2  | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.06         | 0.06         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.48         | 0.48         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | V3-E-A          | VS-3  | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | V4-E-A          | VS-4  | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VA-0-2          | VE-A  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.03         | 0.03         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VB-3'-4         | VE-B  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.05         | 0.05         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 6         | VC-0-4"         | VE-C  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.03         | 0.03         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.03         | 0.03         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.05         | 0.05         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VD-0-2"         | VE-D  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 2         | VD-3'-4'        | VE-D1 | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.06         | 0.06         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VE-0-2'         | VE-E  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 2         | VE-3'-4         | VE-E1 | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.05         | 0.05         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 5         | V1              | VE-1  | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.06         | 0.06         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 5         | V2              | VE-2  | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.06         | 0.06         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |

**INDICES DE TORSION EN VIGAS**

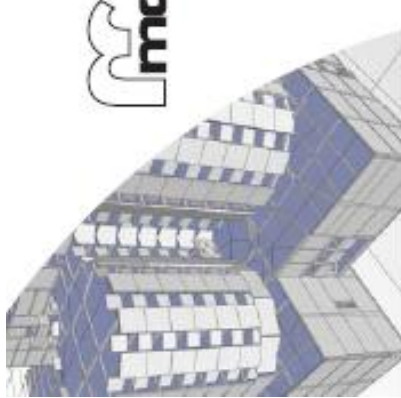
| No. Plano | Nombre en ETABS | VIGA  | T resistente (t-m) (der) | Indice (Izq) | Indice (Der) | S (Izq) | S (Der) | Aoh      | Ao       | Ph     | A estribo a la izquierda | A estribo a la derecha |
|-----------|-----------------|-------|--------------------------|--------------|--------------|---------|---------|----------|----------|--------|--------------------------|------------------------|
| 5         | V3              | VE-3  | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 5         | V4              | VE-4  | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.04         | 0.04         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.06         | 0.06         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VA-0-2          | VE-A  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VB-3'-4         | VE-B  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 6         | VC-0-4"         | VE-C  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VD-0-2"         | VE-D  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 2         | VD-3'-4'        | VE-D1 | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 4         | VE-0-2'         | VE-E  | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 2         | VE-3'-4         | VE-E1 | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.02         | 0.02         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.64                     | 0.00         | 0.00         | 56.00   | 56.00   | 1,739.00 | 1,478.15 | 168.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 5         | V1              | VE-1  | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 5         | V2              | VE-2  | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 5         | V3              | VE-3  | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
| 5         | V4              | VE-4  | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.01         | 0.01         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |
|           |                 |       | 0.69                     | 0.03         | 0.03         | 62.67   | 62.67   | 2,109.00 | 1,792.65 | 188.00 | 0.71                     | 0.71                   |

## ANEXO 15. Detalles de reforzamiento de vigas, columnas y cimentación



ANEXO 16. Certificado de desarrollo y aprobación del curso online de ETABS y SAFE por parte de los autores, otorgado por CSI Caribe, Computers & Structures Inc.





ConstruAprende  
.Com

HACEMOS CONSTAR QUE

ERNESTO CALDERON CARRILLO

---

Ha aprobado exitosamente el

CURSO ONLINE EN ESPAÑOL

**ETABS**  
**CONCRETO**

DEL 01 DE AGOSTO AL 28 DE AGOSTO, 2011

---

Nelson Morrison  
Director Ejecutivo Morrison  
Ingenieros





CARIBE

ConstruAprende  
.com

HACEMOS CONSTAR QUE

LUZ CONSUELO LUNA CARRILLO

Ha completado exitosamente el

CURSO ONLINE EN ESPAÑOL

**SAFE**  
**CIMENTACIONES**

DEL 01 DE AGOSTO AL 28 DE AGOSTO, 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nelson Morrison'.

Nelson Morrison  
Director General de CSI Caribe y de Morrison Ingenieros