



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN ESTRUCTURAS

**ANÁLISIS Y DISEÑO CON ETABS, SU APLICACIÓN  
ADECUADA Y COMPROBACIÓN DE RESULTADOS,  
APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO.**

**ING. LUIS ESTUARDO SARAVIA RAMÍREZ**

**MSc. Luis Arnoldo Córdova Mejía**

**ASESOR**

**Guatemala, noviembre 2013**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN ESTRUCTURA

**ANÁLISIS Y DISEÑO CON ETABS, SU APLICACIÓN  
ADECUADA Y COMPROBACIÓN DE RESULTADOS,  
APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO AL COMITÉ DE LA MAESTRÍA EN ESTRUCTURAS

POR

**ING. LUIS ESTUARDO SARAVIA RAMÍREZ**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ESTRUCTURAS**

Guatemala, noviembre 2013





# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Veliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

### TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

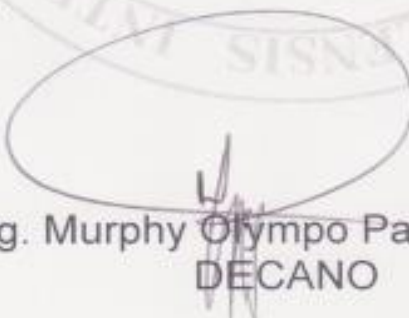
DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Mario Beteta Jerez
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Tesis de la Maestría en Estructuras titulado: **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE ETABS, SU APLICACIÓN ADECUADA Y COMPROBACIÓN DE RESULTADOS, APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO”**, presentado por el Ingeniero Civil **Luis Estuardo Saravia Ramírez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, noviembre de 2013.





Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado  
Teléfono 2418-9142

La Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE ETABS, SU APLICACIÓN ADECUADA Y COMPROBACIÓN DE RESULTADOS, APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO”** presentado por el Ingeniero Civil **Luis Estuardo Saravia Ramírez**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

*“ID Y ENSEÑAD A TODOS”*

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, noviembre de 2013.

Cc: archivo  
/la







Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado  
Teléfono 2418-9142

Como Révisor de la Maestría en Estructuras del Trabajo de Tesis titulado **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE ETABS, SU APLICACIÓN ADECUADA Y COMPROBACIÓN DE RESULTADOS, APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO”**. Presentado por el Ingeniero Civil **Luis Estuardo Saravia Ramírez**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

*“ID Y ENSEÑAD A TODOS”*

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, noviembre de 2013.

Cc: archivo  
/la







Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado  
Teléfono 2418-9142

Como Coordinador de la Maestría en Estructuras y revisor del Trabajo de Tesis titulado **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE ETABS, SU APLICACIÓN ADECUADA Y COMPROBACIÓN DE RESULTADOS, APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO”**, presentado por el Ingeniero Civil **Luis Estuardo Saravia Ramírez**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Ing. Armando Fuentes Roca  
Coordinador de Maestría  
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, noviembre de 2013.

Cc: archivo  
/la



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSGRADOS

MAESTRIA EN ESTRUCTURAS

Guatemala 7 noviembre 2013

Dra. Mayra Castillo Montes

Directora

Escuela de Estudios de Posgrados

Estimada Dra. Castillo

Luego de proceder a revisar el trabajo especial de graduación, y solicitando el cambio de nombre, para que aplique protocolo establecido, además de requerimiento de terna examinadora, realizado por el estudiante de Maestría en Estructuras, LUIS ESTUARDO SARAVIA RAMIREZ, me permito informarle que el trabajo especial y nuevo nombre cumplen satisfactoriamente los requerimientos, para el presente trabajo de graduación titulado:

“ANALISIS Y DISEÑO CON ETABS, SU APLICACIÓN ADECUADA Y COMPROBACION DE RESULTADOS, APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO”.

Y considerando que esta aprobado por su asesor Msc. Luis Córdova Mejía, razón por la cual se da por APROBADO, y seguir con los trámites correspondientes.

Sin otro particular, atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Armando Fuentes Roca'. To the right of the signature, there are three vertical lines of varying lengths, possibly indicating a date or a specific mark.

Ing. Armando Fuentes Roca

Coordinador de Maestría en Estructura





## CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN

M Sc. INGENIERO LUIS CORDOVA MEJIA  
46av. 21-54 zona 5. Tel. 2335-6912 - mov. 5402-8208

Guatemala, 4 noviembre de 2013.

Dra.  
**Mayra Virginia Castillo Montes**  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingenieria  
Universidad de San Carlos de Guatemala- USAC-

Estimada Dra. Castillo:

Luego de asesorar y revisar el trabajo especial de graduación titulado: “ANALISIS Y DISEÑO CON ETABS, SU APLICACIÓN ADECUADA Y COMPROBACION DE RESULTADOS, APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO”, realizado por el estudiante de Maestría en Estructuras Ing. Luis Estuardo Saravia Ramirez, me permito informarle que los aspectos técnicos planteados por el suscrito durante el desarrollo del trabajo han cumplido de forma satisfactoria con los requisitos necesarios para un trabajo de graduación y constituyen un valioso aporte para nuestra profesión; razón por la cual se da por **APROBADO**.

En base a lo anterior el Ing. Luis Estuardo Saravia Ramirez puede continuar con los trámites necesarios para proceder con la defensa de su trabajo previo a optar el grado de Maestro en Estructuras.

Atentamente;

**ING. LUIS CORDOVA MEJIA**  
**MAESTRO EN ESTRUCTURAS**  
**COL. No. 1803**

M. Sc. Ing. Luis Córdova Mejía  
ASESOR



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ANÁLISIS Y DISEÑO CON ETABS, SU APLICACIÓN ADECUADA Y COMPROBACIÓN DE RESULTADOS, APLICADO A EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrados con fecha 1 de julio de 2010.

**Ing. Luis Estuardo Saravia Ramírez**





## **ACTO QUE DEDICO**

A DIOS                      El ser supremo que tanta sabiduria y bendiciones me ha dado.

A VIRGEN MARÍA      Por la Bendiciones hacia mis hijos y familiares.

A LA MEMORIA  
DE MIS PADRES      Por ser mis guías incondicionales, durante su vida (QEPD)

A MI ESPOSA              Verónica, por su amor y apoyo constante.

A MIS HIJOS              Erivan, Maholy y Cristian, como un ejemplo más, de que se pueden lograr metas.

A MIS HERMANOS      Por su apoyo y convivencia fraterna.

A MIS FAMILIARES      Por su aprecio y apoyo fraternal.

A MIS AMIGOS              Por compartir momentos.



## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Luis Arnoldo Córdoba Mejía, por la valiosa asesoría en este trabajo especial y sus constantes consejos.

Al Ing. y Teólogo Óscar Aguirre Roldan, por su apoyo, amistad y consejos desde mis inicios en la ingeniería.

A la universidad de San Carlos de Guatemala, y la Facultad de Ingeniería, por ser el centro que me formó académicamente.



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>IV</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IX</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIII</b>
<b>1.-Ingenieria estructural</b>	<b>1</b>
1.1.-Teoría y conceptos aplicados en Ingeniería estructural.	1
1.2.- Ingeniería estructural de análisis y diseño.	2
1.3.- Ingeniería estructural de Detalle.	3
<b>2.- Proyecto de Análisis y Diseño 5</b>	
2.1.- Funcionalidad estructural para análisis.	5
2.2.- Documentación para Análisis y Diseño (Códigos a usar).	16
2.3.-.Definición y predimensionamiento de estructura.	17
<b>3.- Análisis Estructural con Etabs 9.5</b>	<b>25</b>
3.1- Proyecto definido.	25
3.2- Integración de cargas y dimensionamiento de elementos.	26
3.3- Modelación de Geometría y cargas gravitacionales.	31

3.4-Modelacion e Integración de cargas de Sismo (estático - dinámico)	59
3.5-Consideraciones de efecto Pdelta.	72
3.6-Verificación y aceptación final de la estructura.	73
<b>4.- Diseño Estructural, con Etabs 9.5</b>	<b>79</b>
4.1- Pre diseño Sísmico, según código asignado.	79
4.2- Análisis Tridimensional de estructura definida.	83
4.3- Diseño de estructura Tridimensional	96
4.3.1.- Columnas	98
4.3.2.-Vigas	102
<b>5.- Interpretación de datos en Etabs9.5 y comprobación por programas en hojas Excel</b>	<b>107</b>
5.1.- Interpretación de información proporcionada por Etabs	107
5.2.- Vigas	114
5.3.- Columnas	122
<b>6.- Traslado de datos a plano y detalles estructurales.</b>	<b>129</b>
<b>Conclusiones.</b>	<b>133</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>135</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>137</b>
<b>Anexos</b>	<b>138</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

## FIGURA

1. Relaciones de esbeltez de edificios altos	7
2. Planta, típica de sótanos	11
3. Planta, 1er. Nivel – Lobby	12
4. Planta, 2do. Y 3er. Nivel	13
5. Planta, Típica del 4to. Al 14vo. Nivel	13
6. Sección, A-A	14
7. Sección, B-B	15
8. Peraltes, mínimos ACI318-05	21
9. Planta, Distribución de Cargas	27
10. Elevación, Armado de viga en eje completo	120

## TABLAS

I. Integración de cargas	22-26
II. Cálculo de Carga a Vigas	28
III. Definición de carga y sobrecarga	57
IV. Definición y Cálculo de factores sísmicos IBC-06	59
V. Definición y Cálculo de factores sísmicos AGIES	60

VI. Cálculo de cargas distribuidas	65
VII. Cálculo de armado de diferentes columnas	84
VIII. Cálculo dimensiones con $A_{smax}$ , $A_{mín}$ , $M_{máx}$ y $M_{mín}$ (vigas)	89
IX. Definición de vigas a usar	90
X. Información de vigas de Etabs a Excel	111
XI. Información general de vigas de Etabs a Excel (cantidad Hojas)	112
XII. Información de columnas de Etabs a Excel	113
XIII. Comparación de cálculos de Momentos y As-diseño	116
XIV. Cálculo de momento y As-diseño	117
XV. Diseño As, NIVEL 12 Eje 3/ E-B (armado de vigas)	119
XVI. Cálculo de columnas en formato Excel.	126
XVII. Cálculo comparativo de diseño de columnas	127

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

Ae, Área neta efectiva de la sección

Ag, Área gruesa de la sección

An, Área neta de la sección

As, Área de acero longitudinal

Asmín, Área de acero mínimo



$A_{smax}$ , Área de acero máximo

$C_d$ , factor de amplificación de desviación

$\Omega_o$ , factor de sistema estructural

$E_s$ , Módulo de elasticidad del acero

$e$ , Relación de esbeltez

$I_E$ , Coeficiente de sísmico

$F_a$  y  $F_v$ , Coeficiente del sitio, Tabla 1613.5.3 (1). IBC-06

$F_y$ , Resistencia a la fluencia del acero

$K$ , Factor de longitud efectiva (Factor de pandeo)

$M_c$ , Resistencia o capacidad a la flexión disponible

$M_n$ , Resistencia a la flexión nominal

$M_r$ , Resistencia a la flexión requerida

$P_c$ , Fuerza o capacidad axial disponible

$P_n$ , Fuerza de compresión nominal

$P_r$ , Fuerza axial requerida

$R$ , coeficiente de modificación de respuesta

$S_1$  y  $S_s$ , Parámetros de aceleración del suelo, para períodos de 0.2-1 seg.

$S$ , Módulo de sección

$S_{MS}$ , Coeficiente para el máximo sismo esperado espectral a períodos cortos

$S_{M1}$ , Coeficiente para el máximo sismo esperado espectral a períodos de 1 seg.

$S_{DS}$ , Parámetro de diseño de aceleración espectral a períodos cortos

$S_{D1}$ , Parámetro de diseño de aceleración espectral a períodos de 1 seg.

V, Corte basal

W, peso total de carga muerta.

## GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute)
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
ASCE	Sociedad Americana de Ingenieros civiles (American Society of civil Engineers)
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales, o aplicación de Etabs9.5, para encontrar los esfuerzos internos.
Cargas	Fuerzas u otras acciones resultantes del peso de los materiales, la ocupación y sus pertenencias, efectos ambientales, movimientos

	diferenciales y restricciones a la deformación.
Cargas de Servicio	Cargas vivas, muertas, estáticas y/o transitorios que se aplican a la estructura según uso definido.
Combinación de Cargas	Combinación de las fuerzas y Cargas afectadas por factores.
Ductilidad	Propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión.
Efecto P-DELTA	Cambios en los momentos y deflexiones de columnas debidos a deflexiones laterales. (P- $\Delta$ )
Factor de Carga	Factor casi siempre mayor que la Unidad que multiplica las cargas deservicio para obtener cargas Mayoradas.
IBC-06	Código Internacional de Construcción (International Building Code 06)
Manual	Guía de uso documental que

Predimensionar

Proporciona instrucciones,  
Procedimientos, y criterios de  
Aplicación, con la finalidad de  
Lograr la estandarización y  
facilidad de uso.  
Efecto de calcular y colocar  
dimensiones a los miembros  
estructurales en forma parcial

## RESUMEN

El presente trabajo sobre análisis y diseño estructural, sobre el uso de programas de Análisis y Diseño estructural, como Etabs, aplicado a estructuras de concreto armado y específicamente a edificios de varios niveles, se enfoca al buen uso y aplicación del mismo.

Se analizó un edificio de 14 niveles, en concreto armado y de estructuración o configuración típico en construcción en Guatemala, aplicando todos los criterios y requerimientos solicitados por códigos que normalmente se usan en nuestro país.

Se definen todos los parámetros según códigos, y siguiendo una secuencia de desarrollo, de todos los elementos como Losas, vigas, y columnas, que es la parte inicial de geometría del edificio según planos arquitectónicos, comentando cada paso, de tal forma que el lector pueda desarrollar estructuras similares.

La segunda fase trata sobre la aplicación de cargas gravitacionales y sísmicas, donde se conjuga el criterio estructural para ir verificando que el programa no aplique por default datos, que es una parte de estos programas que si no se tiene cuidado, el mismo sólo aplica los parámetros estructurales y se comienza a perder el control sobre el modelo, que es lo que este trabajo pretende enfocar, y así evitar errores considerados como graves.

En la tercera fase se enfoca al análisis y diseño estructural, y donde el criterio estructural se debe prevalecer, caso contrario se pueden asumir datos erróneos o dejar que el programa los aplique por default, y por lo tanto el modelo ya no representará lo que inicialmente se requería analizar y diseñar.

De tal manera, que este trabajo pretende evitar todos estos errores graves que se puedan incurrir al no tener claro el uso de estos programas, y en el mejor de los casos ayudar aquellos que tienen un buen criterio estructural a confiar en el mismo. Además de los chequeos paralelos que se deben llevar en programas en hojas Excel, esto con la finalidad de tener siempre el control total sobre los programas como Etabs.

Finalmente estos chequeos dan la certeza y confiabilidad de los programas mencionados, y su vez que el profesional en ingeniería estructural de un paso hacia los avances de la tecnología.

# OBJETIVOS

## General

El presente estudio especial de graduación, es desarrollar confianza en estos programas, para Análisis y diseño estructural de Edificios de concreto armado, y que pueda ser aplicado en Guatemala, ayudando a estudiantes y profesionales de ingeniera civil y estructural, a confiar en estos programas y no solamente verlo como algo fácil de usar.

## Específicos

1. Desarrollar un estudio que ayude al buen uso del programa Etabs, en análisis y diseño.
2. Que de confianza en el desarrollo de análisis y diseño estructural en edificios de concreto armado.
3. El Análisis estructural a realizar será un estático equivalente y un análisis dinámico con criterios de IBC06 - AGIES, y su aplicación sea para parte del desarrollo de la ingeniería estructural en Guatemala.
4. Ayudar a comprender el alcance de estos programas para el uso adecuado de los mismos, por consiguiente el diseño estructural se basará estrictamente en dos elementos, viga y columna.
5. Hacer conciencia en la ingeniera estructural, que estos programas no es sólo ingresar datos, esto debido a que el programa cada vez es más

amigable su uso, pero se debe tener cuidado, porque facilita el cometer errores graves.

6. Que se convierta el estudio en consulta para profesionales y estudiantes de ingeniería civil y maestría estructural, y sea sujeto de críticas y mejoras en el transcurso de su uso.
7. Que sea parte de bibliografía a usar en los cursos de Diseño Estructural, Concreto armado I y II, para desarrollar el mismo de forma paralela al programa en estos cursos.



## INTRODUCCIÓN

En la ingeniería estructural, la tecnología se ha desarrollado a pasos agigantados y el uso de programas para análisis y diseño estructural ha llegado a las universidades sin tener una base de aplicación sólida, por lo que este estudio se enfoca en el buen uso y confianza del programa.

Etabs es parte de programas que cumplen las características antes descritas, además de conocidos y usados por la ingeniería civil y Estructural de Guatemala, y para solucionar ese problema, COMPUTER & STRUCTURES INC. Se obtuvo el apoyo incondicional para poder llevar adelante este proyecto o trabajo especial para la maestría de estructuras.

El presente trabajo aplicado a edificios de Concreto Armado, se desarrollará paso a paso, y explicará cómo es el uso y aplicación correcta del programa a utilizar, y a su vez comprobar los resultados, con esto se tendrá la certeza y seguridad que los diseños y cálculos estarán dentro de los parámetros que los códigos de diseño estructural exigen.

Por lo tanto se estará cubriendo un buen sector de la ingeniería estructural en Guatemala, ya que un 90% de los edificios construidos son de concreto armado, en consecuencia se dará un gran apoyo a la ingeniería estructural, además de la confianza en la utilización del programa Etabs, que actualmente son usados por estudiantes de pregrado, creyendo que con dos clases ya se puede realizar análisis y diseños estructurales, esto debido a que los programas son bastante amigables, pero cuando se deben trabajar conceptos estructurales, la situación cambia y los problemas comienzan a salir, es decir los resultados no son los esperados, y muchas veces los diseños comienzan a ser sobrediseñados o caso contrario subdiseñados.

Al hacer uso indebido de estos programas, se tiende a caer en muchos errores que son catastróficos ya sea económicamente o estructuralmente, en el primer caso seguramente nos tildaran de incompetentes y definitivamente nos desprestigiaran, siendo la solución estudiar más, pero en el segundo caso además de incompetentes, se sumara el problema legal y definitivamente en lugar de ganar perderemos dinero y prestigio.

Entonces, este estudio pretende ser una guía para evitar errores en la ingeniería estructural y que los estudiantes de pregrado y maestría, aparte de su uso aporten sus comentarios para beneficio de la población ingenieril.

La base de este trabajo está fundamentada en:

- 1.-Programa de análisis y diseño estructural Etabs.
- 2.-Reglamento de las construcciones de Concreto Reforzado ACI318-05
- 3.-Código Internacional de Construcción (International Building Code) -IBC 2006
- 4.-Estándar de Cargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras (MÍNIMUM DESIGN LOADS FOR BILLINGS AND OTERO STRUCTURES) -ASCE 7-05.
- 5.-Normas estructurales para Guatemala - AGIES

Cabe mencionar que el programa tiene definidos estos y otros códigos según requerimientos, No así el de AGIES. Pero se indicará como se pueden aplicar los criterios de AGIES.

# CAPÍTULO 1

## Ingeniería Estructural

### 1.1-Teoría y conceptos aplicados en Ingeniería estructural.

La ingeniería estructural es la elaboración de propuestas de solución en términos de conceptos estructurales, es decir alternativas que permitan resolver el problema de la existencia de la estructura. Refiriéndose a las posibilidades del equilibrio y de la estabilidad que debe existir antes de realizar una comprobación numérica.

Se inicia la concepción estructural, cuando se definen los sistemas resistentes, eligiendo los tipos y sistemas estructurales y organizándolos en el espacio, siendo lo más importante del proceso de análisis y diseño, una vez definido el sistema resistente, el resto del proceso es una consecuencia. Esta etapa requiere experiencia, de todos modos la única manera de adquirir experiencia en esta área estructural, es intentar un diseño y luego criticarlo, es decir analizarlo para estudiar sus ventajas y desventajas.

Algo muy importante es la relación que debe existir desde un inicio entre arquitectura e ingeniería estructural, ya que frecuentemente se adoptan estructuras con características incompatibles con el diseño arquitectónico, llegando a crear estructuras híbridas, una serie de combinaciones, como elementos muy rígidos con estructuras de mampostería, quedando en el olvido los sistemas definidos como marcos espaciales resistentes a momento, muros de corte.

También se tiende a usar estructuras que compiten con el espacio físico con funcionales, cuando se utilizan marcos internos, cuando la altura disponible para vigas o columnas está limitado por las necesidades funcionales.

Normalmente se tiende a considerar una estructura que se apoya en la cimentación y esta a su vez al suelo y no se consideran las deformaciones, o en el peor de los casos que éstas no influyen sobre la estructura. La anterior suposición no es válida y menos para acciones horizontales importantes (sismo o viento), en consecuencia la estructura es una sola, es decir: estructura, cimentación y suelo forman un único sistema resistente que debe ser estudiado globalmente. Por lo tanto desde un principio se debe considerar cada sistema estructural en relación con las posibilidades de cimentación y la interacción con el suelo.

### **1.2.- Ingeniería estructural de análisis y diseño**

Cuando los análisis estructurales tienden a ser eficaces, tienden a poner en evidencia las interacciones entre los distintos sistemas que componen la estructura, la dificultad más grande que uno encuentra es modelar la estructura, ya que aquí es donde se trata de definir dimensiones con una precisión adecuada para garantizar la compatibilidad final de la solución estructural.

La solución elegida debe ser viable desde el punto de vista estructural, y que garantice el equilibrio, las dimensiones deben ser funcionales y aceptables económicamente.

El concepto de análisis y diseño, no debe ser una receta, debe ser el resultado de la interpretación física, si se sabe cómo funciona una estructura, se puede obtener un modelo analítico y en consecuencia saber cómo se deformará.

Para aprender a modelar, se debe plantear también los sistemas resistentes y saber interpretar los resultados, en particular las deformaciones, se debe tener presente que existen varios modelos que describen todos los aspectos del funcionamiento de la estructura.

Normalmente se emplea más de uno y sus envolventes nos permiten calcular el funcionamiento más probable intermedio de la estructura real, como cada vez existen más medios y técnicas para modelar, es por eso que en este estudio se usará el programa de Etabs, que hace posible una mayor precisión en la descripción de los fenómenos físicos.

Una vez superada la etapa de análisis estructural de los sistemas seleccionados, se puede entrar en la etapa de diseño estructural de los diferentes elementos de concreto reforzado. En esta etapa se tienen dificultades prácticas para interpretación, verificación y armado de elementos de concreto armado, sometidos a distintas solicitaciones. En consecuencia este análisis y diseño de estas, ayudará a enfocar esta etapa de una manera eficiente, dejando plasmado paso por paso y criterios de experiencia.

### **1.3.- Ingeniería estructural de Detalle.**

Existen varias de maneras de armar una estructura, algunas son buenas y no todas son adecuadas para un caso específico, sin embargo hay bastantes maneras de armar **mal** una estructura.

Esta parte se convierte en un arte el cual debe ser practicado con constancia y sobre todo con sentido crítico, observando todos los problemas de obra (sistema constructivo), se hace recomendable visitar obras similares que estén en construcción, como una actividad creativa de aprendizaje personal. También hay que estudiar planos de detalles de armado, buenos y malos, y aprender a distinguir unos de otros, y siempre teniendo en cuenta que el papel aguanta con todo, y en la realidad hay detalles estructurales que no se pueden ejecutar.

Si se tiene en consideración en los planos se dibuja todo, pero muchas veces sin llegar al detalle, por lo tanto es recomendable realizar los mismos a una escala donde puedan dibujarse y visualizarse los diámetros de los refuerzos, para realmente ver cómo quedaría la sección armada, además de las uniones

por donde pasan varias vigas, convirtiéndose estas áreas en imposibles de armar en campo, en consecuencia esta idea de ingeniería estructural de detalle es sumamente importante, ya que si bien todos los cálculos quedan dentro de los parámetros requeridos, un mal detallado lo convierte en un punto crítico en la estructura, y si consideramos que pasa hasta en un 80% de los nudos o puntos requeridos estaremos entregando una estructura totalmente diferente a la concebida y en consecuencia un problema muy serio para el proyecto idealizado y más aun a la ingeniería estructural, por lo tanto, esto es uno de los puntos en los cuales se pondrá atención, y fundamentar el criterio que todo proyecto es único, lo cual nos lleva a actuar como profesionales y no solamente copiar detalles y plasmarlos en los planos.

## **CAPÍTULO 2**

### **Proyecto de Análisis y Diseño.**

El proyecto para realizar un análisis y diseño, basado en el programa Etabs, es un edificio que pertenece a Construcciones CYPESA y proyectado a construirse en Av. Las Américas 3-17 zona 14, con 5 sótanos y 14 niveles. Y un área total de 16,499.00 mts.2

Antes de realizar un análisis general del proyecto, es necesario tener presente los alcances que se pretenden evaluar y que son obligatorios, como su geometría en planta y elevación, ubicación, diseño arquitectónico, uso, y que en los siguientes subcapítulos se pretende dejar claro su alcance y su aplicación a este proyecto.

#### **2.1 Funcionalidad estructural para análisis.**

En esta etapa se pretende entender y dar a conocer la funcionalidad de una estructura, de tal forma que su análisis nos proporcione los parámetros de ingeniería esperados y aceptables, entonces podemos mencionar una infinidad de estructuras, pero se centrará la información en estructuras de concreto reforzado y específicamente marcos espaciales resistentes a momento.

Al hacer un estudio general de las maneras en que la configuración y funcionalidad influyen sobre el análisis y diseño sísmico, se destacan los aspectos que a continuación se mencionan:

##### **Altura:**

Para un edificio puede parecer equivalente al aumento del claro de una viga en voladizo, el período de un edificio no es solamente una función de su altura, sino también de factores como la relación entre altura y ancho, altura de piso, material y sistema estructural, de este modo si se cambia el tamaño del edificio,

al mismo tiempo cambia una o más variables, como su período, y por lo tanto aumentan o disminuyen las fuerzas sísmicas.

Aunque muchos edificios de mediana altura se construyen con costo más bajo y especulativo, los edificios más altos generalmente tienen mayor inversión en ingeniería estructural, y considerando que Guatemala es una zona altamente sísmica, se tiende a usar marcos (dúctiles) espaciales resistentes a momento.

### **Ancho:**

Las fuerzas de volteo es fácil relacionarlas con la altura, pero las plantas grandes o anchas también tienen inconvenientes, cuanto más ancho sea el edificio, las diversas partes de la base del mismo, vibran asincrónicamente con aceleraciones diferentes, llegando a provocar destrozos en el edificio ancho, y por tal motivo tiene la mayor probabilidad de ocurrencia de estos esfuerzos y mayor será su efecto distorsionante.

### **Proporción:**

Las proporciones de un edificio pueden ser más importantes que su tamaño absoluto, entonces la relación altura/ancho, calculada de la misma manera que para una columna individual, es muy importante o más que sólo su altura.

Mientras más esbelto sea un edificio, más significativos serán sus efectos de volteo ante un sismo o viento, y considerando los esfuerzos sísmicos en las columnas exteriores, en especial las fuerzas de compresión por volteo, éstas se consideran difíciles de manejar.

Se tiene datos de que las elevaciones mayores tengan cuando menos un ancho de 18 mts. Es decir una relación de 4 admite aproximadamente 20 pisos, estas relaciones de esbeltez comparativas demuestran que los edificios altos o rascacielos no son considerados esbeltos, como lo demuestra la Figura 1.



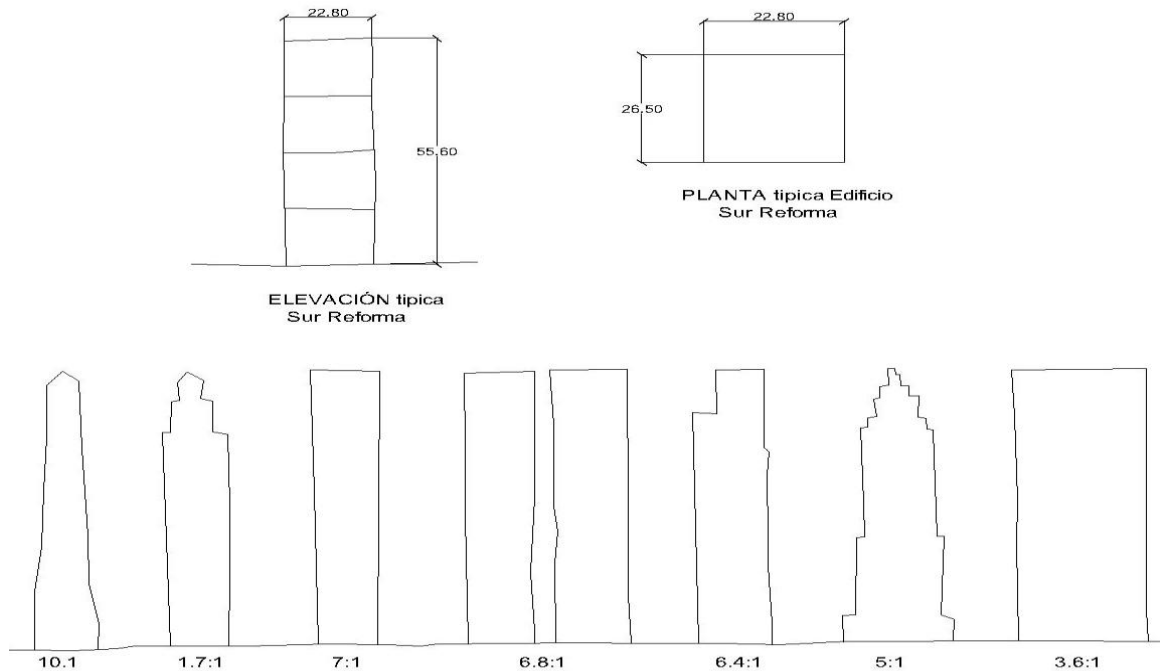


FIGURA 1. Relaciones de esbeltez de edificios altos.

Así se tiene las diferentes relaciones y vemos que están por arriba de la relación 4:1 (10:1- 7:1 - etc.).

El equivalente en planta se conoce como relación de aspecto, la misma generalización es válida, las formas largas y esbeltas son inconvenientes.

### **Simetría:**

Es la propiedad geométrica de la configuración del edificio, un edificio es simétrico respecto a sus ejes en planta; si su geometría es idéntica en cualquiera de los lados de los ejes que se estén considerando.

Aquí también se debe considerar la simetría tanto en planta como en elevación, por lo tanto las formas simétricas son preferibles a aquellas que no lo son. Existen dos razones básicas, la primera es que la asimetría produce torsión,

además de otras variaciones como el peso, y la segunda razón es que se inducen concentración de esfuerzos.

Lo ideal sería tener simetría tanto en planta como en elevación, aunque esta última pueda tener variantes mínimas, es decir que las plantas vallan variando o decreciendo y en general se lleve a la estructura a una simulación piramidal muy suavizada.

Cuando se tiene un edificio que parece asimétrico, es posible que se tenga sistemas diseñados de tal manera que el edificio actúe dinámicamente de un modo simétrico, por lo tanto los núcleos de servicios probablemente están dispuestos asimétricamente dentro de una configuración simétrica, lo anterior se le llama falsa simetría, esto para enfatizar que la simetría va más allá de la simple geometría.

#### **Otros aspectos:**

Aquí podemos mencionar **distribución y concentración**, es decir que en ciertos puntos del edificio quedan columnas más juntas y muchas veces del mismo tamaño típico, provocando una concentración de masa.

También se tiene densidad de la estructura en planta, esto aplica cuando en una misma planta se tienen más columnas o elementos estructurales, y se puede considerar una consecuencia de la concentración debido a la distribución de elementos.

Estos dos aspectos involucran un costo más alto para el edificio, además de considerarlo más estable sísmicamente, si se da en los primeros niveles, en caso contrario se convierte en un peligro por actuar como péndulo invertido.

En general se deberán tomar en cuenta todas estas condiciones o aspectos para mejorar la estructura considerablemente, en la práctica, muy raras veces ocurre o se tienen estas características que ayudarían a tener mejores

estructuras y más económicas, lo principal es el diseño arquitectónico, y por lo tanto es una responsabilidad de ingeniería estructural y arquitectónica, compartida, ya que el arquitecto define la funcionalidad, la cual debe aplicarse a lo estructural.

En consecuencia la ingeniería estructural está centrando interés en que la forma, la simetría y la distribución general desarrolladas en la etapa conceptual, son muy importantes y contribuyen de manera más significativa en la determinación exacta de las fuerzas debido a los análisis y diseños

Estructurales.

Para el caso del edificio a analizar se tiene

Edificio de apartamentos y oficinas Sur-Reforma

Planta típica: **Es simétrica,**

Altura: Del nivel ingreso o nivel de calle, **tiene 56.91 mts.**

Ancho menor: Tiene 22.80 mts.

Ancho mayor: Tiene 26.50 mts.

Relación Esbeltez:  $22.8 \cdot 4 = 91.2$  mts. altura máxima sin mayores

Inconvenientes, como  $56.91 < 85.3$  ok

$56.91/22.80 = 2.50$ , considerado Bien.

Distribución y Concentración:

Por su forma, se considera normal, y tomando en cuenta que es simétrica esto implica mínima torsión.

## **Conclusión:**

De los parámetros analizados, se tiene que es una planta simétrica, con entrantes y salientes simétricos, la torsión será mínima, además se deberá tomar en cuenta no crear un nivel débil, (nivel ingreso), quedando la estructura de marcos espaciales resistentes a momento.

Con lo anterior se tienen las características propias del Edificio Sur Reforma, y así obtener los parámetros que nos servirán para los cálculos sísmicos.

A continuación se presentaran los planos del proyecto:

- Plano de sótanos típicos
- Plano de lobby- 1er Nivel
- Plano de oficinas 2do y 3er. Nivel
- Plano típico de apartamentos 4to al 14vo. Nivel
- Sección A-A
- Sección B-B

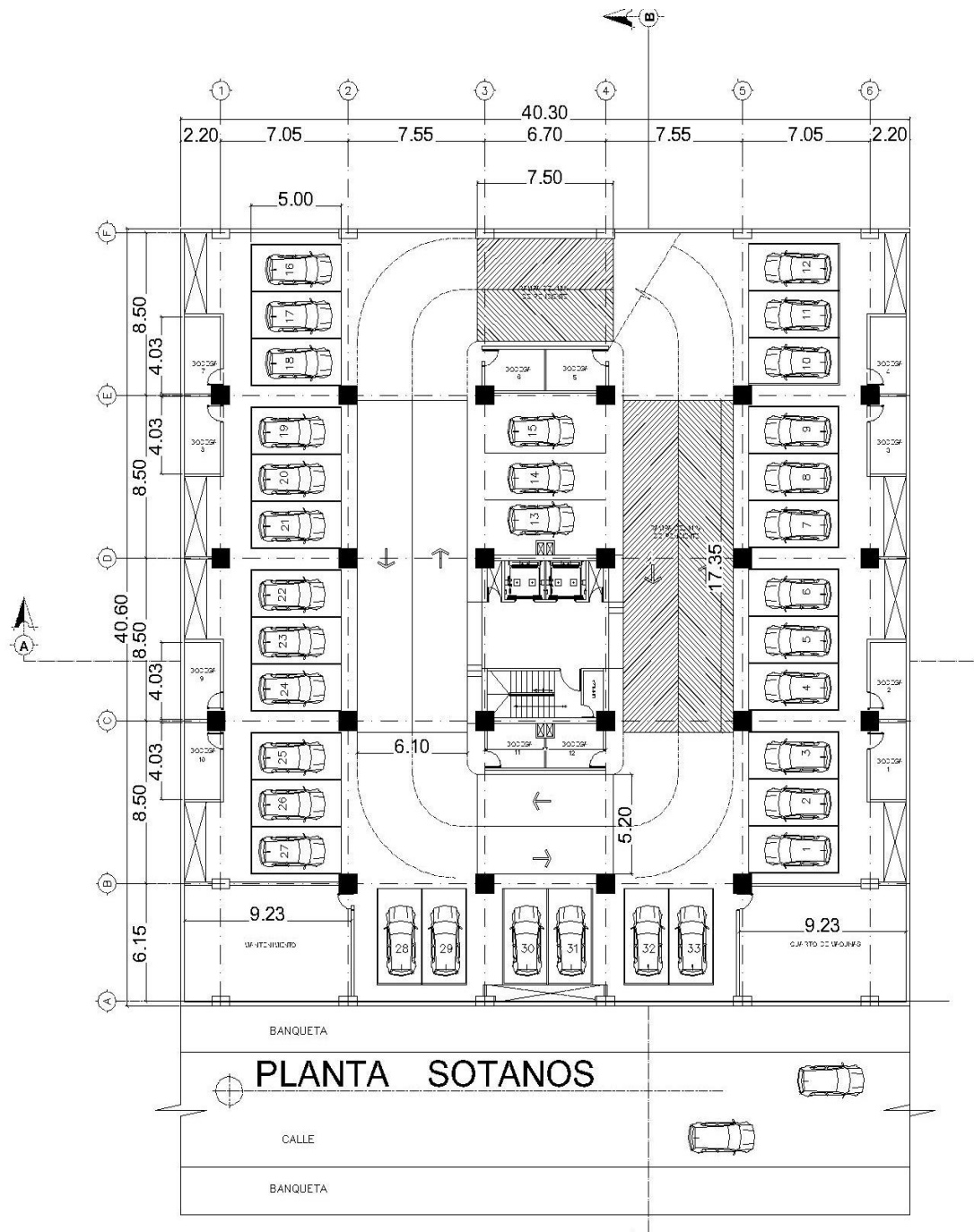


FIGURA 2. Planta, típica de Sótano.

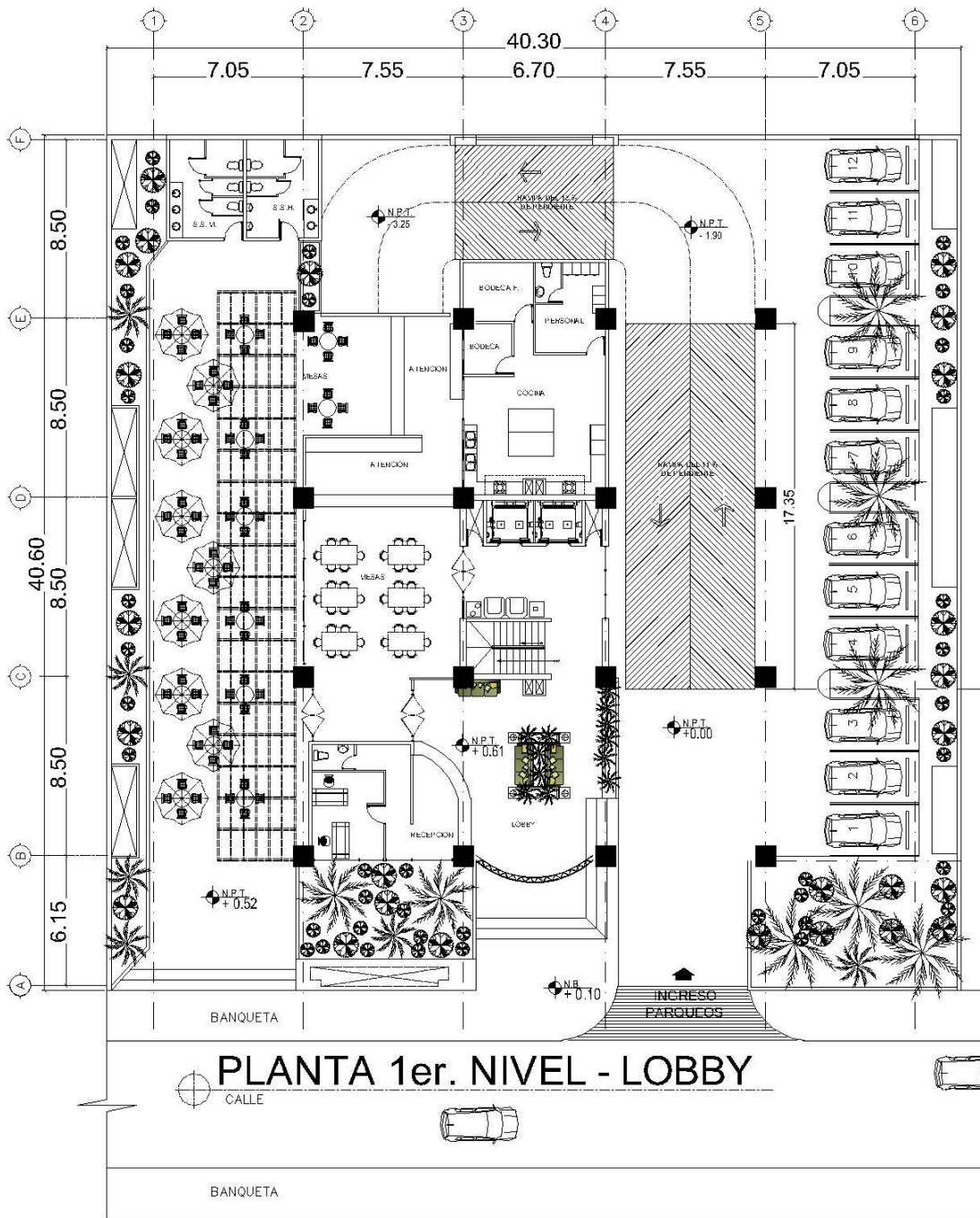


FIGURA 3. Planta, 1er Nivel- Lobby

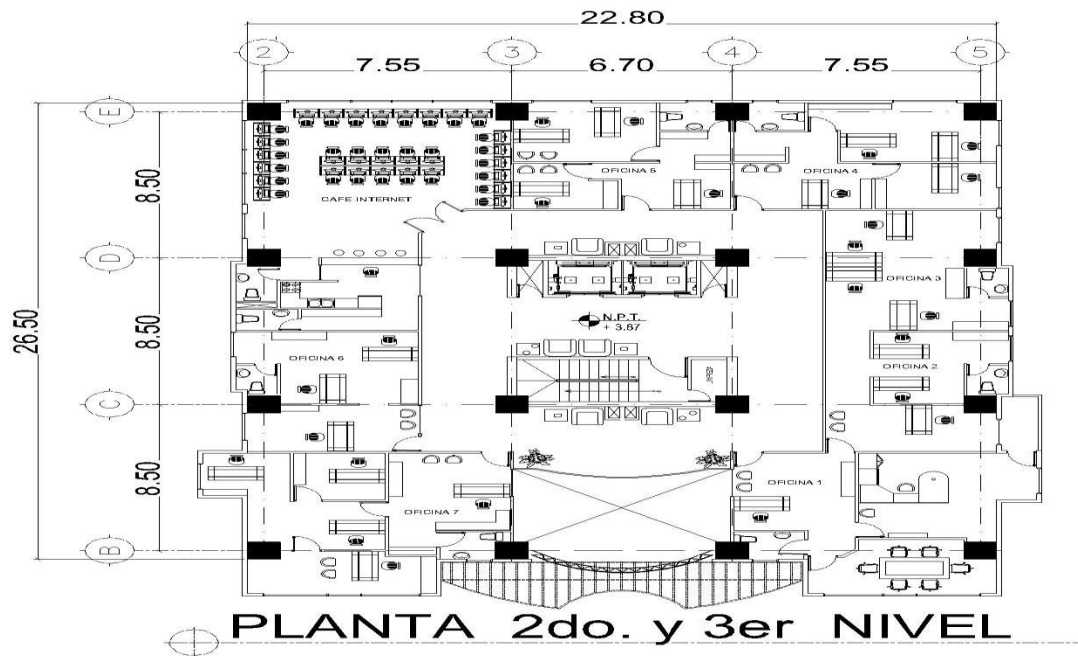


FIGURA 4. Planta. 2do y 3er. Nivel

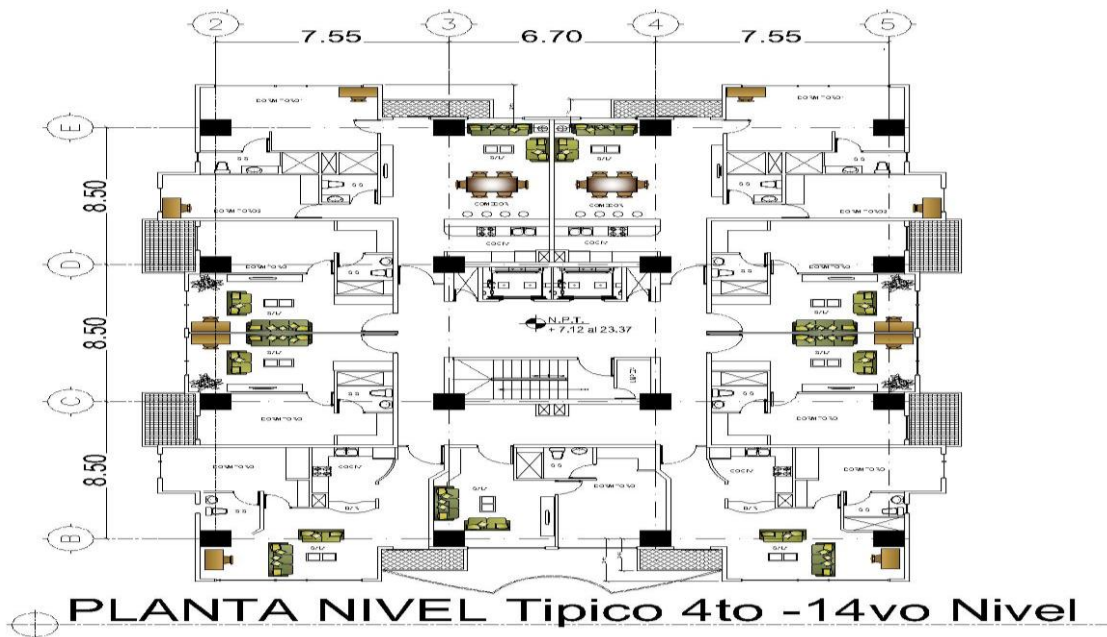
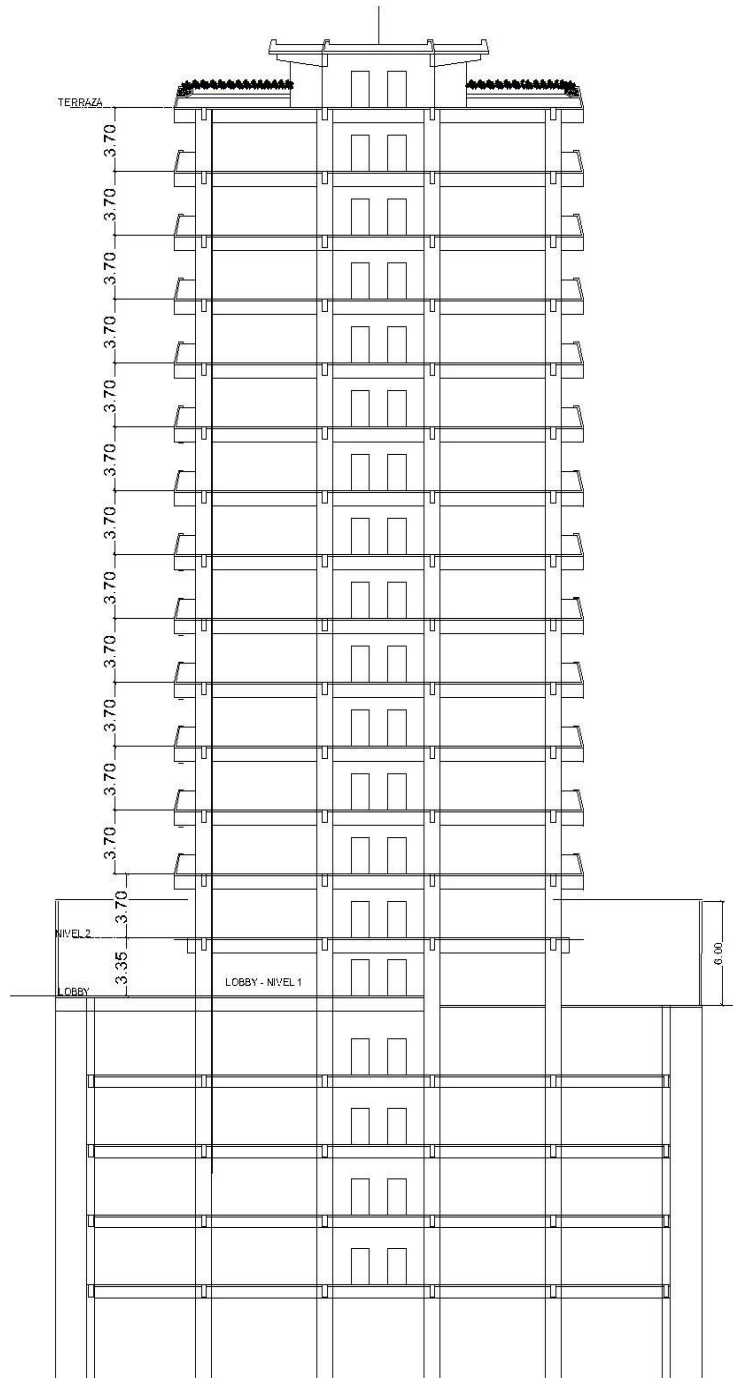


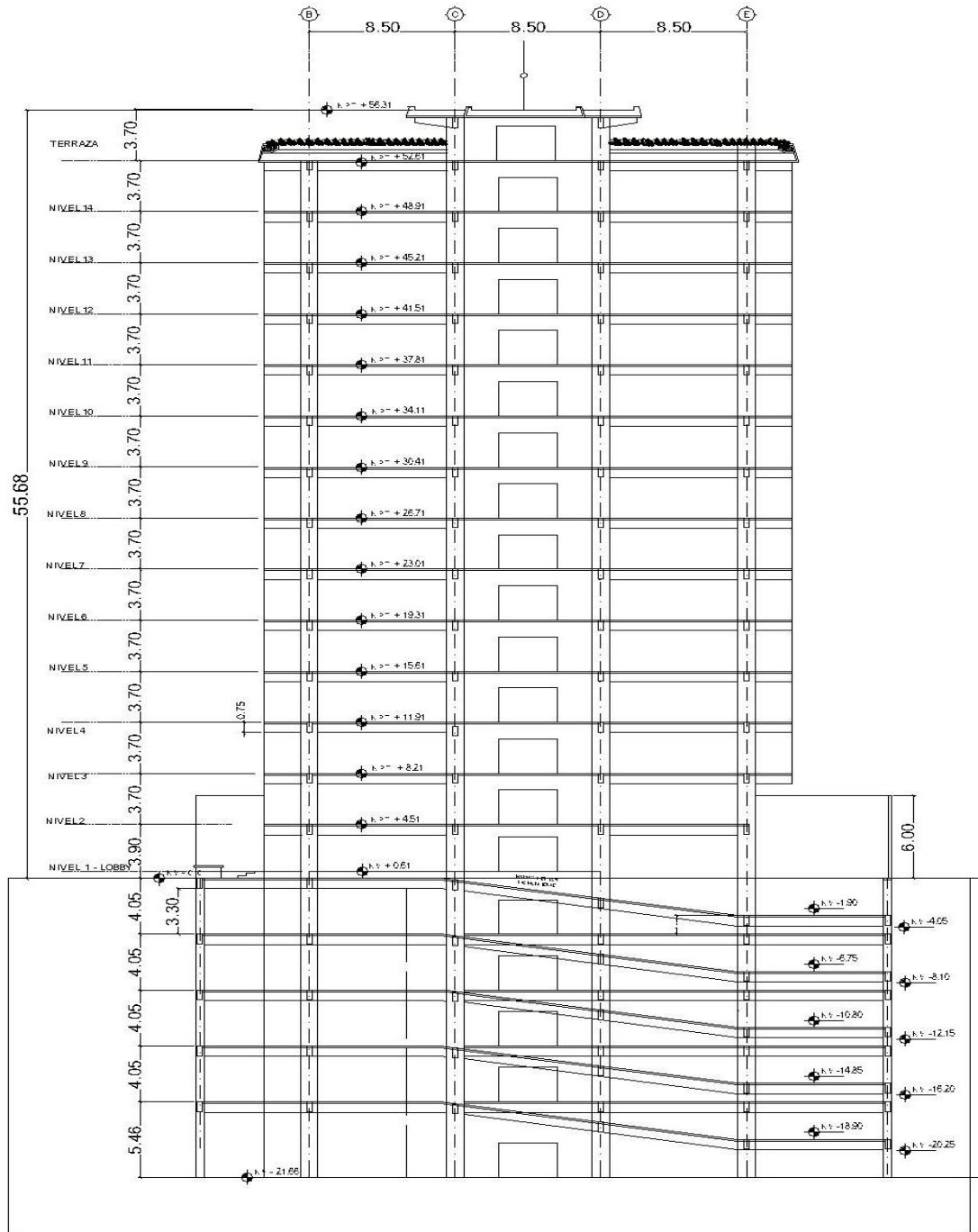
FIGURA 5. Planta típica de 4to. Al 14vo. Nivel



SECCION A-A"

FIGURA 6. Sección A-A





SECCION B-B"

FIGURA 7. Sección B-B

## **2.2.- Documentación para análisis y diseño (Códigos a usar)**

Es la preparación de todos los documentos y gráficos necesarios que intervendrán en las diferentes etapas de análisis y diseño estructural, y se aplicarán en predimensionamiento, así como en el proceso de modulación, se usara el programa de Etabs, que hacen posible una mayor precisión en la descripción de los fenómenos físicos.

Los códigos de diseño y construcción, son propios de cada país y los aplican según parámetros desarrollados, los cuales están basados en estudios de escritorio, laboratorio y campo.

En Guatemala es hasta el año de 1,996 que la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural –AGIES- publica la primera edición de las Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la república de Guatemala. Entonces para nuestro caso normalmente se tiene lo siguiente:

- Normas Estructurales de Diseño y Construcción recomendadas para la República de Guatemala. AGIES
- International Building Code IBC-06
- Reglamento de las construcciones de Concreto Reforzado ACI318-05
- ASCE7/SEI 7-05 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.

Con estos códigos, los ingenieros estructurales los aplican con criterio para Guatemala, y específicamente el de AGIES, que para esta etapa será la de análisis estructural.

Para los diseños estructurales se aplicarán

- Reglamento de las Construcciones de concreto Reforzado ACI318-05
- International Building Code IBC-06
- Teoría específica de vigas y columnas, por medio de software y programas específicos en hojas Excel.
- La información de Etabs, debe coincidir con programas de hojas Excel.

Esta información procesada y documentada se identificará así.

Memoria descriptiva: aquí deberán estar las listas de normas o códigos a usar, descripción del procedimiento de análisis, acciones, vínculos, etc., además de que permita la interpretación de los aspectos analíticos del proyecto.

Memoria de cálculo: deberán estar todos los resultados del análisis y diseño con su respectiva verificación, como la información de los programas es voluminosa, la misma se presente como anexo en las mismas.

Con lo anterior no se pretende producir memorias extensas, sino completas y claras, es necesario que el anexo de cálculo se justifique razonablemente el cumplimiento de las condiciones que exigen a la estructura en su conjunto y cada una de las partes, esto con el objeto de garantizar la seguridad y el buen servicio de la estructura.

### **2.3.- Definición y predimensionamiento de estructura.**

Para definir y predimensionar la estructura del edificio Sur-Reforma, un edificio de 14 niveles en concreto armado, se utilizaran los criterios del ACI318-05 y usando Etabs, con esto se pretende reunir los conceptos de ingeniería estructural antes expuesto, quedando recomendaciones para el análisis y diseño estructural para este tipo de estructuras.

Lo importante es dejar claro el uso del Etabs, para análisis y diseño, y aceptar sugerencias y comentarios por parte del gremio de la ingeniería Estructural.

Una estructura debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuada ante las cargas designadas tales como:

**Carga muerta=** CM, estructura propia y acción gravitacional.

De Tabla C3-2 del ASCE 7-05 PÁG. 266. Se tiene:

Concreto reforzado (armado)	= 150.0 lbs. /pie <sup>3</sup>
Block típico edificio 50 kg/cm <sup>2</sup>	= 75.0 lbs. /pie <sup>3</sup>
Mortero de acabados	= 93.0 lbs. /pie <sup>3</sup>
Muro cortina de vidrio	= 112.0 lbs. /pie <sup>3</sup>
Rellenos	= 80.0 lbs. /pie <sup>3</sup>
Pisos y mezclas	= 110.0 lbs. /pie <sup>3</sup>
Cielo falso	= 3.0 lbs. /pie <sup>2</sup>
Instalaciones	= 2.0 lbs. /pie <sup>2</sup>

**Carga viva=** CV, por el uso y ocupación, utilizar las máximas.

Tabla C4-1 del ASCE 7-05 PÁG. 274 se tiene:

Cv= balcones, corredores, gradas, salidas de emergencia, lobby = 100 lbs. /pie<sup>2</sup>

Cv= Habitaciones, apartamentos	= 40 lbs. /pie <sup>2</sup>
Cv= Parqueos	= 50 lbs. /pie <sup>2</sup>
Cv= Terrazas accesibles	= 40 lbs. /pie

$C_v = \text{Oficinas} = 50 \text{ lbs. /pie}$

**Carga sísmica= CS, se aplica código IBC-06, Tablas 3, 4,5 y AGIES**

**Carga viento= CV, se aplica código IBC-06**

**Esfuerzos en los materiales serán:**

**$F_c = 4,000 \text{ lbs. /plg}^2$**

**$F_y = 60,000 \text{ lbs. /plg}^2$**

Además se debe poner atención a efectos como cargas de impacto, cambios de temperatura y asentamientos, este último es una función que está ligada al estudio de suelos y geotécnico.

En el prediseño estructural, se define, el sistema de piso, para nuestro caso será losa maciza o tradicional apoyada en vigas de los respectivos marcos, tanto en sentido Números como Letra.

### **Prediseño de Losa**

Se tienen dos opciones para el cálculo del espesor de losa,  $t =$  espesor de losa.

Con un módulo típico para los sótanos y entrepisos según planos definidos se tiene:

Eje D-E/2-3  $a = 3.77 \text{ mts.}$   $b = 4.25 \text{ mts.}$

Opción 1:

$t = \text{Perímetro}/180$  entonces se tiene:

Eje D-E/2-3  $t = (3.77 + 4.25) * 2 / 180 = 8.9 \text{ cms.}$  redondear a  $t = 10. \text{ cms.}$

Opción 2:

Se utiliza la ecuación 9.12 o 9.13 de ACI318-05, según valor de  $\alpha_m$  el cual según cálculos:

$\alpha_m = 1.13$  entonces se debe usar fórmula 9-13 del ACI308-05

$$h = \frac{\ell_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} \quad (9-13)$$

Dónde:

$\ell_n$  = lado mayor = 425 mm

$f_y$  = 60,000 psi, esfuerzo del refuerzo = 420 MPa

$\beta$  = relación b/a = lado largo/lado corto = 4.25/3.77 = 1.13

$\alpha_m$  = relación de rigidez = según Cálculo = 1.13

$t = 425(0.8 + 420/1500)/(36 + 9 \cdot 1.13) = 11.02$  mm

Redondear a  $t = 12$  cms.

Entonces se deja  **$t = 12$  cms.**

### **Pre diseño de vigas**

Para este prediseño tenemos:

Opción 1: tabla 9.5(a)

TABLE 9.5 (a) MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED				
	Minimum thickness, h			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	1/20	1/24	1/28	1/10
Beams or ribbed one-way slabs	1/16	1/18.5	1/21	1/8
Notes:				
Values given shall be used directly for member with normal weight concrete ( $w_c=145 \text{ lbs/ft}^3$ ) and grade 60 reinforcement for other conditions, the values shall be modified as follows				
a) For structural lightweight concrete having unit weight, $w_c$ , in the range 90-120 $\text{lbs/ft}^3$ , the values shall be multiplied by $(1.65-0.005w_c)$ but not less than 1.09				
b) For $f_y$ other than 60,000 psi, the values shall be multiplied by $(0.4+f_y/100,000)$				

FIGURA 8. Peraltes Mínimos ACI318.05

Luz típica 8.50 mts. y 7.50 mts.

Entonces se tiene  $l/21 = 8.50/21 = 40.0 \text{ cms.}$

Opción 2: aplica siguiente criterio

8% de la luz  $h = 8.5 \cdot 0.08 = 0.68 \text{ mts.} = 70 \text{ cms.}$

Opción 3: aplica siguiente criterio

$Luz/12 = 8.50/12 = 0.708 \text{ mts.} = 70 \text{ cms.}$

Entonces se toma la mayor y se redondea, lo cual nos da  $h=0.70 \text{ mts.}$  y asumimos una relación 2:1 su base es  $b=0.35 \text{ mts.}$  Quedando definida la viga de  $b=0.30-0.40$ , y para efectos de prediseño  $b=0.35$  y  $h_{\#} = 0.70$  y  $h_{letras}=0.70$  después de primera corrida estructural se corrigen estos datos según requerimiento.

## Pre diseño de Columnas

Se debe tener integrada la carga de losas y esta queda así.

		<b>ENTREPISO</b>		
CASO TIPICO				
<b>CARGA MUERTA</b>		cms	pcf	Lbs/pie2
	Losa Trad.	0.12	150	<b>59.0</b>
	Relleno G.	0.00	80	0.0
	Pisos y mezcla	0.06	110	21.65
	Repellos cielos	0.02	80	5.25
	Otros, instalaciones			2.00
			Wcm=	87.94
			<b>Wcm=SCM=Etabas o Sap</b>	<b>28.90</b>
<b>CARGA VIVA</b>				
1	VIVIENDA / APARTAMENTOS (1)		Wcv=	40.00
2	Oficinas (2)		Wcv=	50.00
3	Balcones, Corredores y gradas (3)		Wcv=	100.00
	TOTAL CARGA TRABAJO		Wct1=	127.94
			Wct2=	137.94
			Wct3=	187.94
	Carga Ultima	Wcu1=	<b>169.52</b>	lbs/pie2
		Wcu2=	<b>208.11</b>	lbs/pie3
		Wcu3=	<b>293.11</b>	lbs/pie3
		<b>T E C H O S</b>		
CASO TIPICO				
<b>CARGA MUERTA</b>		cms/metros	pcf	Lbs/pie2
	Losa Trad.	0.12	150	<b>59.04</b>
	Desniv + mezcla	0.050	80	13.12
	Baldosa B. 1/2	0.055	105	18.94
	Repellos cielos	0.020	80	5.25
			Wcmt=	96.35
			<b>Wcm=SCM=Etabas o Sap</b>	<b>37.31</b>
<b>CARGA VIVA</b>				
	TECHO ACCESIBLE		Wcv=	40.00
	TOTAL CARGA TRABAJO		Wct=	136.35
	Carga Ultima	Wcu=	<b>115.62</b>	lbs/pie2

**Tabla I. Integración de Cargas**

Opción 1: aplica siguiente criterio

Que  $bxd \geq P/\Phi f'c$



Tendremos  $f'c = 4,000$  psi, valor de  $\Phi = 0.3$  y el valor estimado de P, en este caso tomamos una área típica para columna en eje D/3 el cual nos da un área de  $7.125 \times 8.50 = 60.56$  mts.<sup>2</sup> = 652 pies<sup>2</sup> (se aproxima)

14 niveles de entepiso: Tenemos  $652 \times 179.62 \times 1 = 117,112.2$  lbs.

$$652 \times 185.52 \times 2 = 241,918.0 \text{ lbs.}$$

$$652 \times 169.52 \times 11 = 1,215,797.5 \text{ lbs.}$$

4 niveles de sótano  $652 \times 169.52 \times 4 = 442,108.2$  lbs.

Peso total de losas  $2,016,935.9$  lbs. = **2,016.9 kips**

Peso de vigas  $(8.5+7) \times 0.35 \times 0.70 \times 3.28^3 \times 150 \times 18 = 361,812.0$  lbs. = **361.8 kips**

Peso de Col. estimado  $(1 \times 1) \times 3.70 \times 3.28^3 \times 150 \times 18 = 352,522.6$  lbs. = **352.5 kips**

Teniendo un peso total para una columna típica de **= P= 2731.3 kips**

**Que es aproximadamente equivalente a un peso total de P= 1,241.5 ton.**

Aplicando la fórmula tenemos.

$$100 \times 100 \geq 2,731.3 / 0.3 \times 4000 \rightarrow \mathbf{10,000 \geq 2,276.0. ok,}$$

Por lo tanto asumir esta medida por motivos de momentos y sismo, además de tener medidas degradadas hasta 70x70.

## Resumen

**Losa t= 12 cms**

<b>Vigas Principales Números</b>	<b>b=0.35 h= 0.70,</b>
<b>Principales Letras</b>	<b>b=0.35 h= 0.70,</b>
<b>Secundarias Letras</b>	<b>b=0.25 h=0.50</b>
<b>Secundarias Números</b>	<b>b=0.25 h=0.50</b>
<b>Columnas</b>	<b>b=1.00 h=1.00</b>

La ampliación o reducción de las secciones se verificara hasta en el primera corrida de análisis estructural y siguiendo las especificaciones del ACI318-05.

## **CAPÍTULO 3**

### **Análisis Estructural, con Etabs 9.5**

#### **3.1- Proyecto definido.**

El edificio proyectado:	Sur-Reforma
Ubicación:	Av. Las Américas 3-17 zona 14
Sótanos:	Cinco sótanos.
Niveles 1:	Lobby
Nivel 2 y 3:	Oficinas
Nivel 4 al 14:	Apartamentos
Tipo estructura:	Marcos espaciales resistentes a Momento.
Material:	Concreto reforzado
Lado menor:	22.80 mts.
Lado mayor:	26.50 mts.
Altura a partir de acera:	56.91 mts.
Área de construcción:	16,499.00 mts.2,
Planta típica:	Simétrica
Elevación típica:	Simétrica

### 3.2- Integración de cargas y dimensionamiento de elementos.

De la integración de cargas, se identifican así: CM, Cv, ScM.

		<b>ENTREPISO</b>		
CASO TIPICO				
<b>CARGA MUERTA</b>		cms	pcf	Lbs/pie2
	Losa Trad.	0.12	150	<b>59.0</b>
	Relleno G.	0.00	80	0.0
	Pisos y mezcla	0.06	110	21.65
	Repellos cielos	0.02	80	5.25
	Otros, instalaciones			2.00
			Wcm=	87.94
		<b>Wcm=SCM=Etabas o Sap</b>		<b>28.90</b>
<b>CARGA VIVA</b>				
1	VIVIENDA / APARTAMENTOS (1)		Wcv=	40.00
2	Oficinas (2)		Wcv=	50.00
3	Balcones, Corredores y gradas (3)		Wcv=	100.00
TOTAL CARGA TRABAJO			Wct1=	127.94
			Wct2=	137.94
			Wct3=	187.94
Carga Ultima		Wcu1=	<b>169.52</b>	lbs/pie2
		Wcu2=	<b>208.11</b>	lbs/pie3
		Wcu3=	<b>293.11</b>	lbs/pie3
		<b>T E C H O S</b>		
CASO TIPICO				
<b>CARGA MUERTA</b>		cms/metros	pcf	Lbs/pie2
	Losa Trad.	0.12	150	<b>59.04</b>
	Desniv + mezcla	0.050	80	13.12
	Baldosa B. 1/2	0.055	105	18.94
	Repellos cielos	0.020	80	5.25
			Wcmt=	96.35
		<b>Wcm=SCM=Etabas o Sap</b>		<b>37.31</b>
<b>CARGA VIVA</b>				
	TECHO ACCESIBLE		Wcv=	40.00
TOTAL CARGA TRABAJO			Wct=	136.35
Carga Ultima		Wcu=	<b>115.62</b>	lbs/pie2

**Tabla I. Integración de Cargas**

Ya definida la integración se procede a introducir las cargas, y su verificación se realiza así:

Se tomará un Nivel típico para chequear y verificar la distribución de cargas.

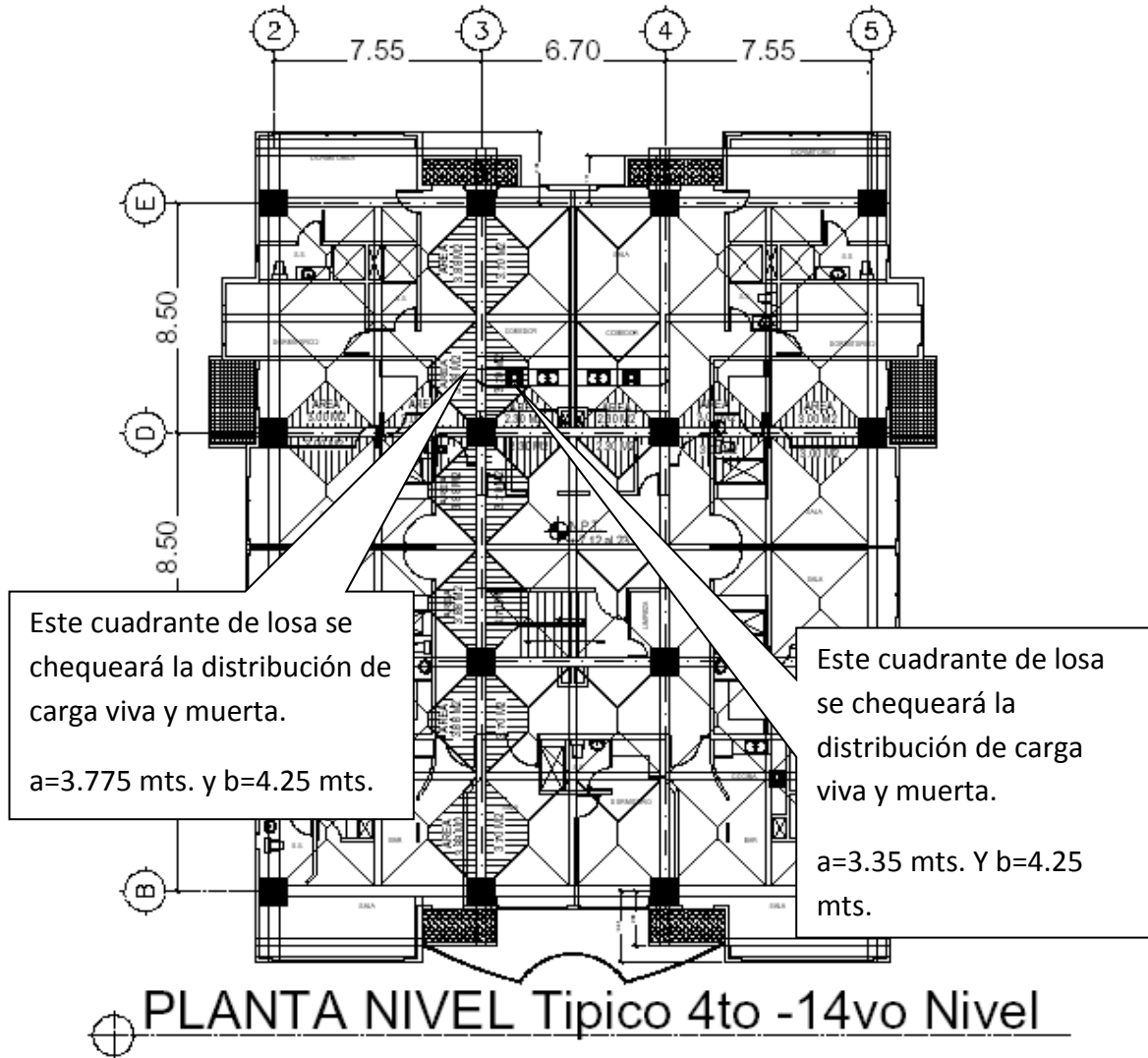


FIGURA 9. Planta distribución cargas

De la anterior se procederá a calcular carga de losas en eje 3/D-E y D/3-4, teniendo los cálculos y medidas siguientes:

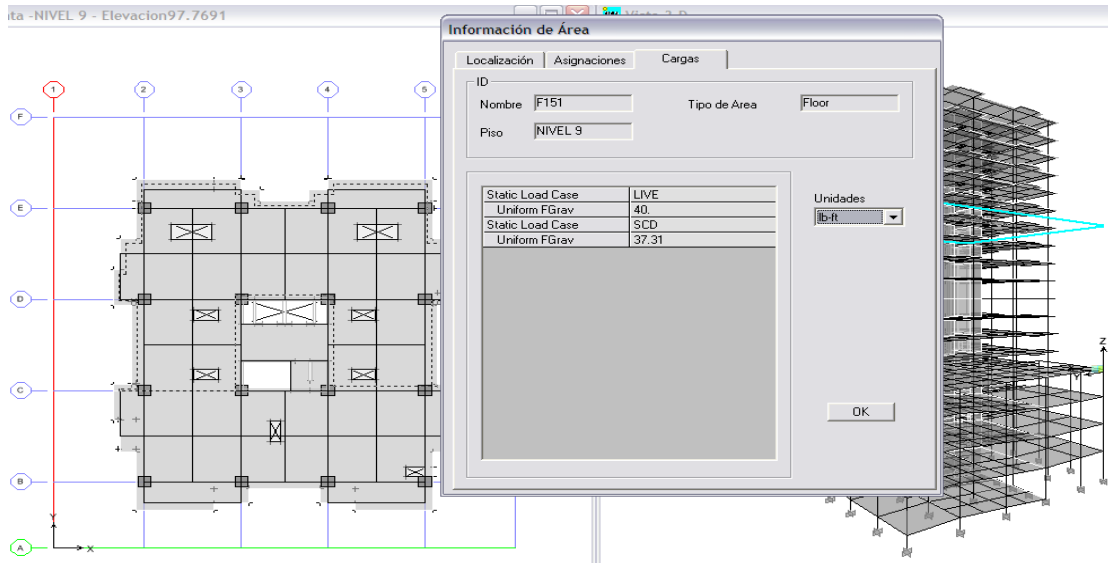
Losa 1 ejes 2-3/D-E  $a=7.55/2=3.775\text{mts.}$   $b= 8.50/2= 4.25$

Losa 2 ejes 3-4/D-E  $a=6.70/2=3.35 \text{ mts.}$   $b= 8.50/2= 4.25$  por áreas tributarias.

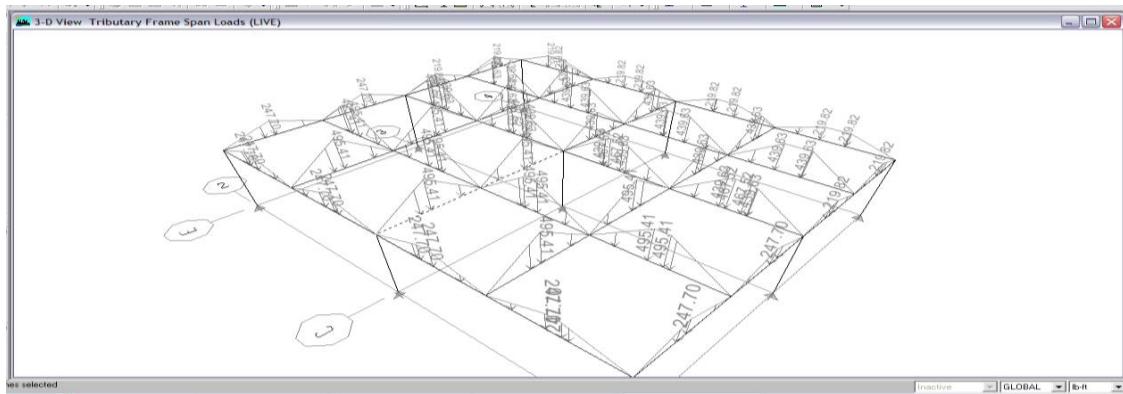
Cálculo de cargas a vigas por Areas tributarias					
CARGA VIVA					
losa	mts	pies			
a	3.78	12.40	m	0.89	
b	4.25	13.94			
					<b>lbs/pie2</b>
Carga de triangulo doble		<b>247.97</b>	<b>lbs/pie2</b>	<b>Cv</b>	<b>40.00</b>
	base	3.78	Area Triangulo	3.57	mts2
	altura	1.89		38.43	pies2
			$W_{1triangulo}$	<b>123.984</b>	lbs/pie
					<b>lbs/pie2</b>
Carga areaTrapecio doble		<b>275.39</b>	<b>lbs/pie2</b>	<b>Cv</b>	<b>40.00</b>
	base 1	4.25	Area	4.46	mts2
	base 2	0.47		47.99	pies2
	altura	1.89			
			$W_{1trapecio}$	<b>137.695</b>	lbs/pie
lado corto	ws/4	123.984	Comprobacion por formula, tambien coincide		
lado largo	ws/4(2-m)	137.70			

Tabla II. Cálculo de cargas a vigas

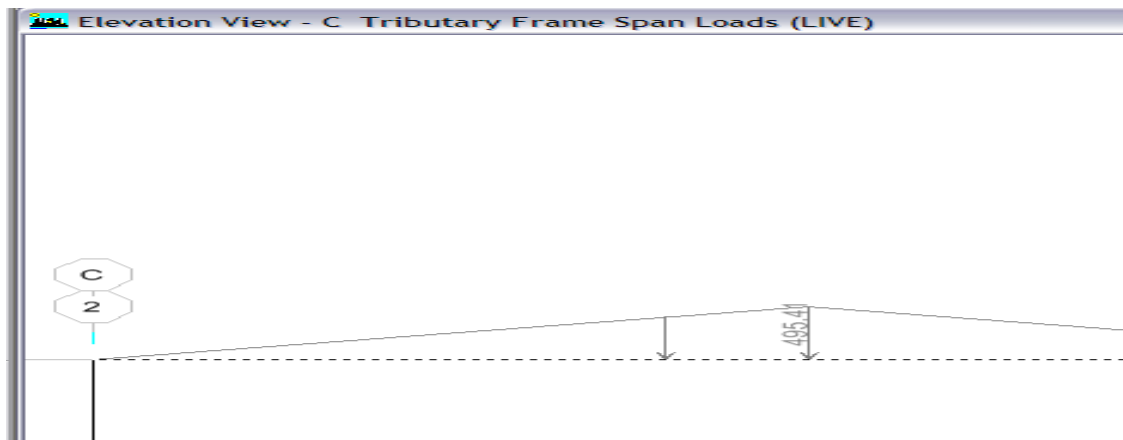
Con secuencia-●**Marcar losa**>**Click derecho**► **En ventana**, verifica cargas admitidas, que en nuestro caso son Cv=40 lbs. /pie2 y SCD=37.31 lbs. /pie2 (SCD=sobrecargas muertas, ver integración de cargas)



Luego con secuencia **-•Display>Show loads► frame/line**, y en ventana se elige la carga requerida (Live, Dead, Scdead) y aparece distribución triangular y trapezoidal



Realizar un acercamiento para, Caso corto eje C, con doble carga de área triangular en carga viva

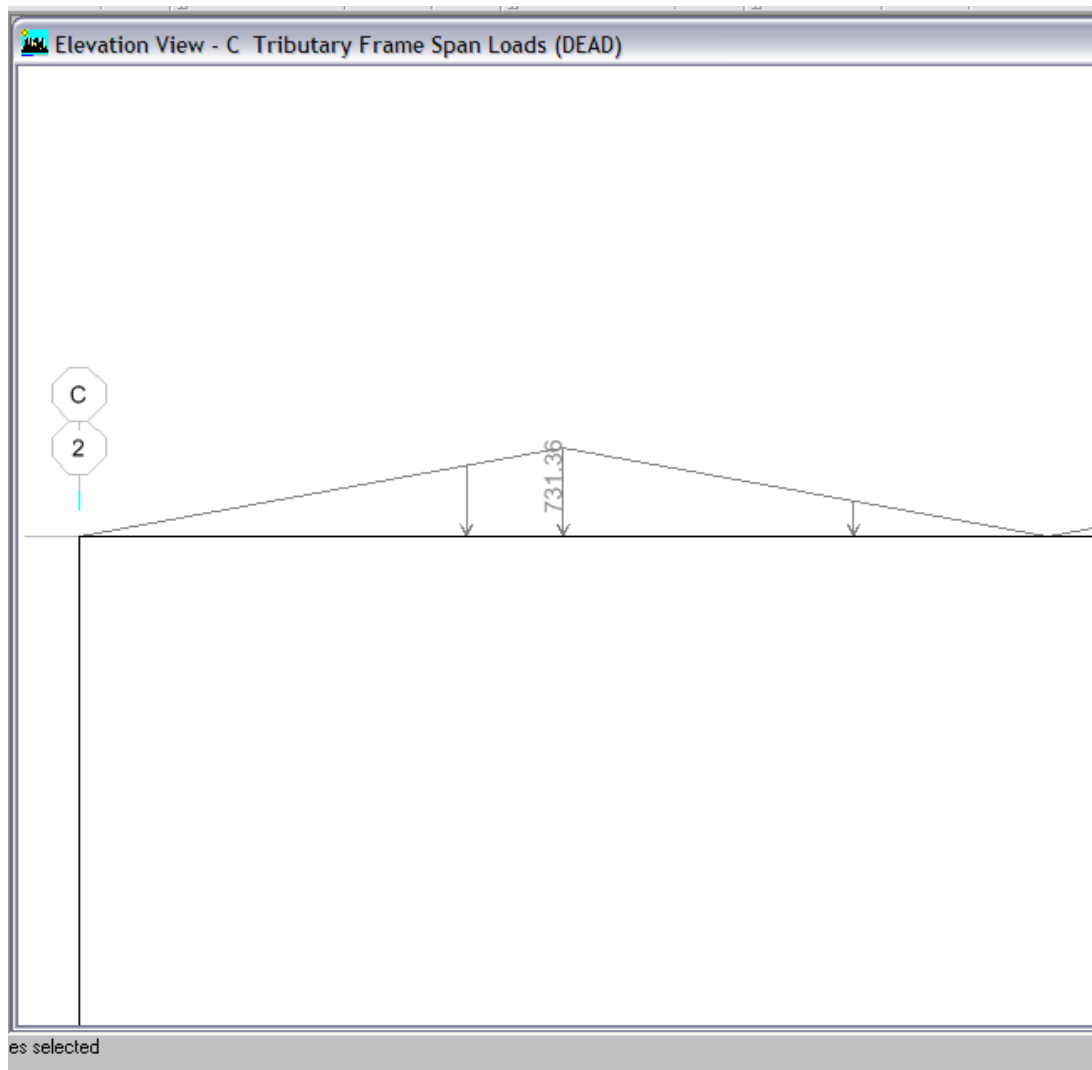


Etabs da un valor triangular de 495.41 lbs. /pie, como valor máximo en una carga triangular, para convertirla en distributivamente se realiza lo siguiente:

$W_{cv} = (0+495.42)/2 = 247.705$  lbs. /pie y el dato calculado en hojas Excel nos da

$W_{cv} = 247.97$  lbs. /pie, con lo cual se verifica que la integración manual y la del programa Etabs, coinciden.

De igual forma se procede resto de cargas con la carga muerta, para esta caso se considera la calculada por Etabs, que sería la losa y la viga correspondiente, lo referido a sobrecarga se hace igual y por aparte, y si uno quiere saber toda la carga muerta se deberá sumar la Cdead y Scdead (Cmuerta y Sobrecarga muerta=Carga muerta total), entonces se verificara la Cdead.



$W_{cm} = (0 + 731.36) / 2 = 365.68$  Lbs. /pie y el dato calculado en hojas Excel nos da

$W_{cm} = 365.52$  lbs. /pie, y nuevamente se verifica que la integración manual y la del programa Etabs, coinciden.



El dimensionamiento de elementos se rectifica con las siguientes medidas.

Columnas:	1.00x1.00 mts.. Hasta 50x50
Vigas Principales	0.35x0.70 mts.
Vigas secundarias:	0.25x0.50 mts..
Losas tradicionales:	0.12 mts..

Al tener estas medidas definidas, se usaran para el modelaje de la estructura tridimensional, la cual se ajustara después del primer análisis, en Etabs donde solamente se integrara la Cm, Cv, Csismo (estático).

### **3.3- Modelación de Geometría y cargas gravitacionales.**

En esta fase donde se inicia a modelar la estructura del proyecto, para nuestro caso el edificio Reforma-Sur se toma la información resumida anterior.

Se comenzará con etabs9.5 y se irá explicando paso a paso la forma de esta primera parte como lo es la **Geometría y cargas gravitacionales**.

Definir las dimensionales a usar, estas se ubican en la parte inferior derecha de Etabs9.5, y cuando se elige una dimensional, la misma no varía, aun cuando se cierra y luego se abre nuevamente el archivo.

Con respecto a las dimensionales, la elegida inicialmente se mantiene, pero conforme se introducen más datos uno puede ir cambiando según requerimiento, por ejemplo, para el edificio iniciamos con kips-pie, y luego cambiamos a kg-mts.. Ya que al introducir la geometría, es mejor trabajar metros porque se hace más fácil y comprensible, pero cuando creamos un material, la dimensional a usar es en lbs.-pulg, porque se visualiza mejor los datos de,  $F_c = 4,000$  psi,  $f_y = 60,000$  psi.

Los pasos de introducción de datos, como geometría y cargas, se realizaran de la siguiente manera:

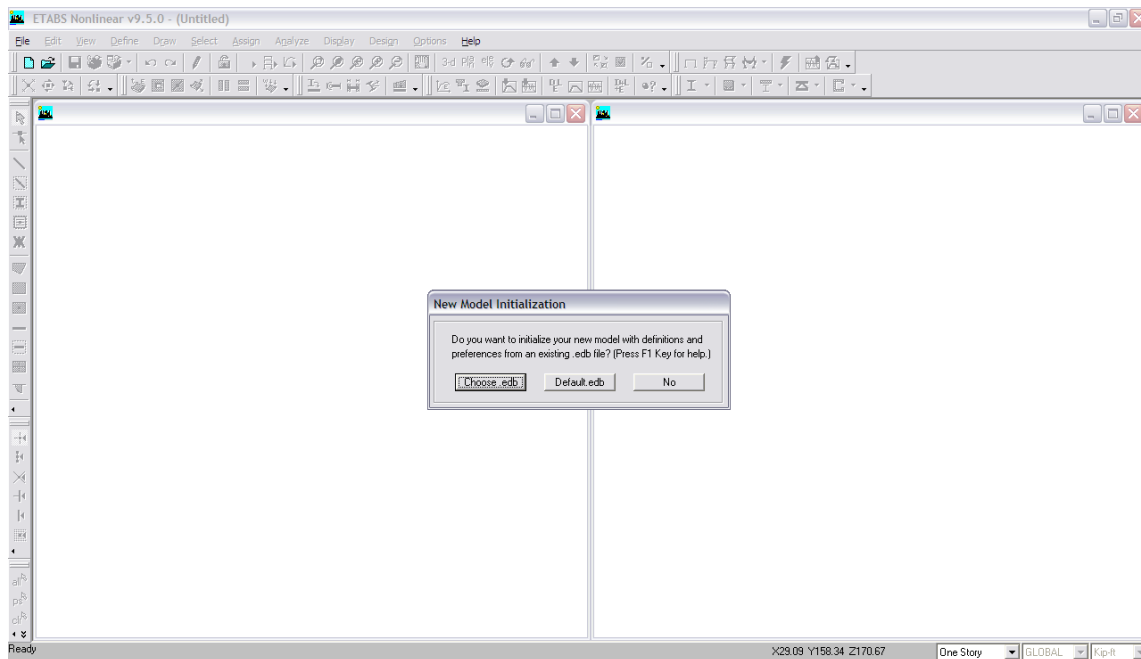
Se dará la secuencia escrita en negrilla

Continúa con la gráfica correspondiente por el programa.

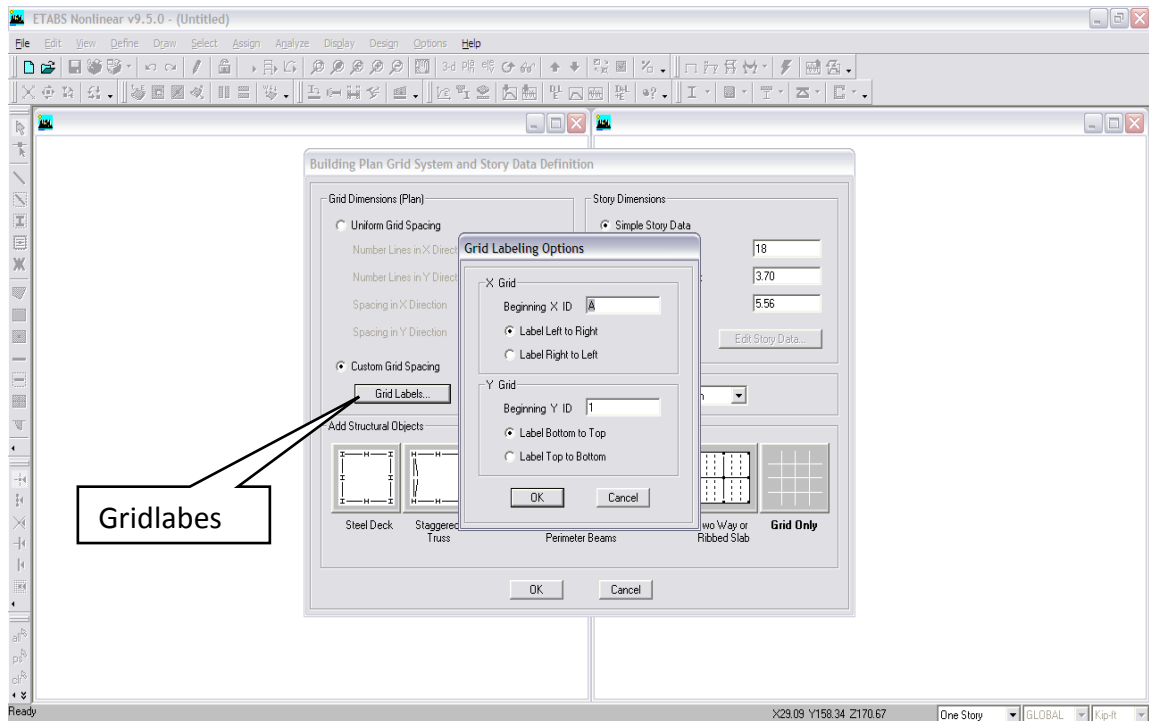
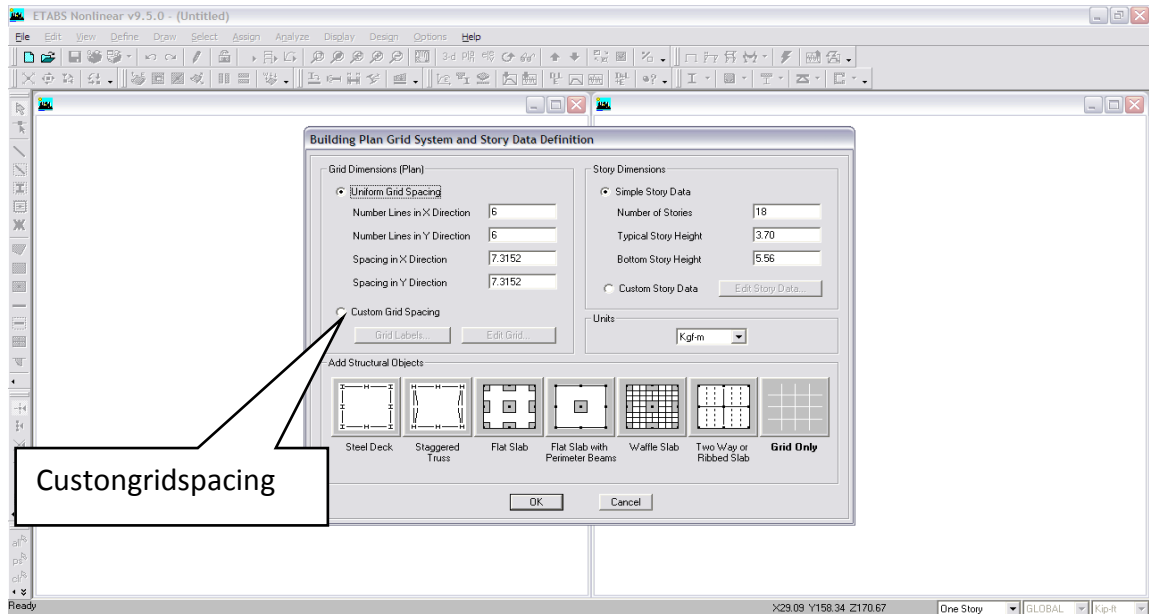
Además de una explicación adicional para su mejor comprensión.

## INICIO DE PROGRAMA, MODELANDO ESPACIOS Y NIVELES.

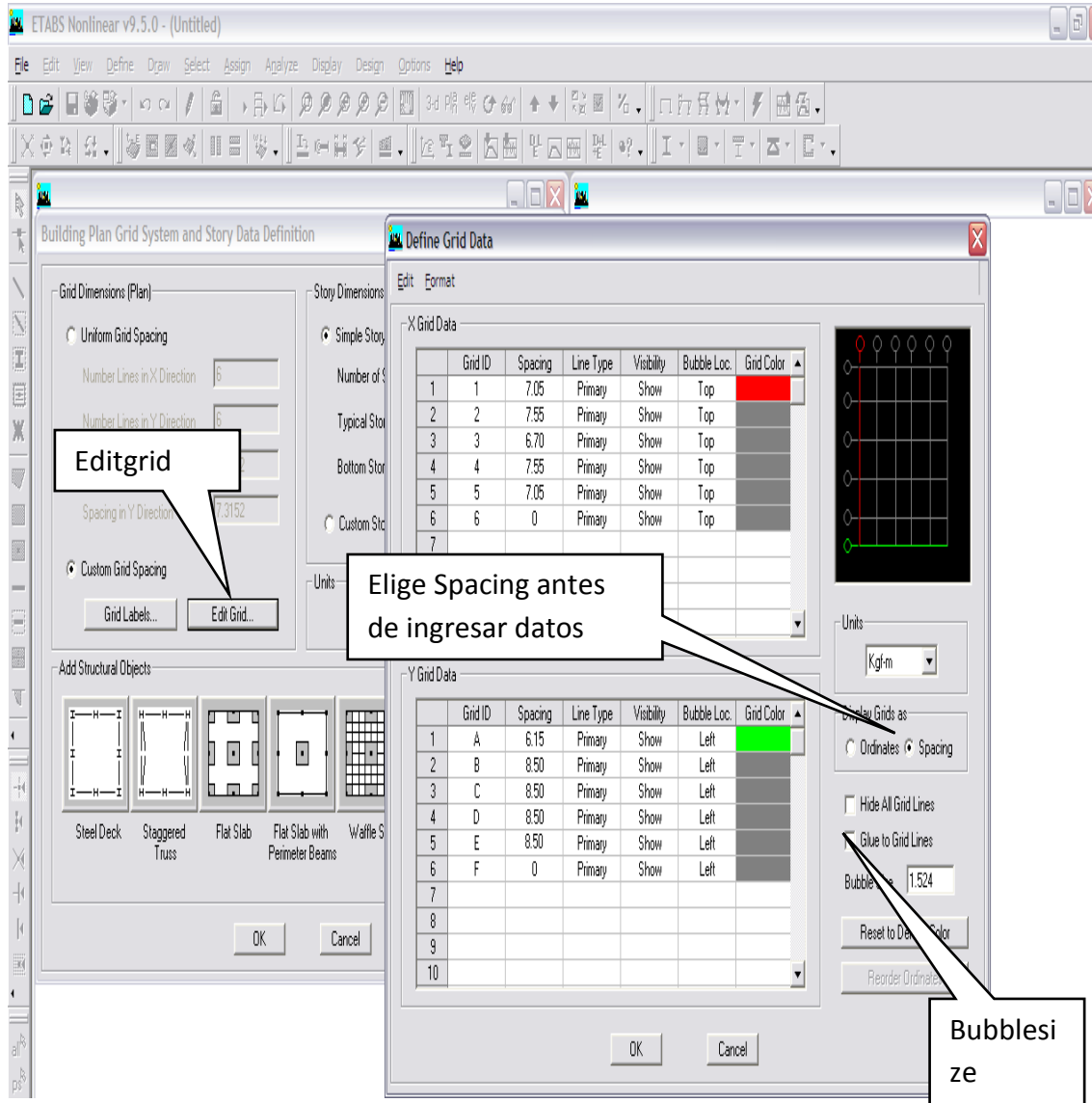
**File>New Model ► elige No**, en ventana.



El primero (**choose.edb**) se puede elegir si se tienen archivos similares creados con anterioridad, el segundo (**Default.edb**) puede ser un archivo por default que trae el programa y pueda aplicarse al que uno quiere, y el tercero, (**No**), se recomienda elegir, ya que se crea el modelo según planos. En la ventana siguiente, se deben introducir los datos de ejes en X (6) y Y (6) y editar la misma, para el plano y elevación respectivamente.



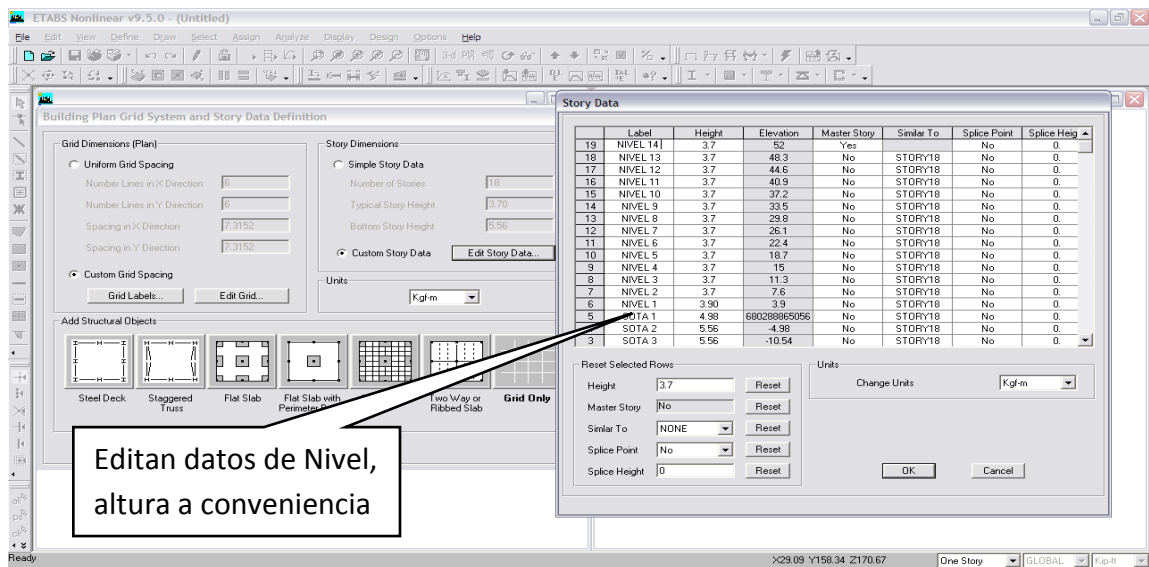
• **Custom grid spacing ► Grid labels:** se editan dónde van ejes Letras (spacingX) y Números (spacing Y) y su forma de iniciar, puede ser de izquierda y abajo-arriba, según planos, o viceversa, al final ok.



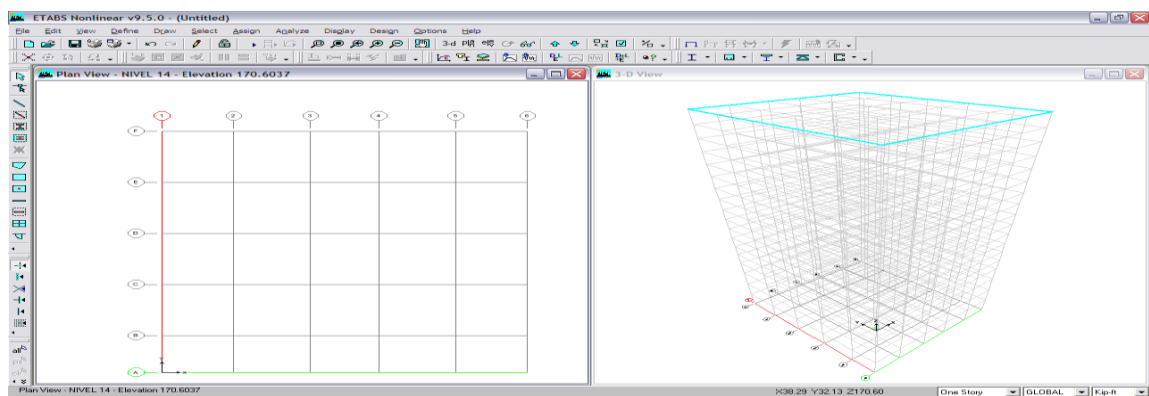
● **Edit grid** ► cambiar a kg-mts., y en **Display grids as** ► ● **spacing:**

Esta forma de ingresar distancias entre ejes, es decir distancia de Eje A a Eje B (Eje X, 7.05-7.55 - 6.70 - 7.55 - 7.05- Eje Y 6.15 - 8.50 -8.50...) conforme planos definidos, además se recomienda colocar un color al eje 1 y A, para visualizar que todo está conforme los planos. Para agrandar ejes, se cambia el número en ● **Bubble size**, y ok

●**Custom story Height**► aquí se editan alturas, se inicia colocando la cota inicial en elevación y después las alturas respectivas de sótanos y niveles, se elige nivel masters (Nivel 14, cualquier cambio en este lo realiza en los similares), además se edita la columna Label, ejemplo **sótano 4, nivel 1-** o según requerimiento.

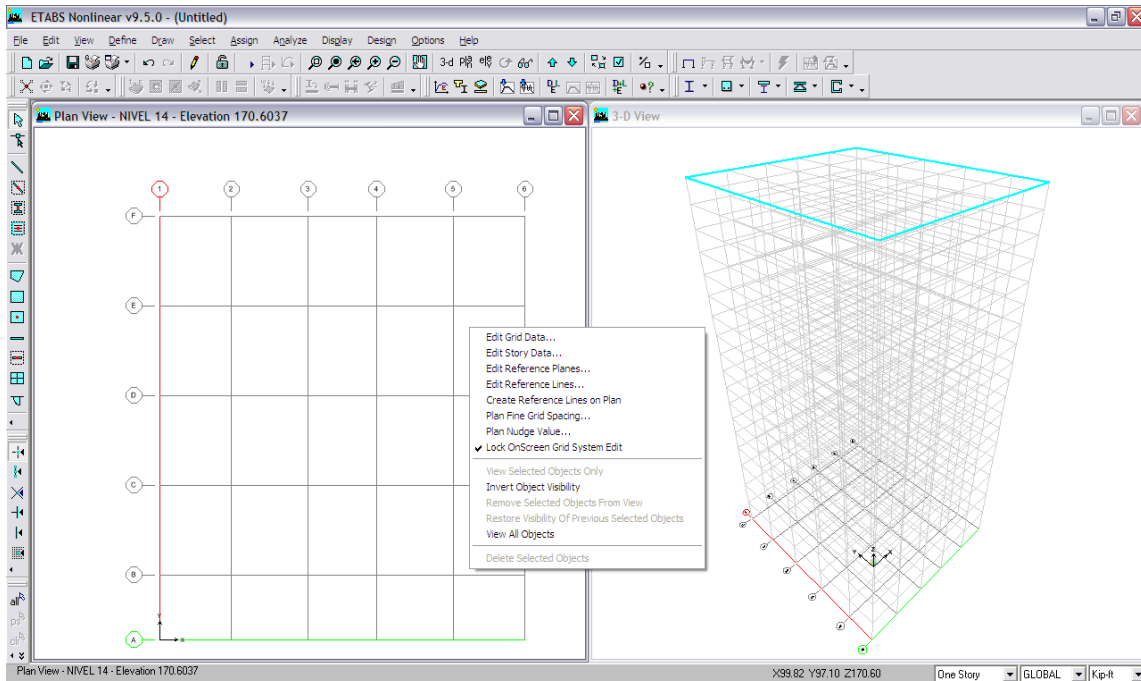


Después Ok, Ok, y aparece la ventana siguiente, que define el espacio del edificio en planta y tridimensional.

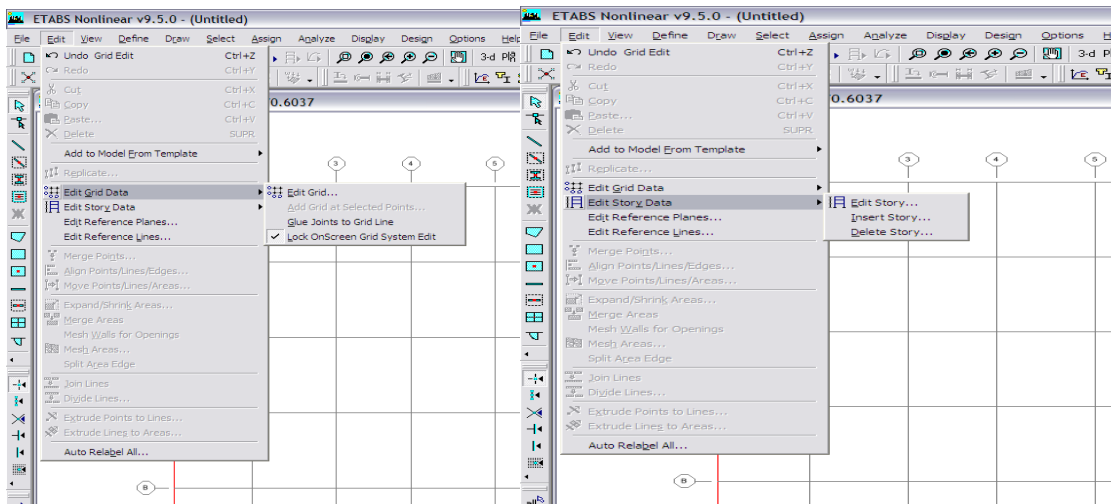


Aquí puede verse que se fue cambiando las dimensionales según requerimiento, pero aquí aparece la elegida (kip-pie), además puede verse que aparece el nombre de la planta y su elevación como se ingresó anteriormente.

Si por algún motivo se debe corregir algún dato se ubica el cursor en pantalla y clik derecho, donde se edita cualquier dato erróneo o agregar información extra.

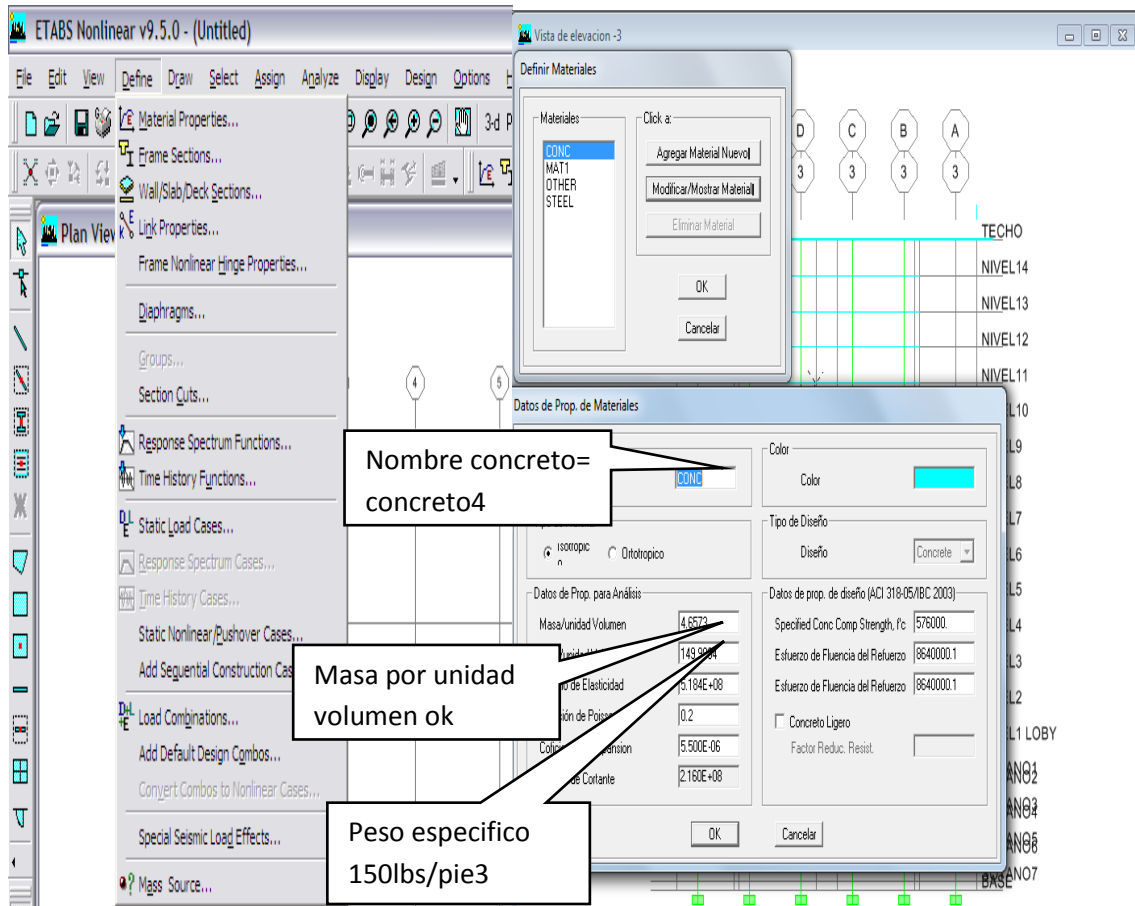


Otra forma de editar es **edit** y elegir de la ventana Grid data (planta) Story data (Niveles) Reference plane (Planos de referencia, planos auxiliares), reference line (líneas de referencia) se usan en los sótanos.

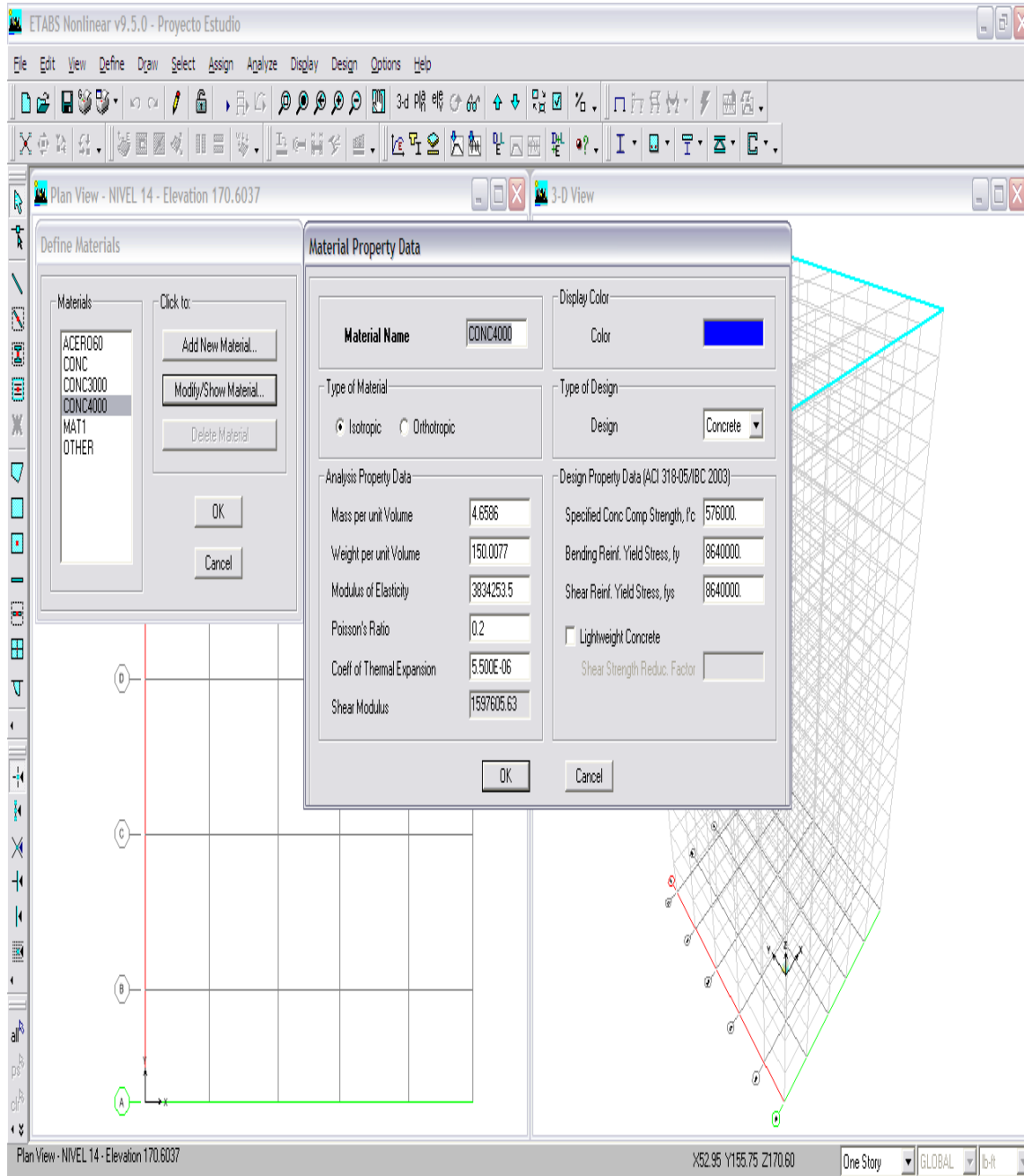


## DEFINIENDO PROPIEDADES DE MATERIALES

● **Define ► Material Properties**, Define el material a usar,  $F'c = 4.000$  psi, siguiendo ► **Add New Material** ● verificar  $F'c = 4$ ksi,  $f_y = 60$  ksi. Ok, Ok.



Luego se cambia dimensional de lbs.-pie para verificar peso volumétrico de concreto (**150 lbs. /pie<sup>3</sup>**) y masa por unidad volumen que será W/g. ( $150/32.20 = 4.6573$ ). El modulo de elasticidad concreto calculado así  $w_c^{1.5} \times 0.043 \times f'c$  (Mpa) = **3.85E06 (psi)** corroborando que los valores descritos en Define son iguales a los calculados. Ok, Ok.



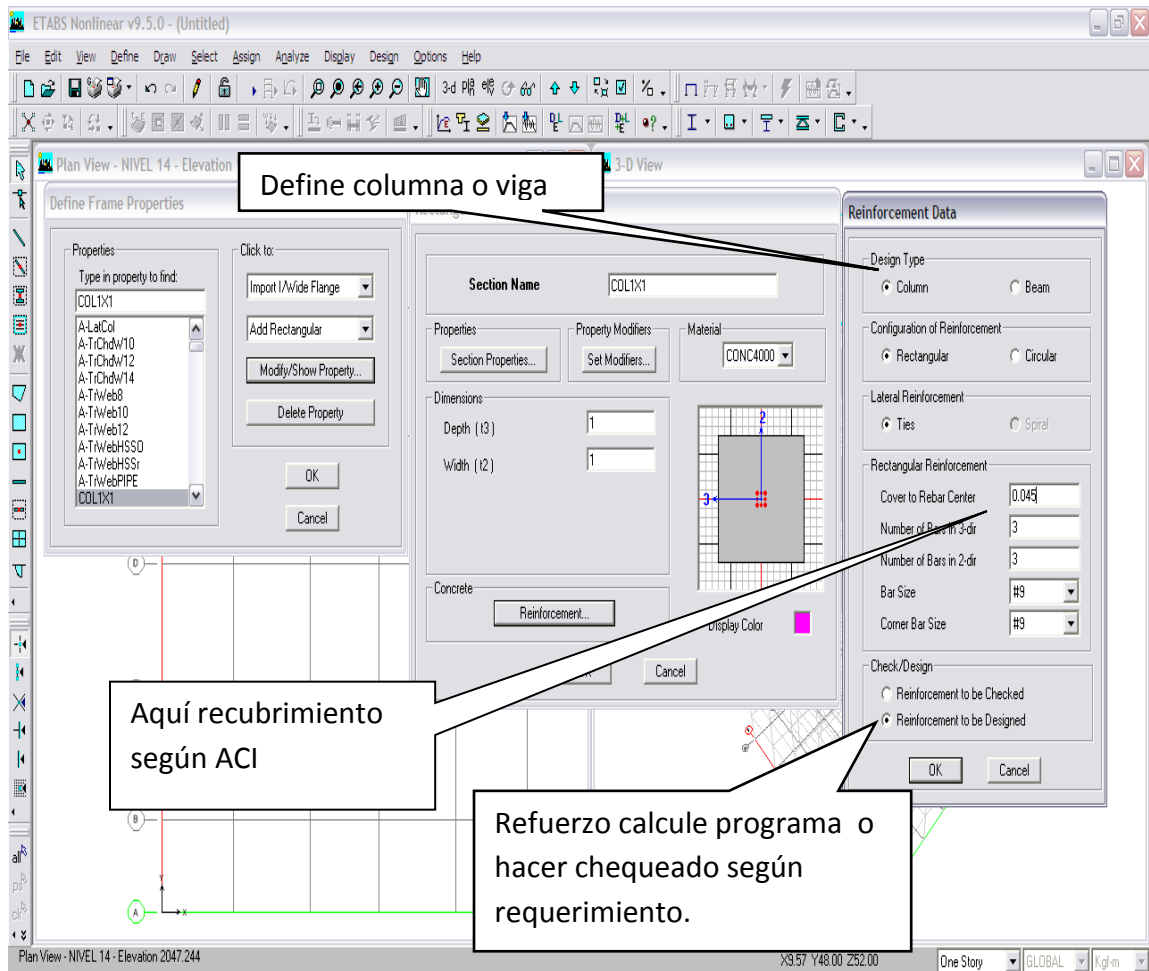
De igual forma se pueden modificar o eliminar cualquier material según requerimiento. Como puede verse es necesario siempre verificar todos los datos que aparecen en las ventanas, porque si se crea otro concreto por citar otro ejemplo, los datos no cambian y uno debe calcularlos y cambiarlos manualmente.



## DEFINIENDO SECCIONES DE ELEMENTOS.

### COLUMNAS

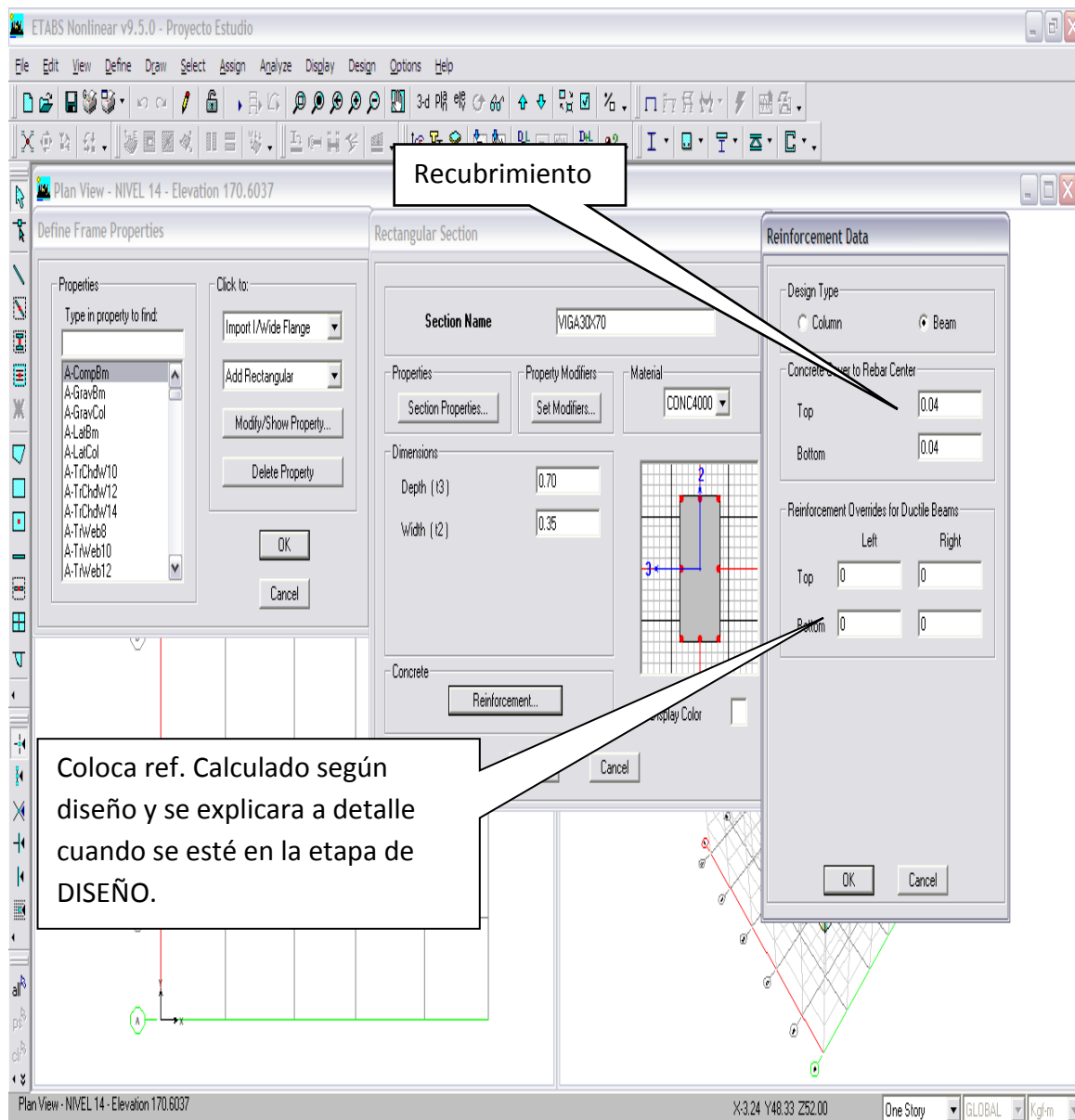
• **Define ► frame section**, en define frame propertis se elige ▼ **add rectangular**, en Rectangular section, se etiqueta Col1x1, CON4000, Ingresa medidas Depth (3) 1, Width (2) 1, y finaliza ejecutando ► **Reinforcement** donde se etiqueta • **column**, • **Rectangular** • **Ties** (estribos), además indicar recubrimiento (0.045 mts.) y decidir si el programa Calcule el refuerzo o si debe Chequear el refuerzo asignado, se aconseja que el programa lo diseñe.



De igual forma se procede a otros elementos de columnas que se crearan para sótanos (COL40X80), (COL90X90), (COL 80X80), (COL70X70).

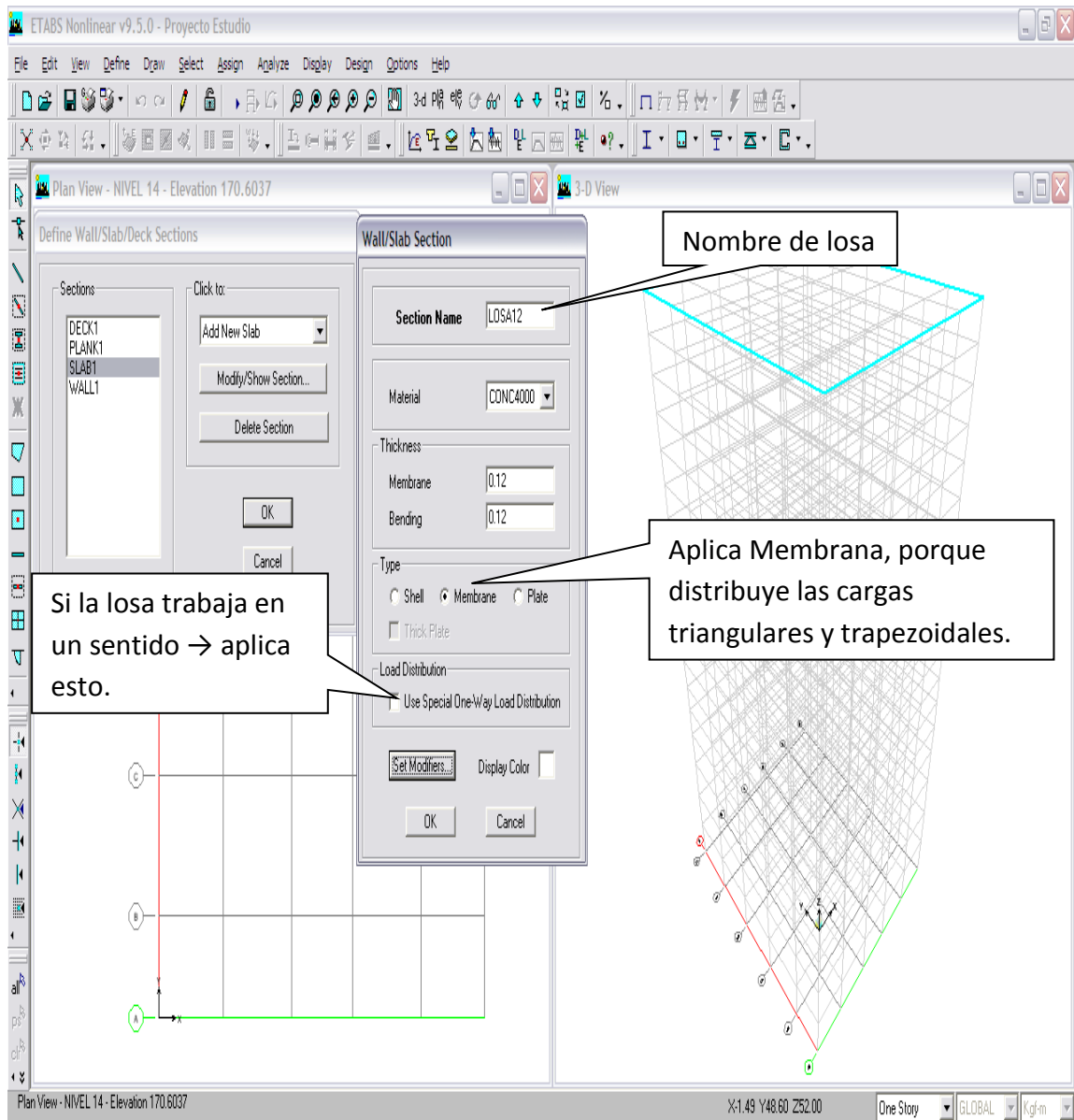
## VIGAS

●**Define**►**frame section**, en define frame propertis se elige ▼**add rectangular**, en Rectangular section, se etiqueta **Viga35x70**, **CON4000**, Ingresa medidas **Depth (3)** 0.70, **Width (2)** 0.35, y finaliza ejecutando ►**Reinforcement** donde se etiqueta ●**Viga**, el refuerzo se explicara a detalle cuando se pase al diseño.



## LOSAS O MUROS

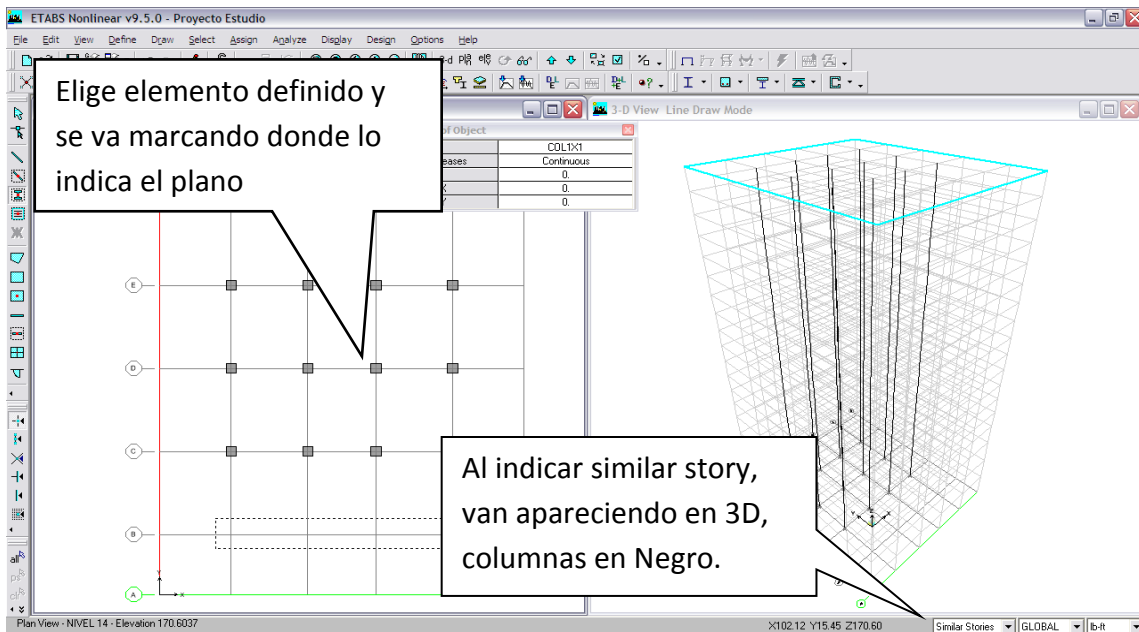
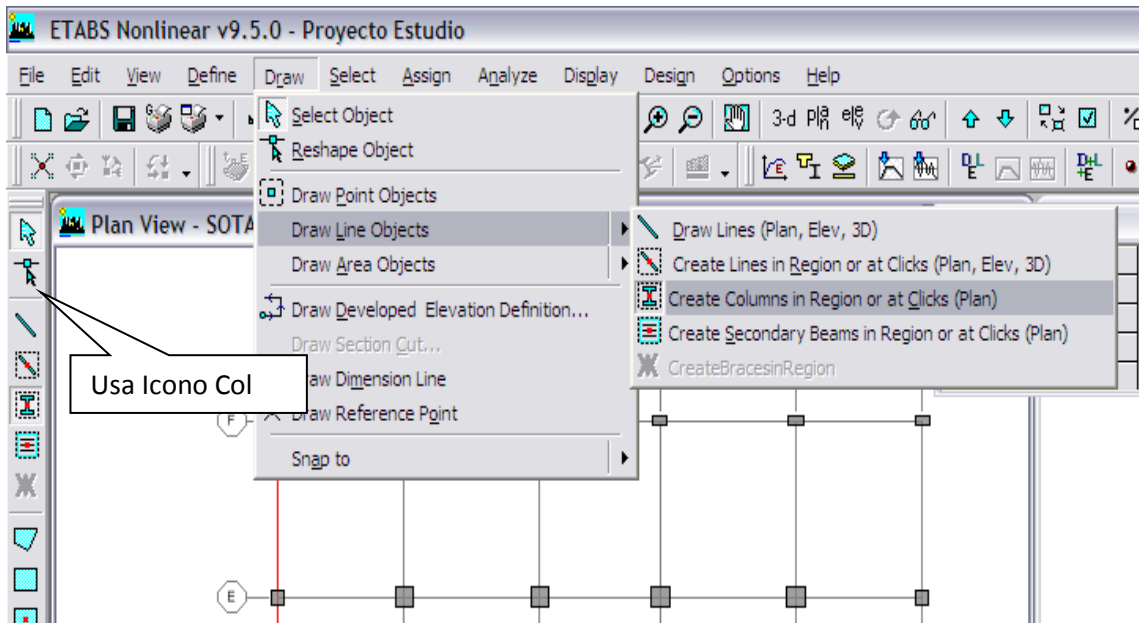
●Define ► Wall /slab/deck section, seguido ●add new slab, se edita nombre losa=**LOSA12**, **CON4000**, membrane y bending= **0.12**, finalmente ●Membrana.

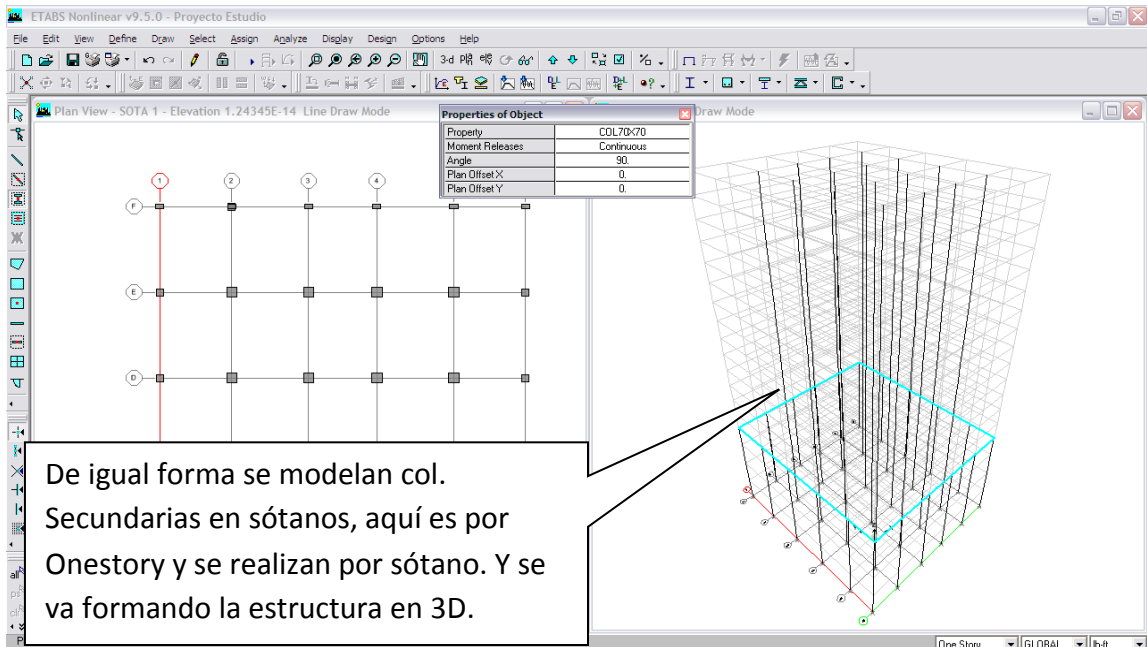


Mismo criterio para definir un muro de concreto o deck.

## MODELO GEOMÉTRICO ESTRUCTURAL TRIDIMENSIONAL

• Draw ► Draw linea objects/Create Columns-in-región o usando ícono. Aquí se inicia con columnas, sigue vigas, losas y muros según diseño de Planos

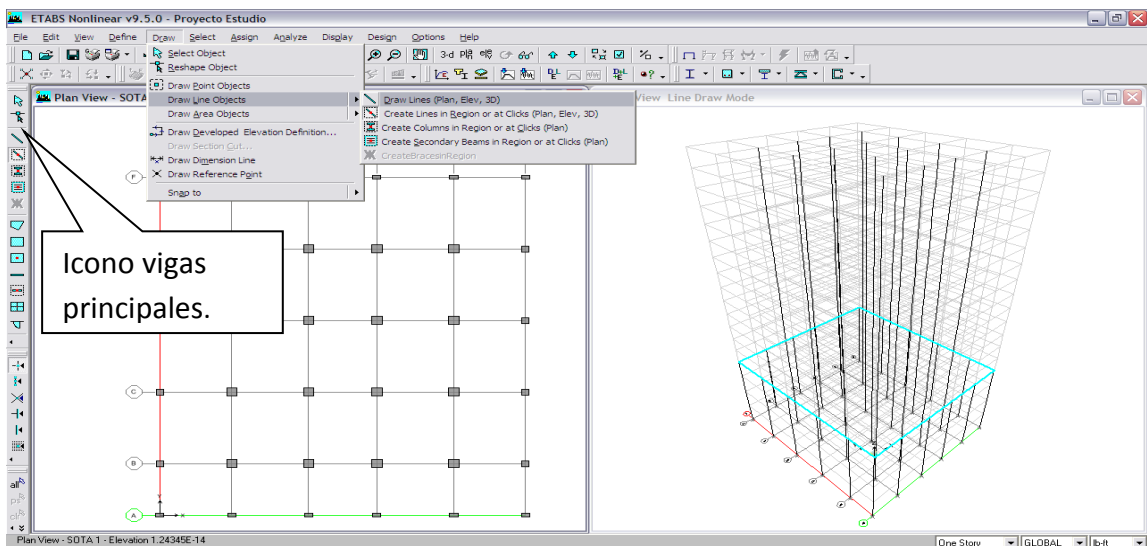


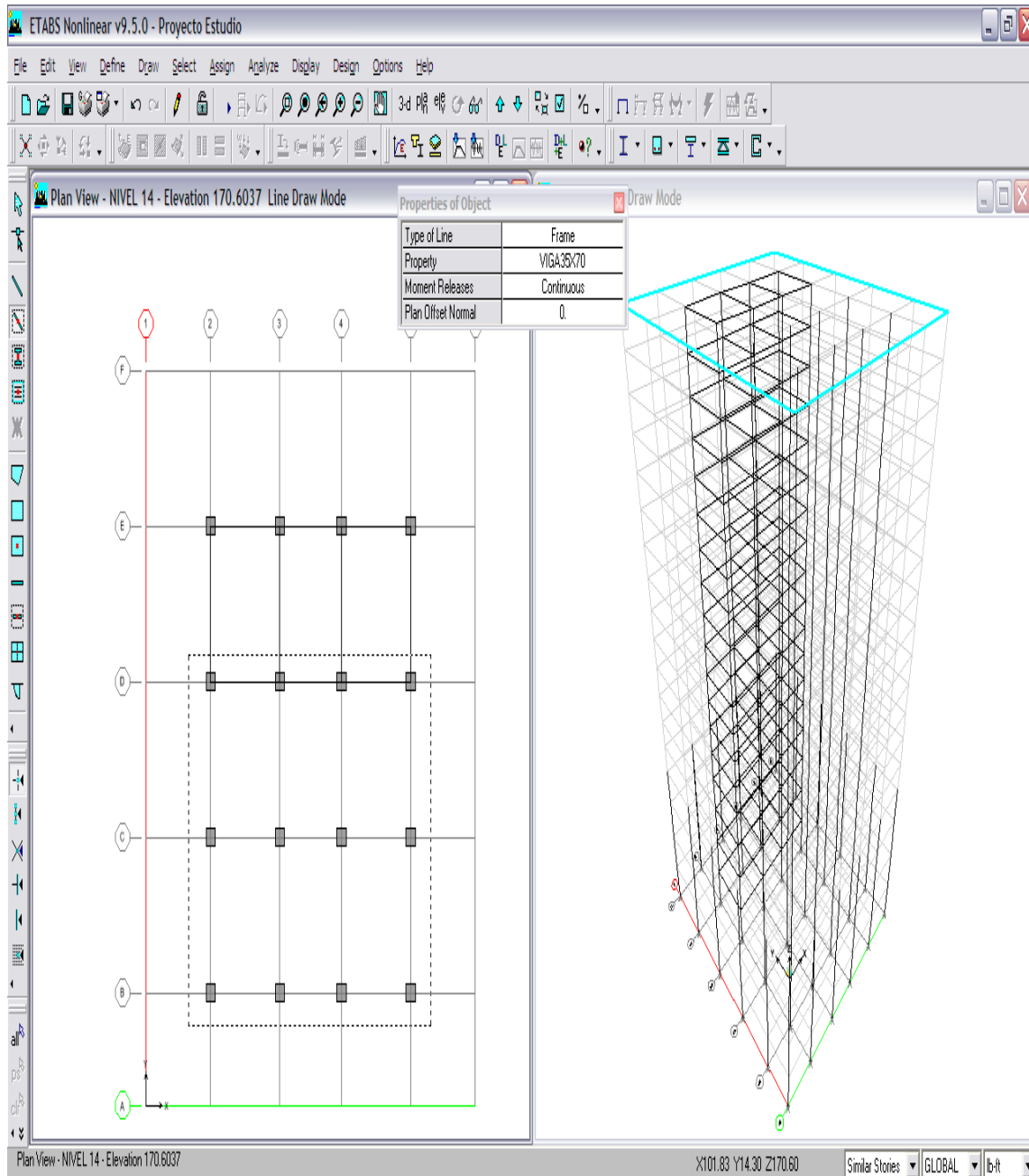


De igual forma se procede para vigas, losas, o muros, siguiendo la secuencia o usando íconos.

● **Draw ► Drawline objects / Create Lines-in-región o usando ícono.**

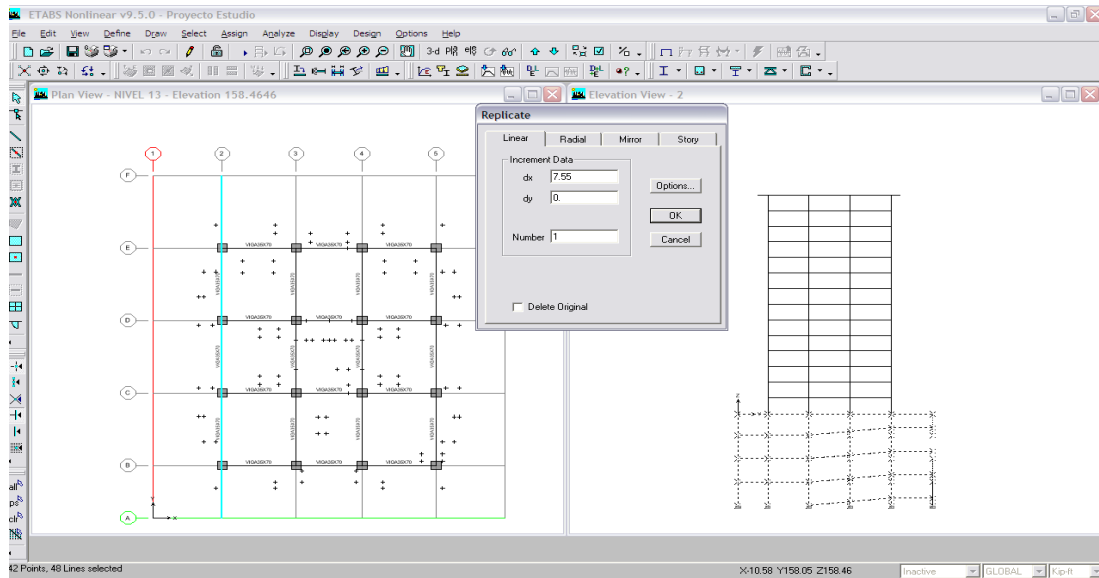
Con este ícono se dibujan las vigas, se busca la definida, y es por áreas o líneas para ciertos puntos específicos donde no aplica región.



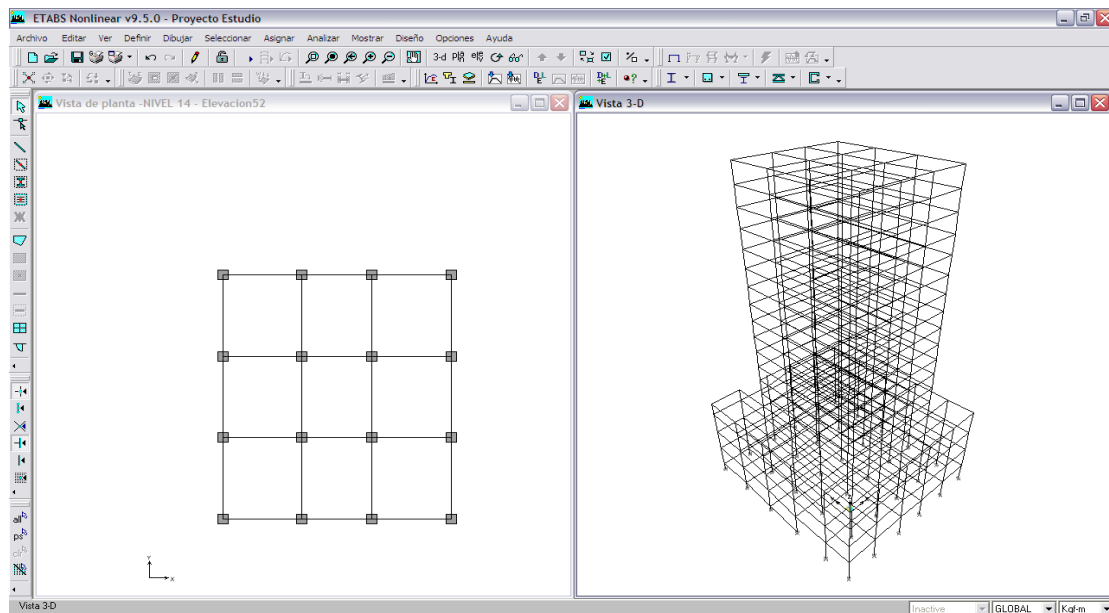


Como puede verse se eligen áreas con cursor del mouse, y se van formando los marcos espaciales a momento, a su vez se va desarrollando el modelo en 3D. Para el área de sótanos se debe trabajar con elevaciones e ir modelando las rampas y/o desniveles requeridos por el diseño arquitectónico, se realiza un eje típico de rampa y luego se replican a otros ejes, esto con la finalidad de

facilitar y que rampas sean idénticas, y con secuencia se procede a replicar lo indicado: ●**Edit►Replicate - ventana y elige Linear**, se coloca la distancia X o Y respectiva, (negativa o positiva) y si se requiere borrar los elementos origen se marca **Delete original**, caso contrario no se marca, que es nuestro caso.

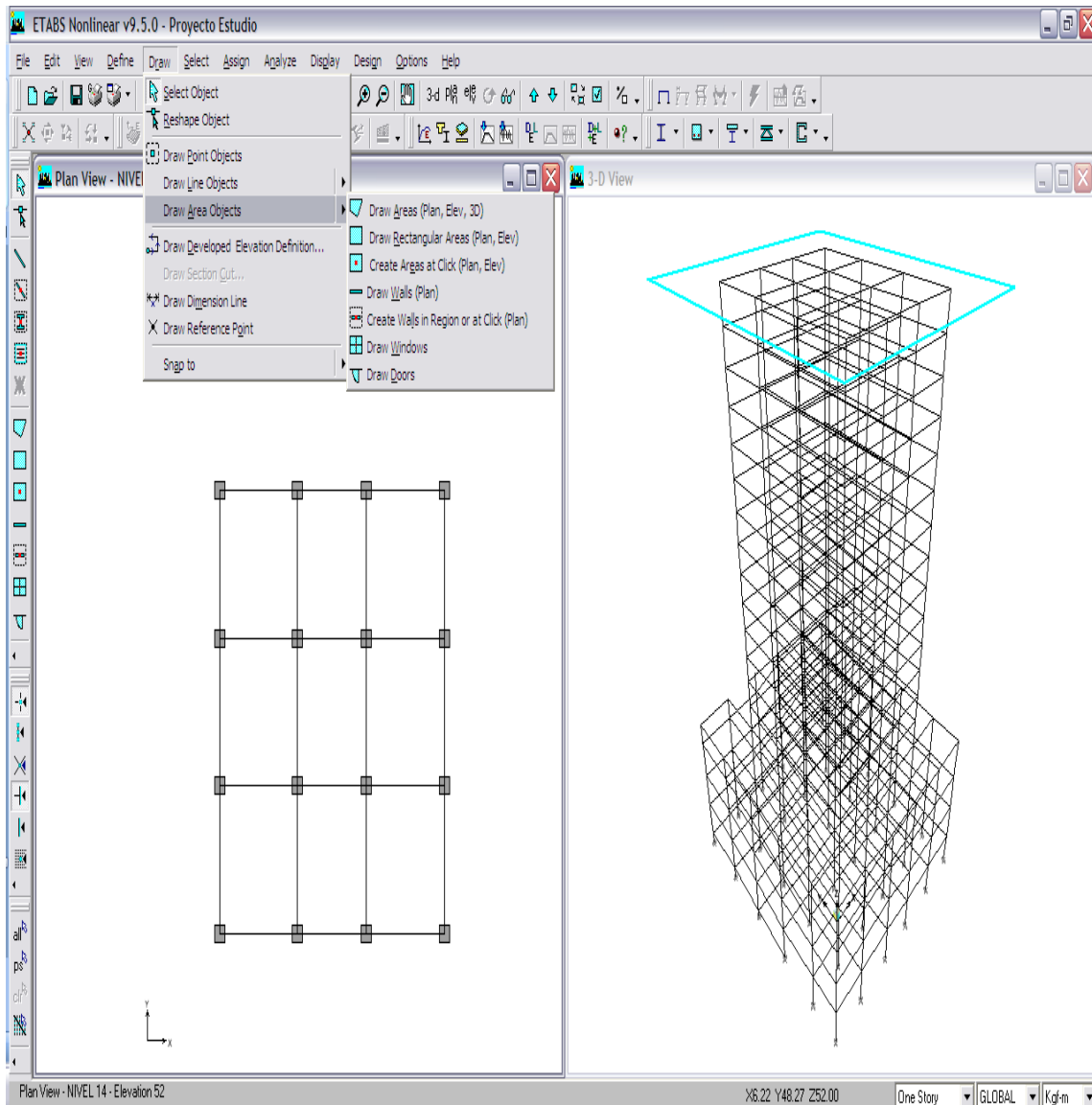


Ahora que está definida la estructura general como se puede visualizar así:



Para dibujar losas se hace lo siguiente:

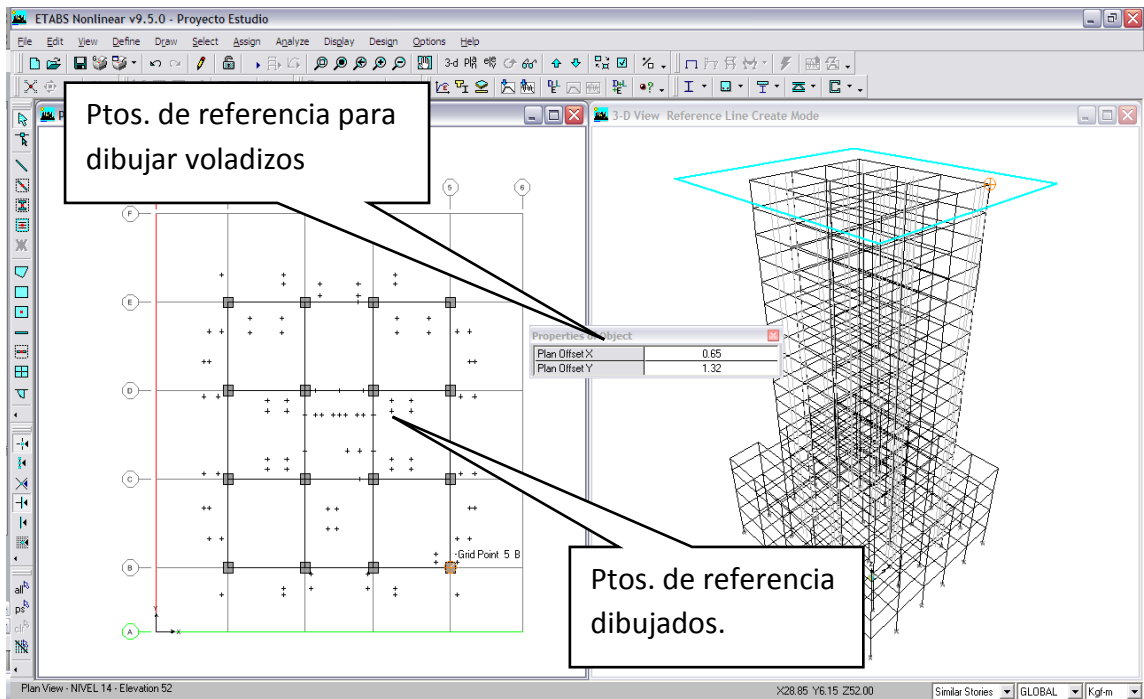
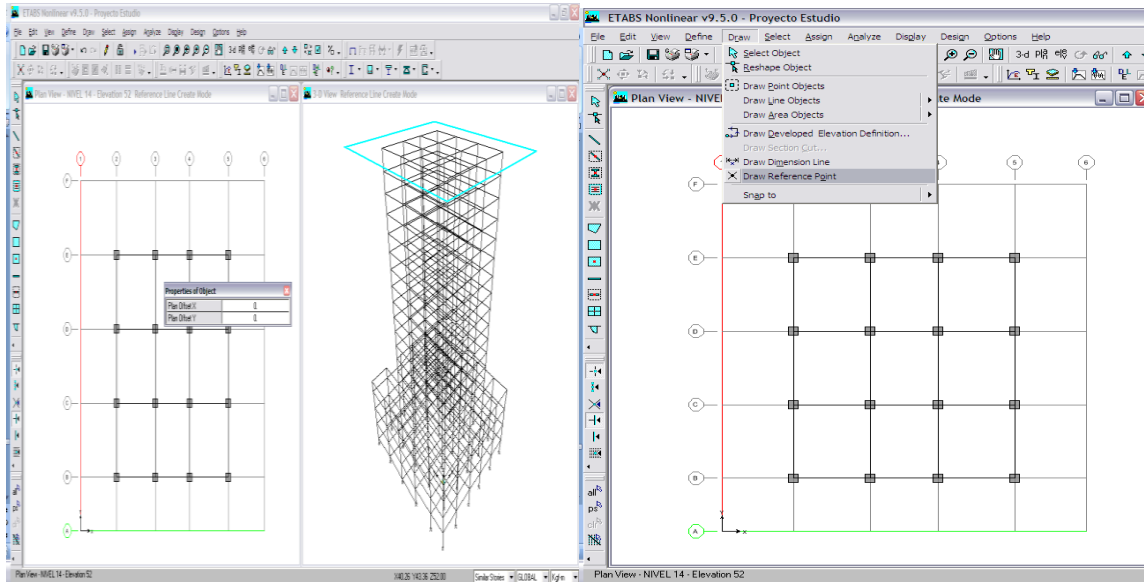
●**Draw ► Draw area objects-Draw Areas (Plan, Elevation, 3D), o ícono.** Esta secuencia nos deja dibujar las losas, y al colocar en modo similar se dibujan todas las losas en los niveles similares.



Antes de esto se procede a definir los voladizos, muros de gradas y ducto de elevadores procediendo a dibujar puntos de referencia y con la siguiente

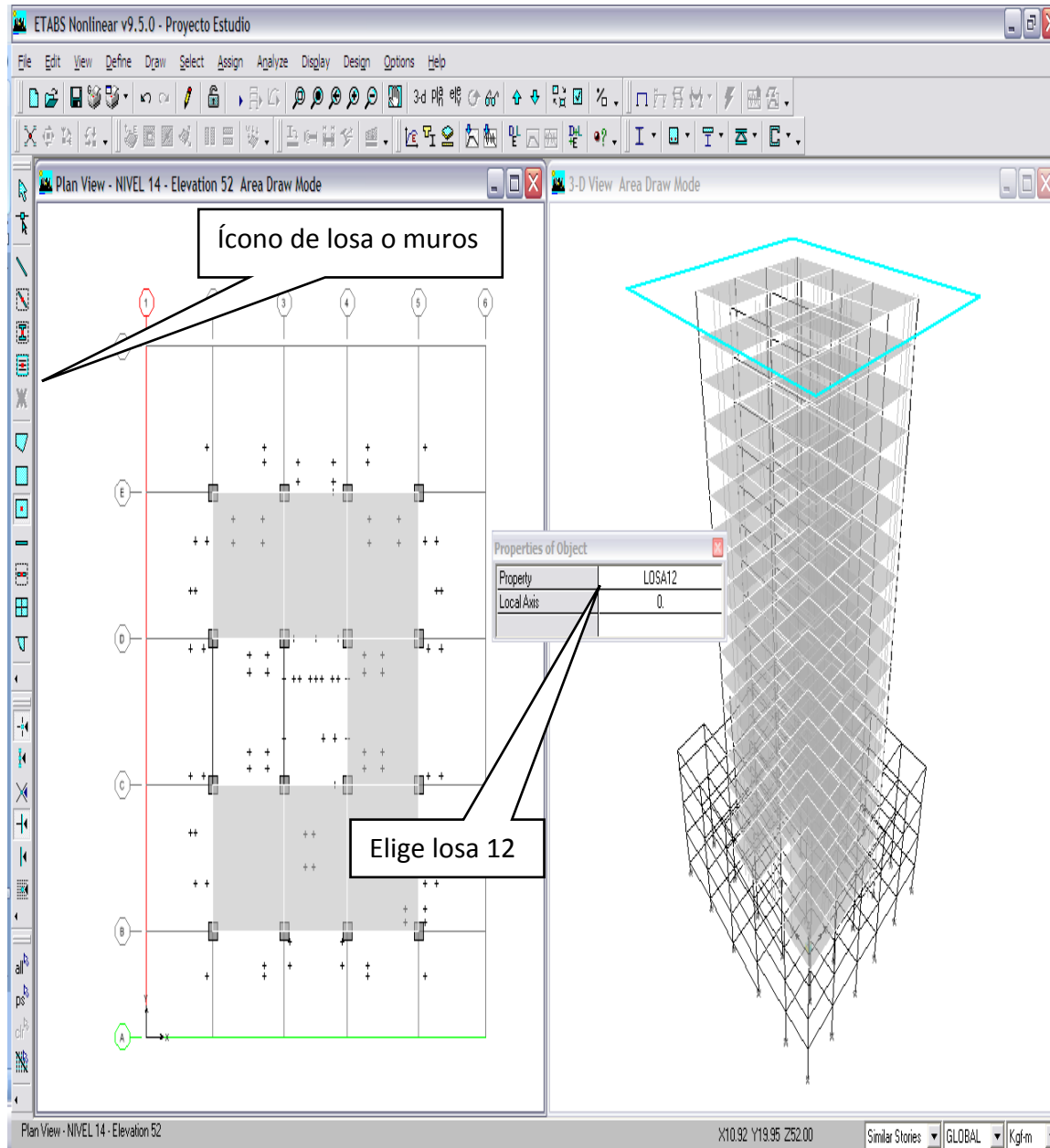


secuencia. **Draw ► Draw Reference Point** y ventana **Properties of Object** se van eligiendo los ptos. Requeridos según diseño de voladizos, muros, etc.



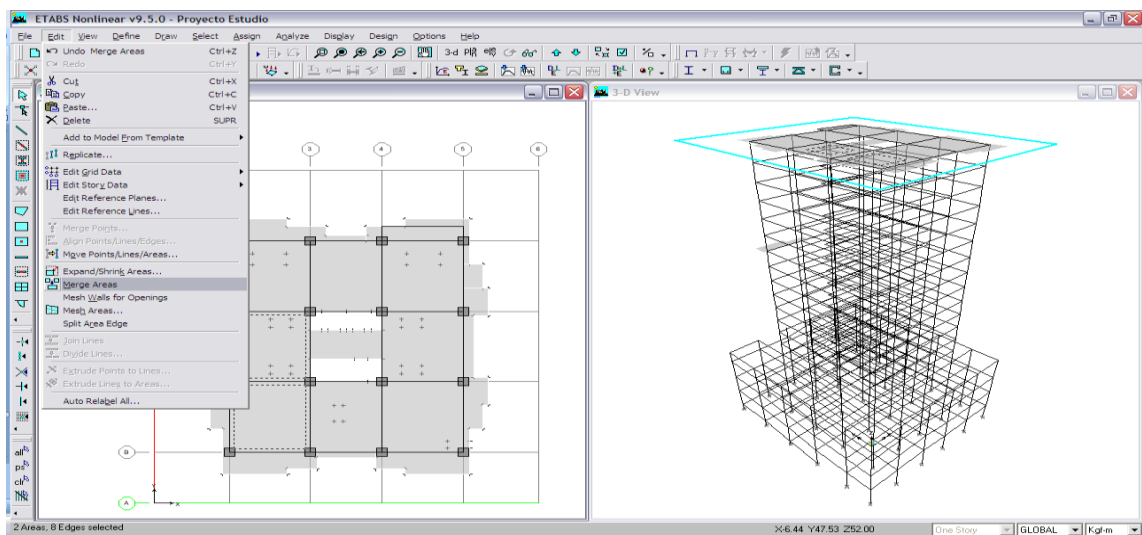
Ya definidos los ptos. de perímetro de losa y ubicación de muros, gradas y ductos, que es la gráfica anterior terminada.

Luego se sigue con secuencia **Draw►Draw área objects-Draw Áreas (Plan, Elevation, 3D)**, para voladizo **Ícono**, y con ventana de properties of Object, se elige la losa12, que es la definida con anterioridad y cumpliendo los requerimientos ACI318-05.

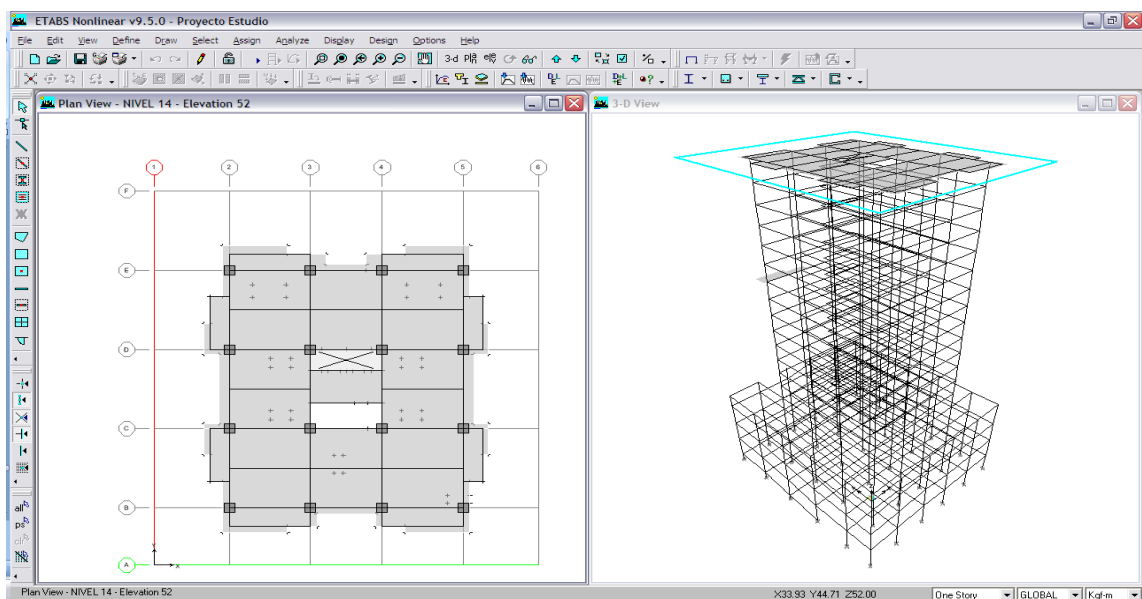


También se van definiendo las vigas en voladizo, estas se van dibujando con el criterio anterior y secuencia **Draw►Draw line objects-Draw Lines (Plan, Elevation, 3D)**, esta opción dibuja una por una, según requerimiento estructural.

Además al ir modelando losas por separado es ideal unir las mismas eligiendo dos losas y la secuencia **Edit►Merge áreas**, hasta dejar una sola losa.

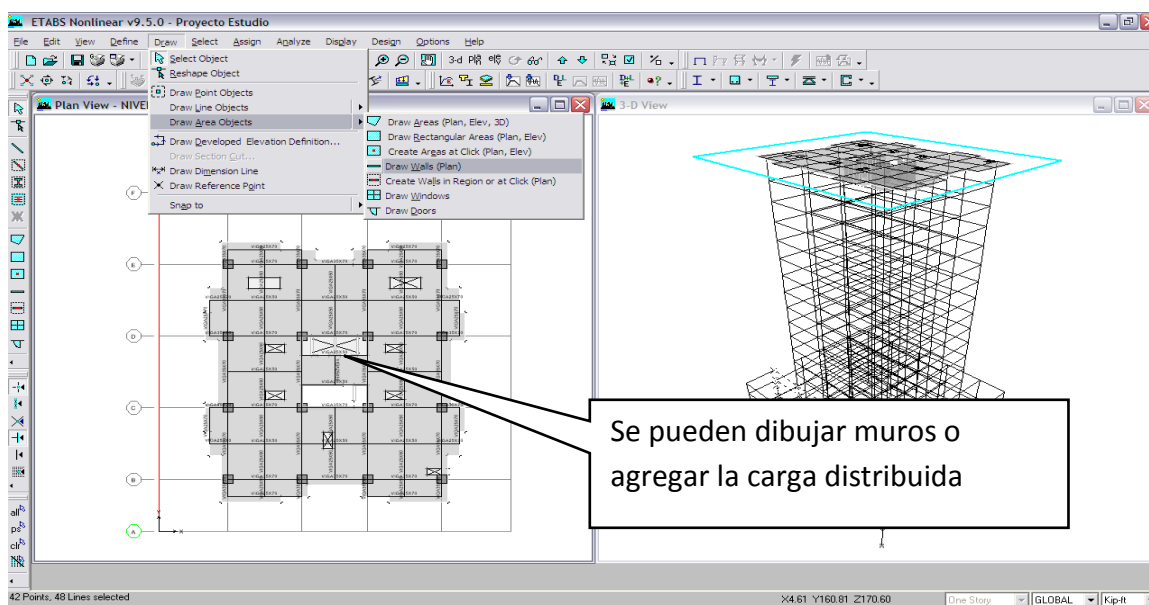
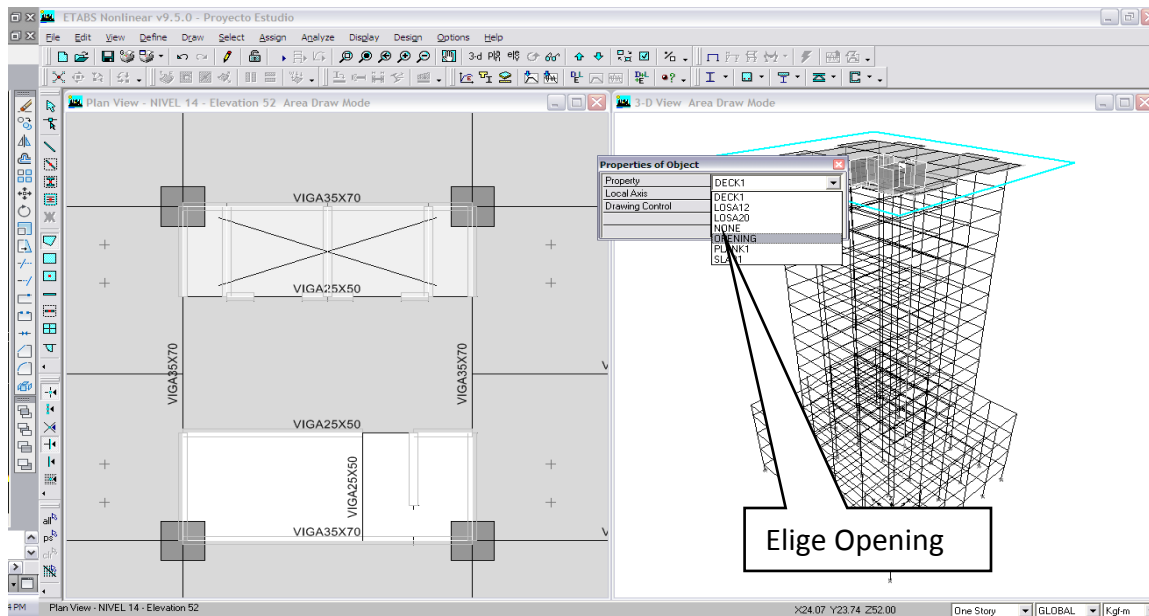


Aquí se ubica en nivel Techo para después copiar el resto de niveles.

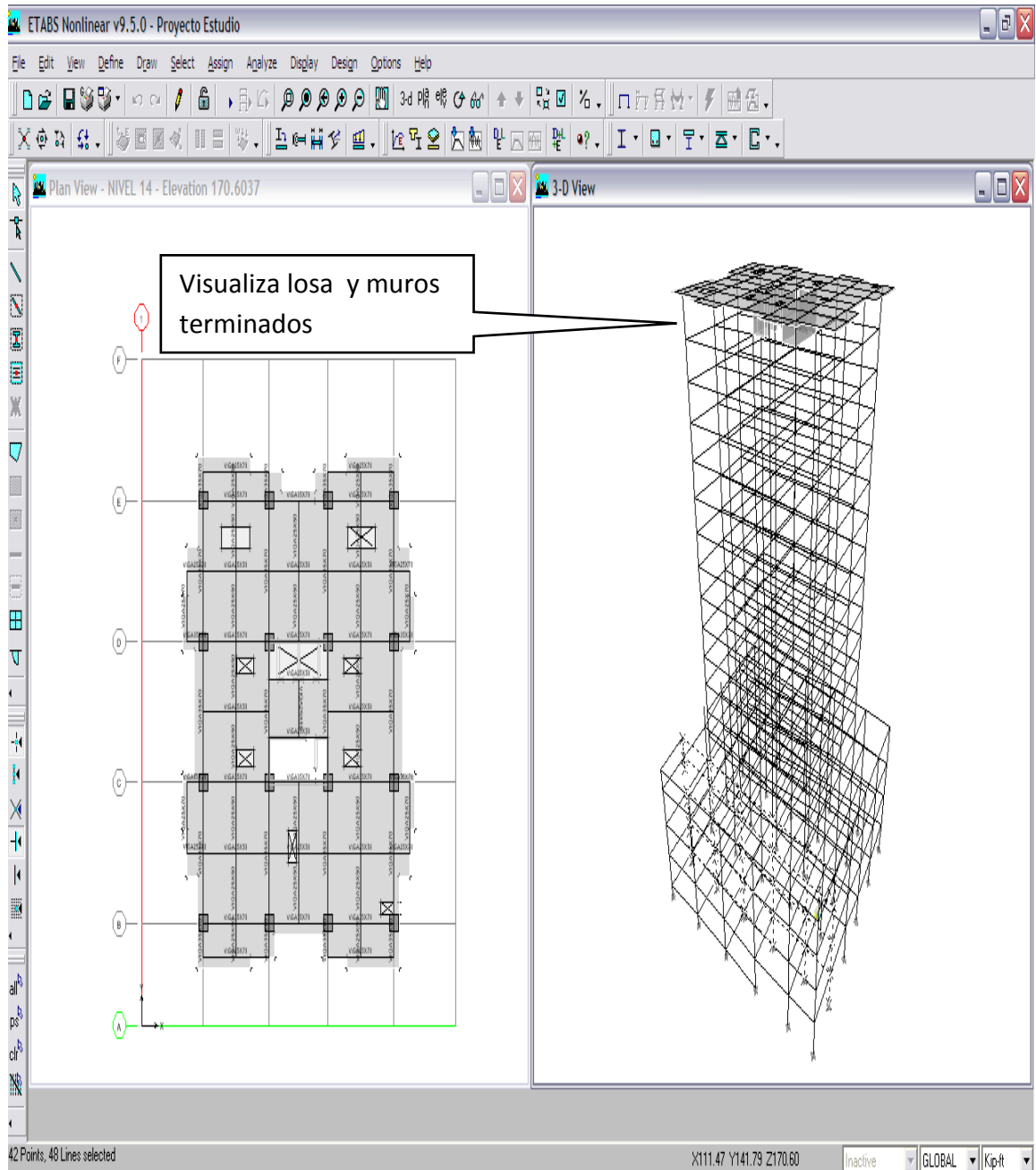


Lo ideal desarrollar por completo este nivel con losas, muros, vigas voladizo, vigas secundarias, ductos, etc. Y después copiar al resto de niveles.

Para dibujar los ductos en losas se procede así. **Draw ► Draw área objects – draw Área (Plan, Elevation, 3D)**, y en ventana se elige (**OPENING**), seguido de los muros **Draw ► Draw área objects – draw Walls (Plan)**

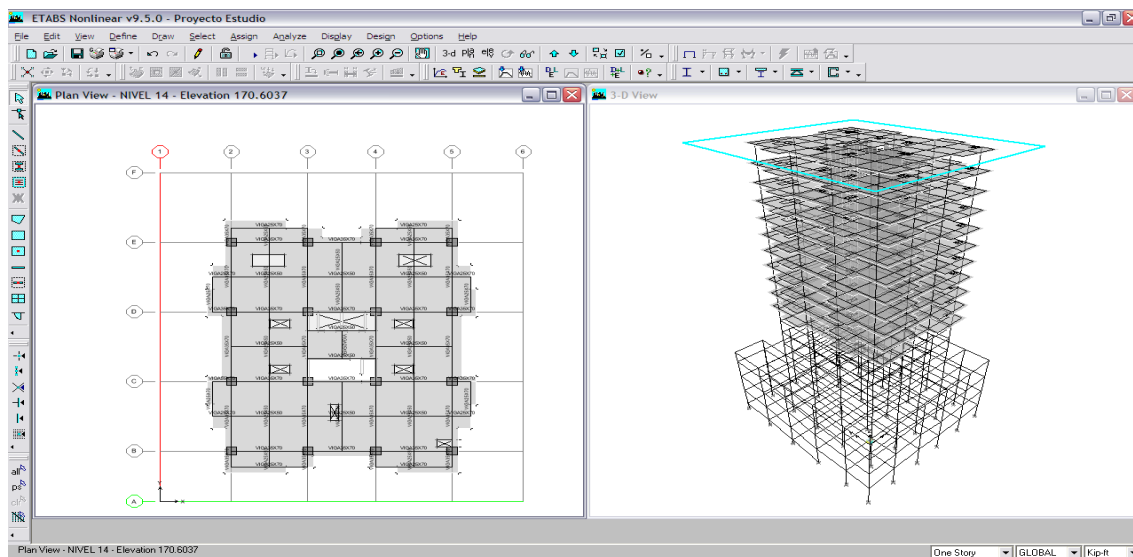
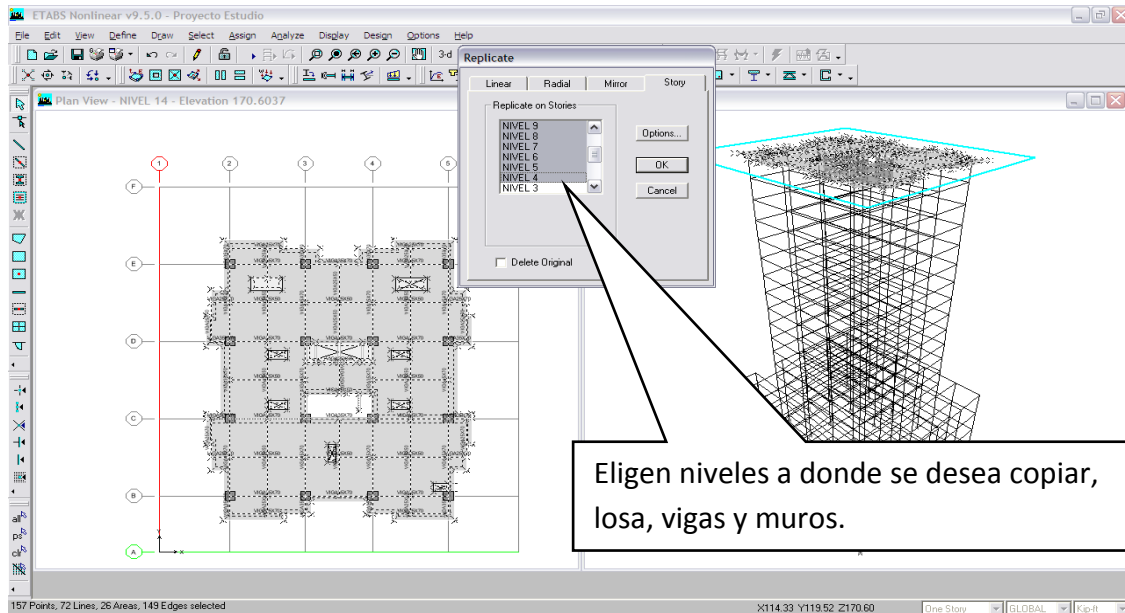


Y luego dibujando según requerimiento estructural, las vigas secundarias y muros.



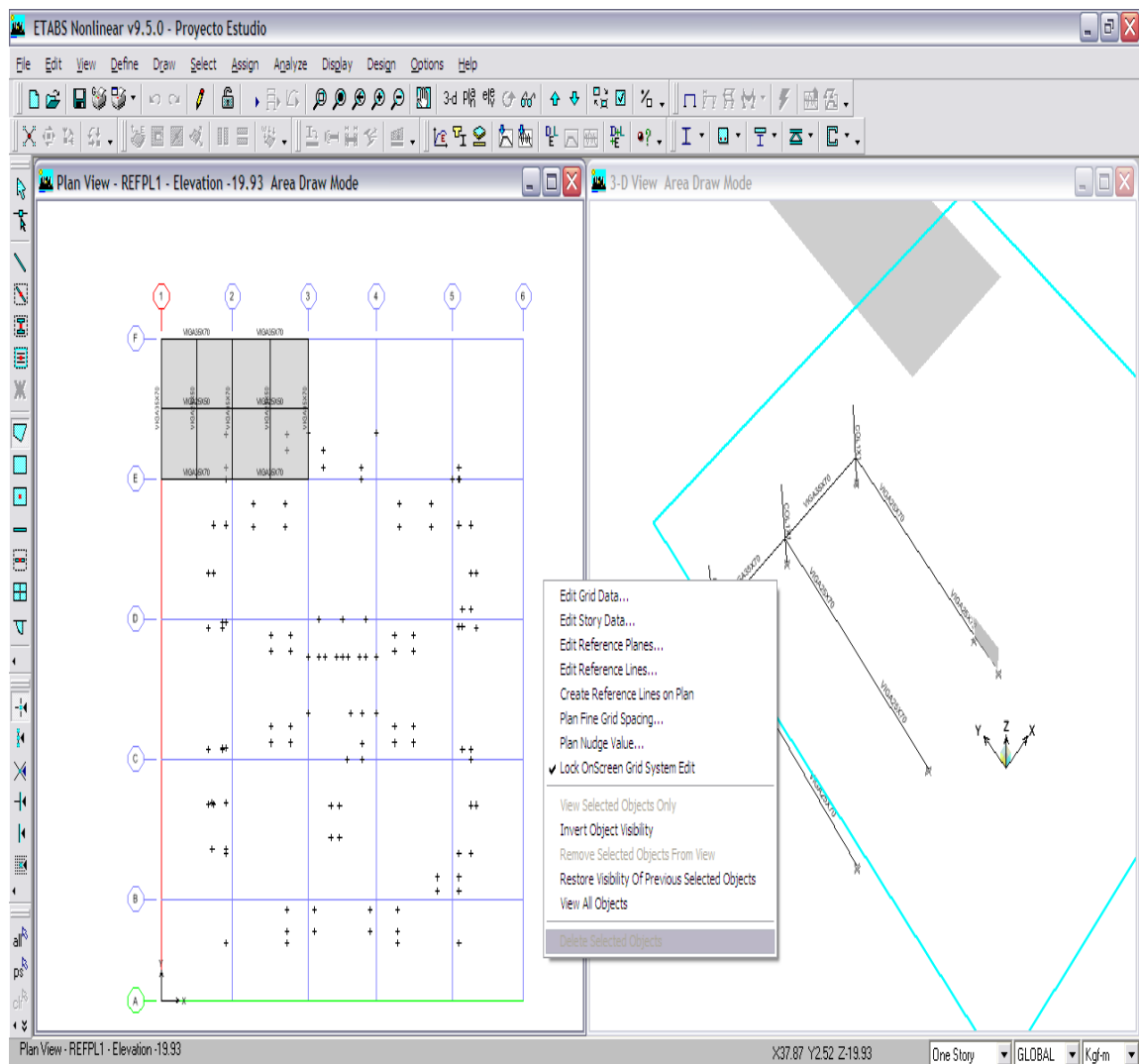
Finalmente queda terminado el nivel y se pueden apreciar los muros definidos.

Para poder copiar a los otros niveles, se continua con de la secuencia **Select►By frame sections o by Wall/slab/Deck section**, y se eligen, vigas, losas y muros requeridos, seguido de **Edit►Replicate►Story**, y se eligen los niveles donde se quiere que se copie y ok.



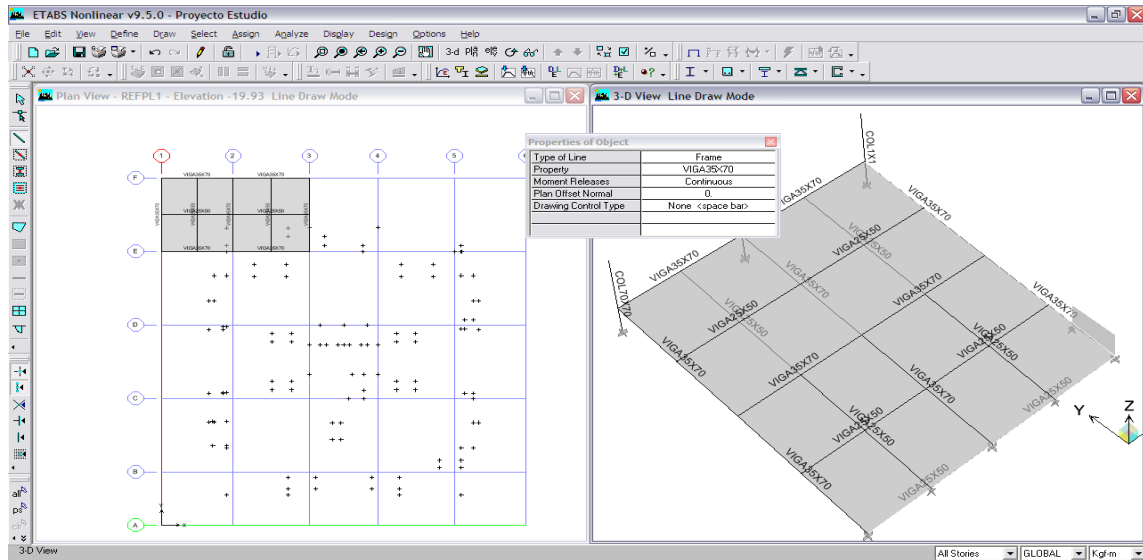
Importante no marcar **Delete Original**, porque si no se borra el nivel base (techo)

Para los siguientes niveles pendientes que no son iguales, lo ideal es seguir trabajando con un solo nivel. Luego con las losas de rampas y sótanos se realizan por nivel, y se deben armar en el 3D, ya que en planta no se pueden, para lo cual se deben marcar las vigas correspondientes a las rampas y con click derecho se selecciona ► **View selected objects only** quedando así:

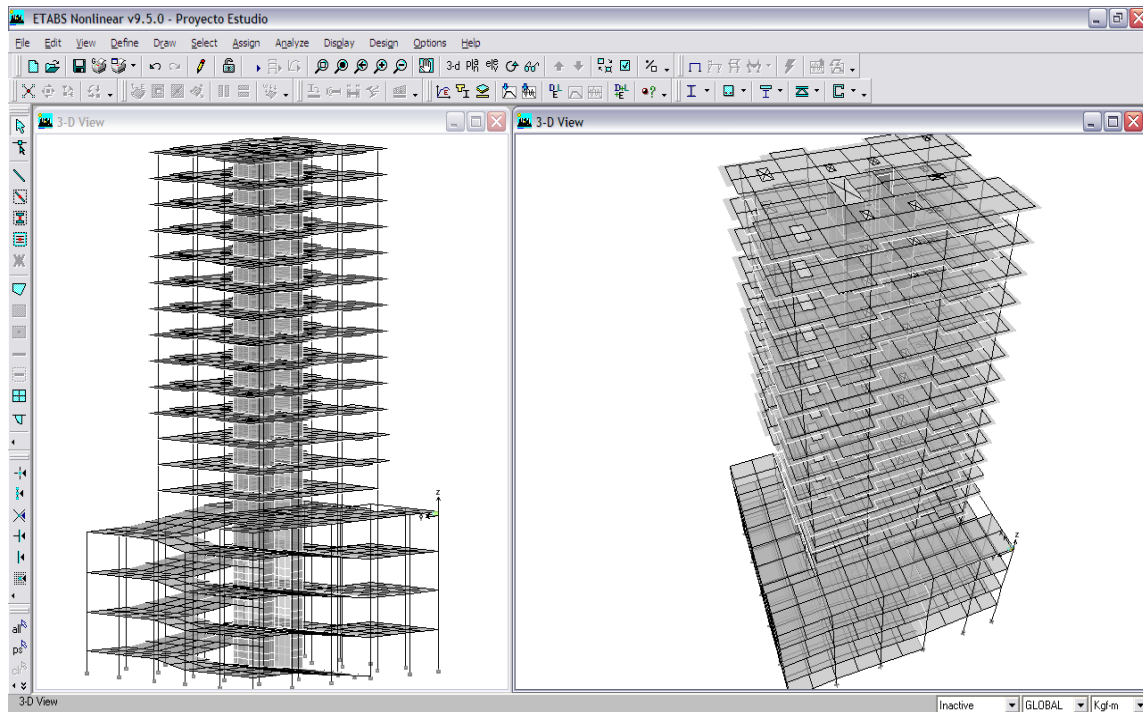


Se visualizan las vigas seleccionadas únicamente y se procede con la geometría de losa, que se hace más fácil realizarla, caso contrario no se dibujan correctamente y aparecen demasiados Warning.





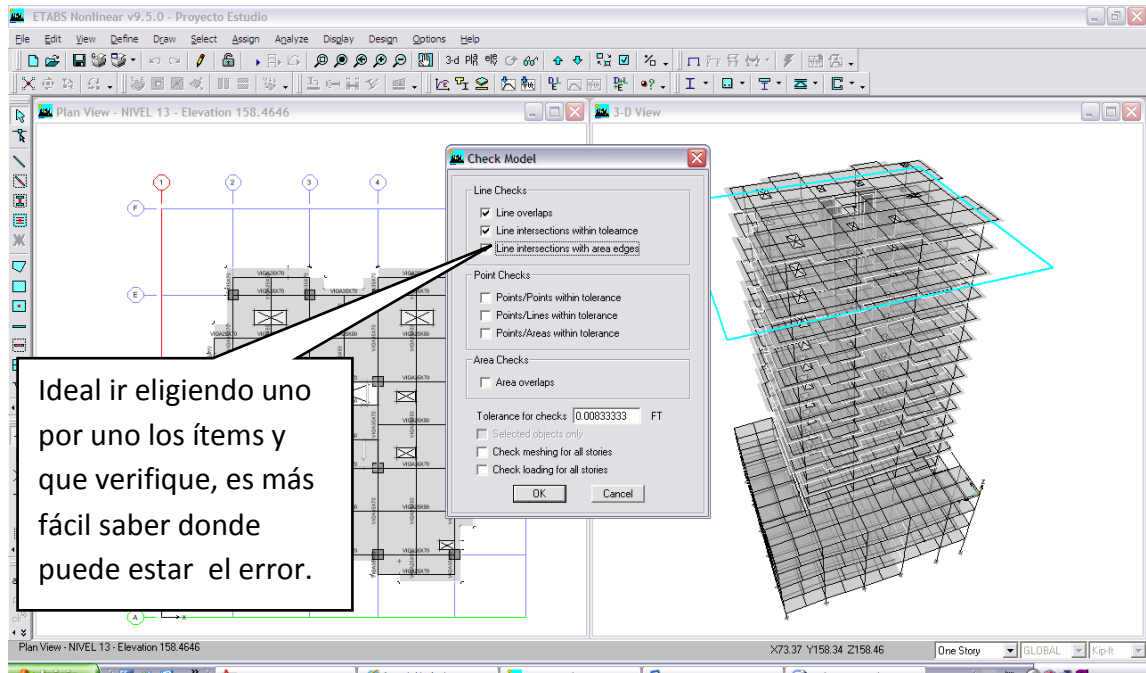
La losa queda inclinada según requerimiento y se procede con vigas secundarias, de igual forma se continúa con resto de rampas.



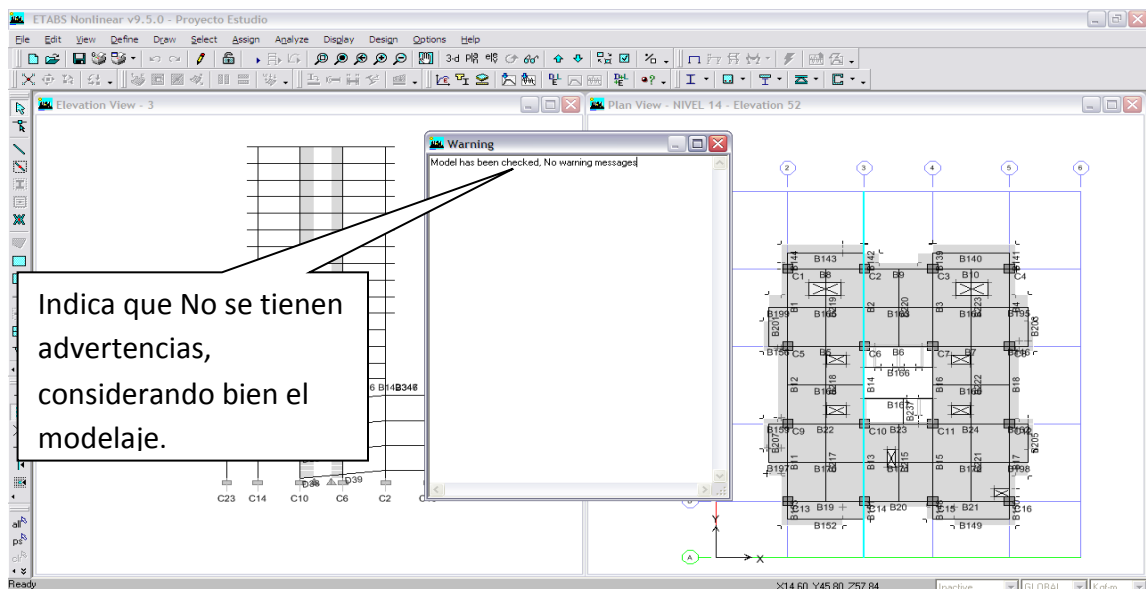
Aquí el modelo está completo y se pueden visualizar las rampas y niveles terminados y para estar seguro se procede a ser un chequeo de la geometría.



Con secuencia **Analyze►By Check Model** y ventana se eligen: Primero: Line check:

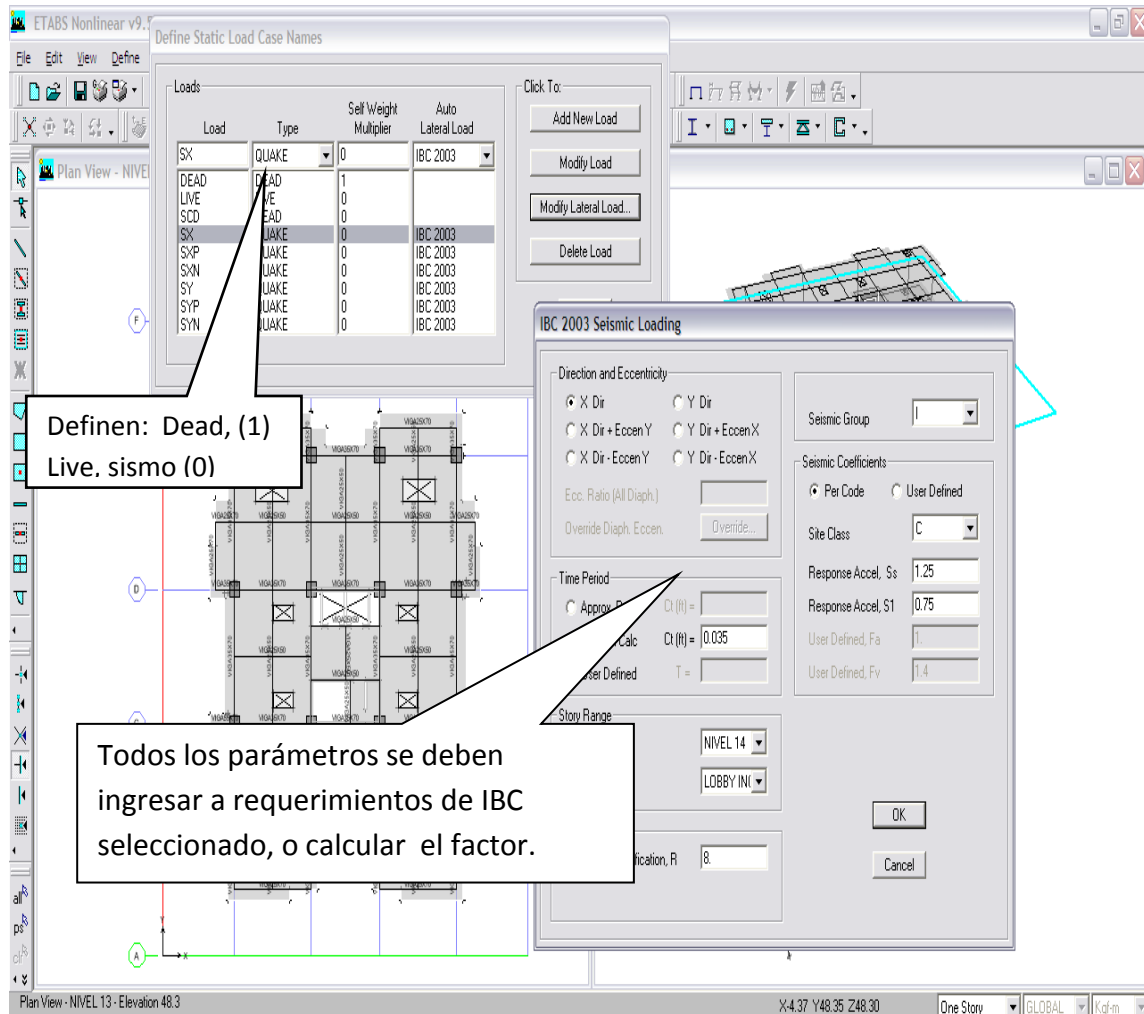


Segundo: Point check, tercero: Área check y finalmente meshing, el último loading for all stories, hasta cuándo se han introducido las cargas. Al final debe aparecer un mensaje de cero advertencias, indica ok.



## DEFINIENDO CARGAS GRAVITACIONALES A MODELO ESTRUCTURAL TRIDIMENSIONAL

Cuando se comienza con cargas, se inicia definiéndolas con la siguiente secuencia: **Define ► static Loads Cases,**



En ventana se definen todos los casos a usar, que son.

Dead **SU FACTOR ES 1**, porque el programa automáticamente agrega la carga correspondiente a los elementos definidos con anterioridad, siguen **Live**, **Scdead** y **Sismo** en la segunda ventana, se definen los parámetros según IBC03.

## Definiendo cargas y sobrecargas

### Entrepiso

			Wcm=	87.94
			<b>Wcm=SCM=Etabas o Sap</b>	<b>28.90</b>
<b>CARGA VIVA</b>				
1	VIVIENDA / APARTAMENTOS (1)		Wcv=	40.00
2	Oficinas (2)		Wcv=	50.00
3	Balcones, Corredores y gradas (3)		Wcv=	100.00

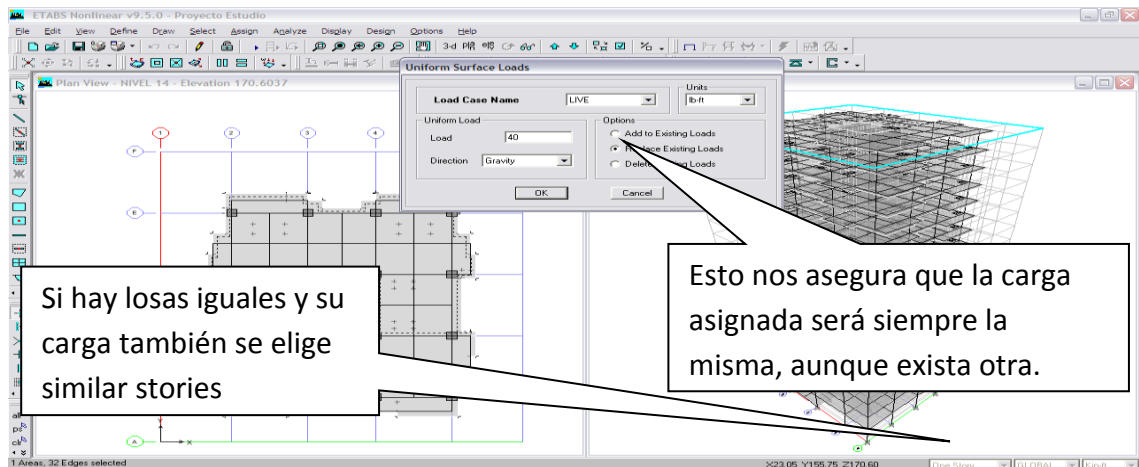
### Techo

			Wcmt=	96.35
			<b>Wcm=SCM=Etabas o Sap</b>	<b>37.31</b>
<b>CARGA VIVA</b>				
	TECHO ACCESIBLE		Wcv=	40.00

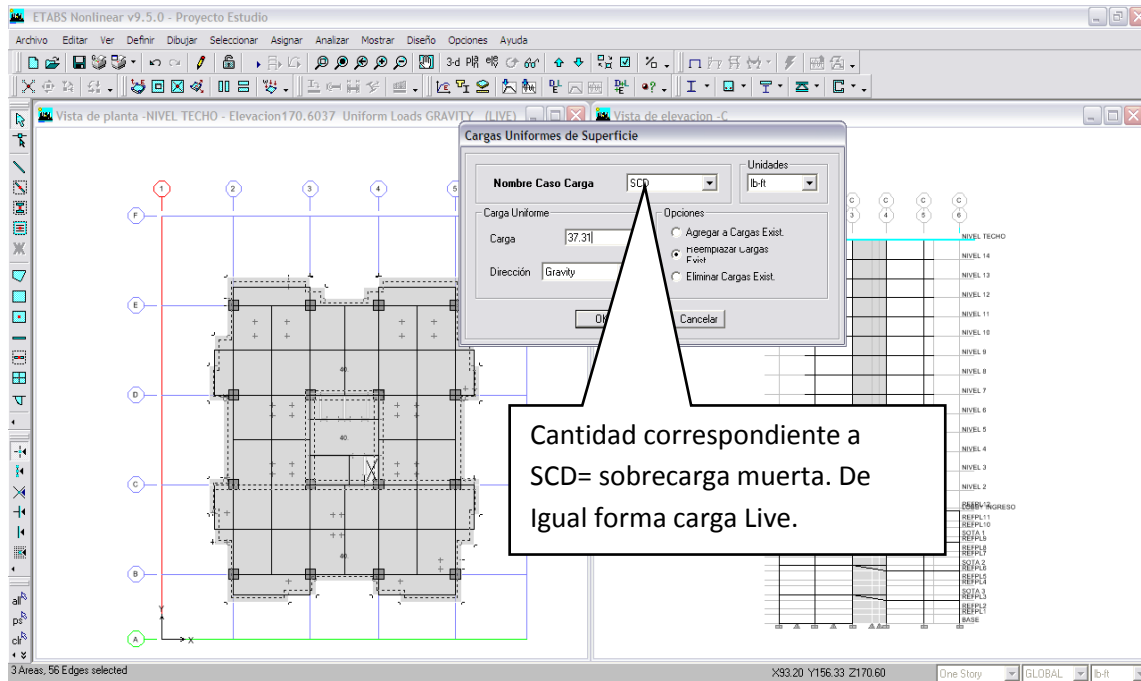
Tabla III. Cálculo de cargas y sobrecargas

### Carga Viva,

Primero se elige el área y luego secuencia Assign ► shell/área Loads → Uniform, si se tienen losas similares se elige y automáticamente se introducen las cargas a todas las losas similares, esto es de gran ayuda cuando se tienen varios niveles.



**Carga muerta de sobrecarga**, en ventana se elige Live, Lbs. /pie, gravity, Repleace existing Loads y finalmente la cantidad de carga viva calculada, se procede igual con Sobrecarga=  $S_{cdead}$ = (sobrecarga muerta), que será la parte que no integra el programa.



### 3.3- Modelación e integración de cargas de Sismo (estático y Dinámico)

Para sismo Estático corresponde según IBC-06 y AGIES así:

INTEGRACIÓN DE LA CARGA SÍSMICA		
CODIGOS	IBC 2006/ ASCE-7-05	
Paso 1	Clasificación de estructura de tabla 1604.5	
	Categoría	III
	Factor sísmico	1,25
	Factor de viento	1,15
Paso 2	Parámetros de aceleración del suelo: Valores asumidos, pero deben aplicar según estudio geológico, de suelos y mapeos.	
	$S_1=$	0,75
	$S_5=$	1,25
Paso 3	Tipo de suelo, clasificación según tabla 1613.5.2	
	Sitio	D
Paso 4	Coeficientes $F_a$ y $F_v$ de tabla 1613.5.3(1) y (2)	
	Coeficiente $F_a$	
	$F_a=$	1,00
	Coeficiente $F_v$	
	$F_v=$	1,50
Paso 5	Coeficientes para el máximo sismo esperado con formulas sección 1613.5.3	
	$S_{M5}=F_a S_5=$	1,25
	$S_{M1}=F_v S_1=$	1,13
Paso 6	Parámetros de aceleración espectral con formulas sección 1613.5.4	
	$S_{D5}=2/3 S_{M5}=$	0,83
	$S_{D1}=2/3 S_{M1}=$	0,75
Paso 7	Períodos de control	
	$T_0=0.2 S_{D1}/S_{D5}=$	0,18 seg
	$T_s= S_{D1}/S_{D5}=$	0,90 seg
	$T=$ Periodo F.	1,65 seg
	$T= C_t \cdot h_n^x$	
	$C_t$	0,02
	$h_n$	52,80 mts
		173,18 pies
	$x$	0,90
Paso 8	Sistema estructural de tabla 12.2.1 ASCE7 y coeficientes y factores sísmicos	
	C5 Marcos especiales resistentes a momento	
	$R=$	8,00
	$C_d=$	5,50
	$\Omega_0=$	3,00
Paso 9	Corte Basal	
	$V= (1.20S_d/R) \cdot W$	0,1250 *W
	$W=$ peso total carga muerta	

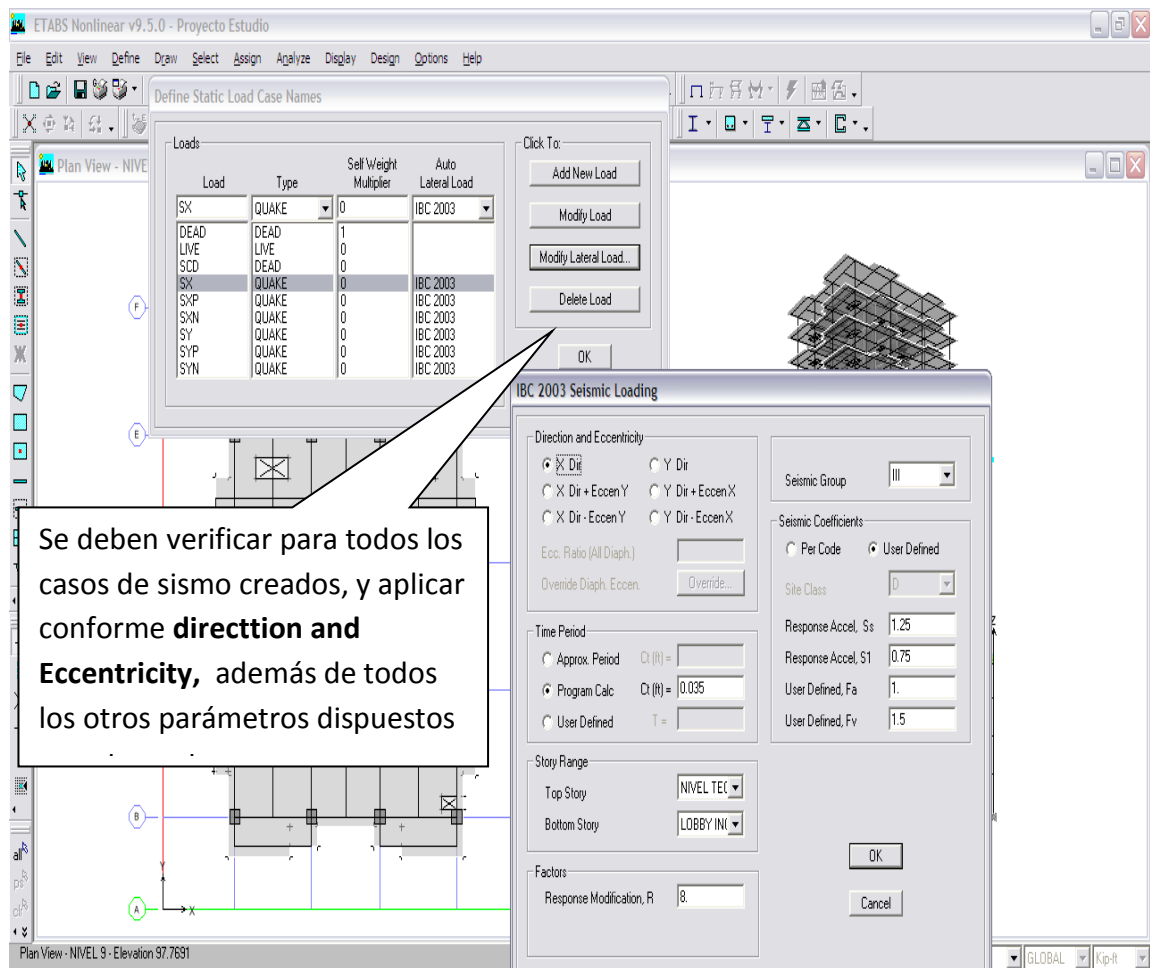
Tabla IV. Definición y cálculo de factores sísmicos, IBC-06

INTEGRACIÓN DE LA CARGA SÍSMICA			
CODIGOS	AGIES		
Paso 1	Índice de sismicidad Según mapa de Macrozonas		
	Io=	4,00	
Paso 2	Nivel de protección Ver tabla 4,1 basado en tipo obra y considerada		Ordinaria
	Teniendo: Io=	4,00	
	Clase obra=	Ordinaria	
Paso 3	Nivel de protección Definir tipo de sismo Según requerimientos anteriores aplica	D	
	Sismo básico	10% probabilidad de exceder en 50 años aplica solo a obra ordinaria	
Paso 4	Selección de parámetros Iniciales Coeficiente Scr y S1r Anexo 1		
	Scr=	1,50	
	S1r=	0,55	
Paso 5	Ajuste por clase de sitio Valores de Fa y Fv según tablas 4-2 y 4-3		
	Fa=	1,00	
	Fv=	1,50	
	Scs=Scr*Fa=	1,50	
	S1s=S1r*Fv =	0,83	
Paso 5	Espectro calibrado Valor del Factor de escala Kd	0,66	
	Scd=Kd*Scs	0,99	
	S1d=Kd*S1s	0,54	
Paso 6	Períodos Fundamentales Ta		
	Ta=Kt(Hn)x	0,96	seg
	Kt=	0,05	
	X=	0,75	seg
	hn	52,80	mts
		173,18	pies
Paso 7	Cálculo de ordenadas espectrales con fórmulas 4-6 a y 4-6b		
	Sa(T)=Scd si T ≤ Ts	0,99	
	Sa(T)=S1d si T > Ts	No aplica	
Paso 8	Coeficiente sísmico Cs		
	Cs= Sa(T)/R	<b>0,12</b>	
	Sa(T)=Scd si T ≤ Ts	0,99	
	R de tabla 1-1 y sistema estructural	8,00	
	Cd de tabla 1-1	5,50	
	Ωo de tabla 1-1	3,00	
	Cs ≥ 0,044 Scd /R	0,0054	
	Cs ≥ 0,5 S1r/R	0,0344	
	Ok cumple		
Paso 9	Corte basal		
	V <sub>B</sub> =Cs*Ws	<b>0,1238</b>	<b>Ws</b>

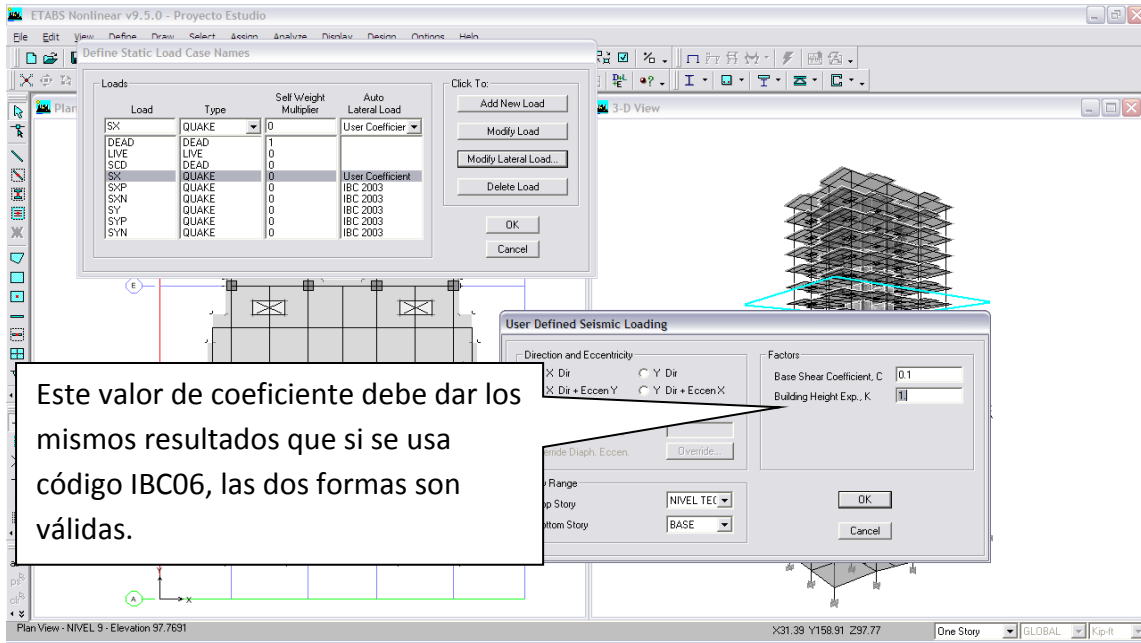
Tabla V. Definición y cálculo de factores sísmicos, AGIES

Como se puede visualizar en tablas IV y V se desarrolló en Excel, y siguiendo todos los parámetros del código IBC06 y AGIES, es valor correspondiente al factor sísmico aplicado es relativamente el mismo (0.1250) W, o (0.1238) W, al calcular estos factores, por dos códigos diferentes, nos da la certeza del valor y tranquilidad, además de descartar que el programa lo realice todo y crear una caja negra donde no se tendrá control de estos parámetros.

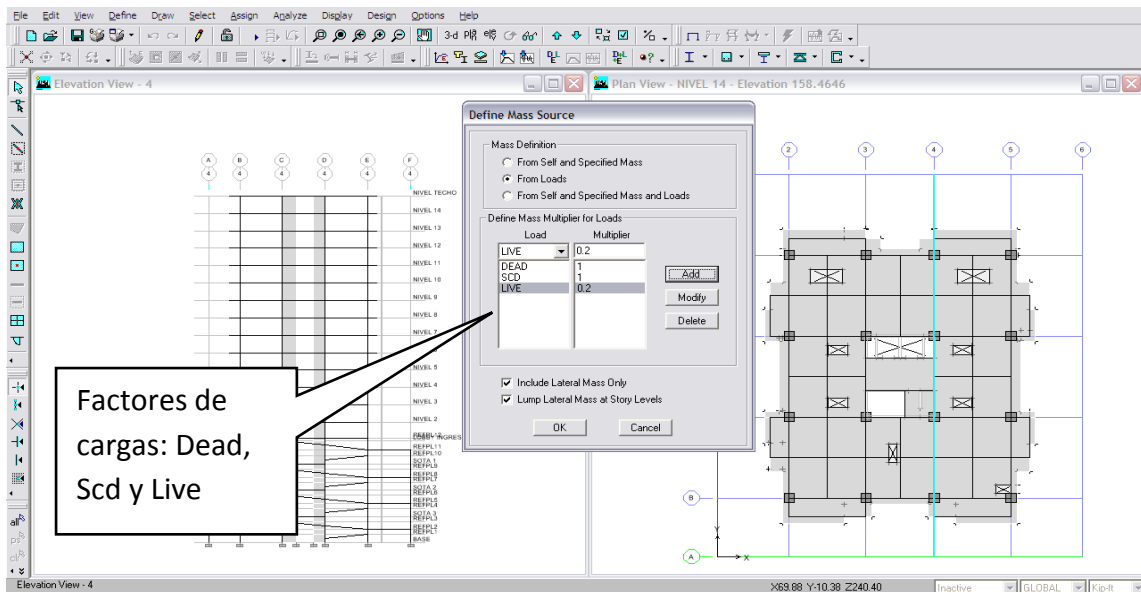
Luego se procede con carga sísmica estática, con secuencia de opción 1 Define►Estatic Load cases→Ventana 1►SX→Elige código-IBC06- (4ta col.)seguido►Add New Load→Modify Lateral load• Ventana 2►Ingresan todos los datos calculados



La opción 2, se debe seguir **Define ► Estatic Load cases** → **Ventana 1 ► SX** → Elige coeficiente (4ta col.) **elegir ► User coefficient** → **Add New Load** → **Modify Lateral load** • **Ventana 2 ► Ingresadato** calculado igual a 0.13

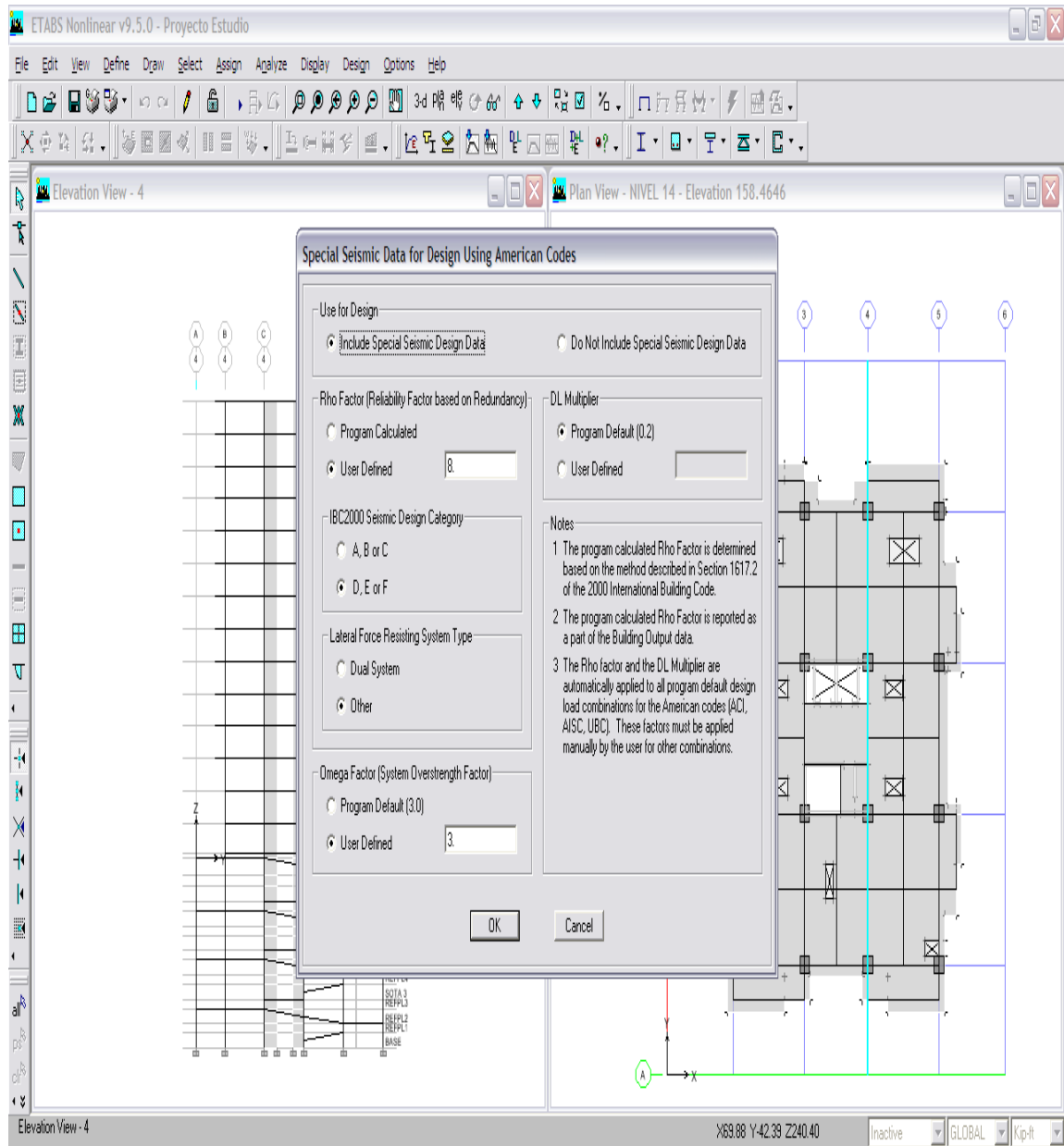


Para asignar la masa para el cálculo de corte, con secuencia **Define ► Mass Source** → **Ventana 1 ► From loads ► Cdead-1, CLive-0.20 (caso especial)**



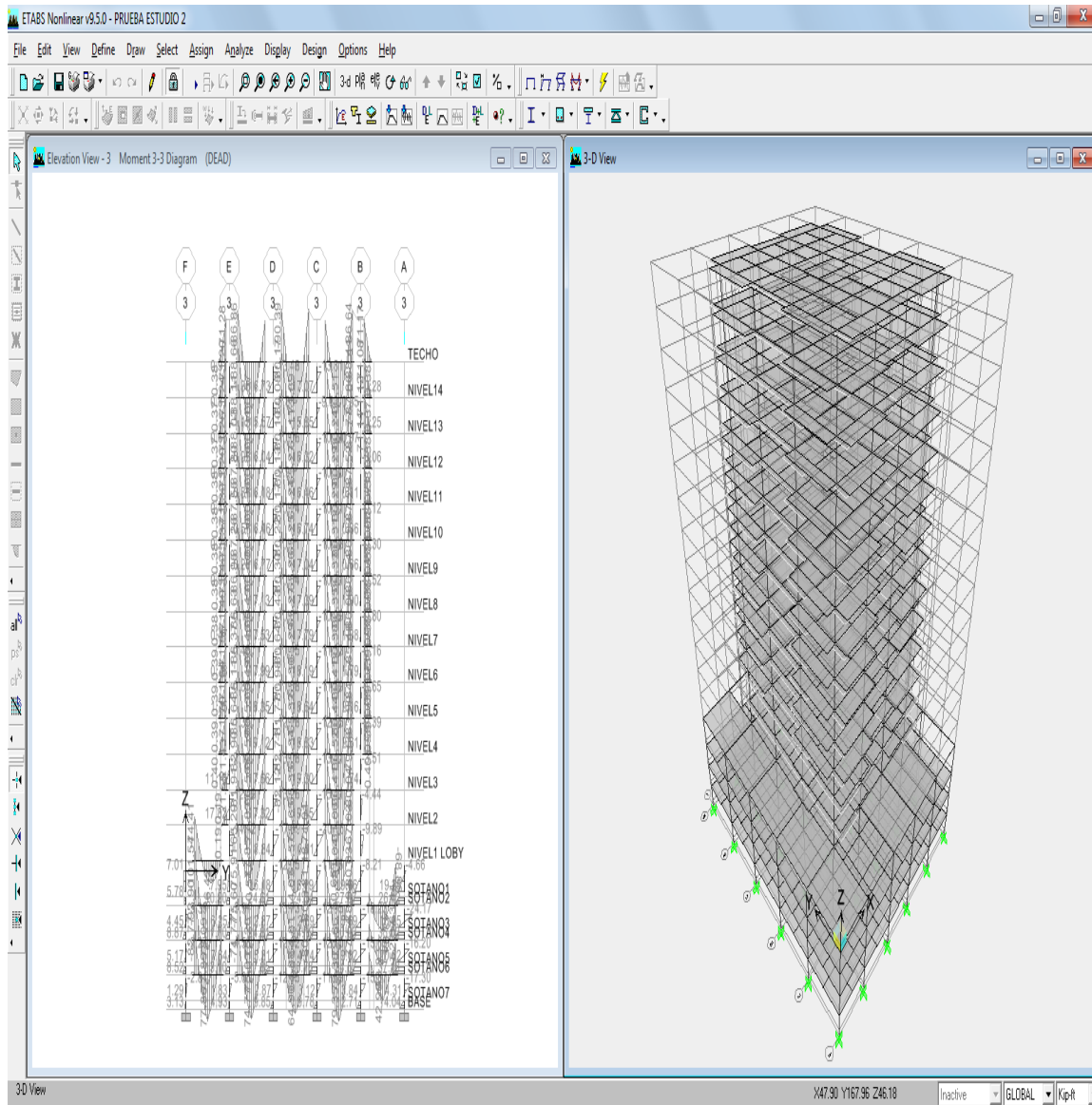


Con secuencia **Define►Special seismic loads effects**→ Ventana 1► se introducen datos según IBC 06 sección 1617.2, ya calculados anteriormente.



Esta fase estructural, donde se aplica el sismo estático, se debe tener cuidado el ingreso de todos los datos ya sea por AGIES o IBC.06 para evitar errores.

Concluida la modelación de cargas sísmicas estáticas, se proceder a correr el modelo nuevamente, (2da vez.) y verificar si son lógicos sus momentos.



Se visualiza que son lógicos, en nuestro caso Marcos especiales resistentes a momento. Si el Análisis se hubiera elegido para, Marcos y Muros de corte, entonces se deben corregir los parámetros sísmicos para nuestro caso que son marcos especiales resistentes a momentos, entonces los muros se deben

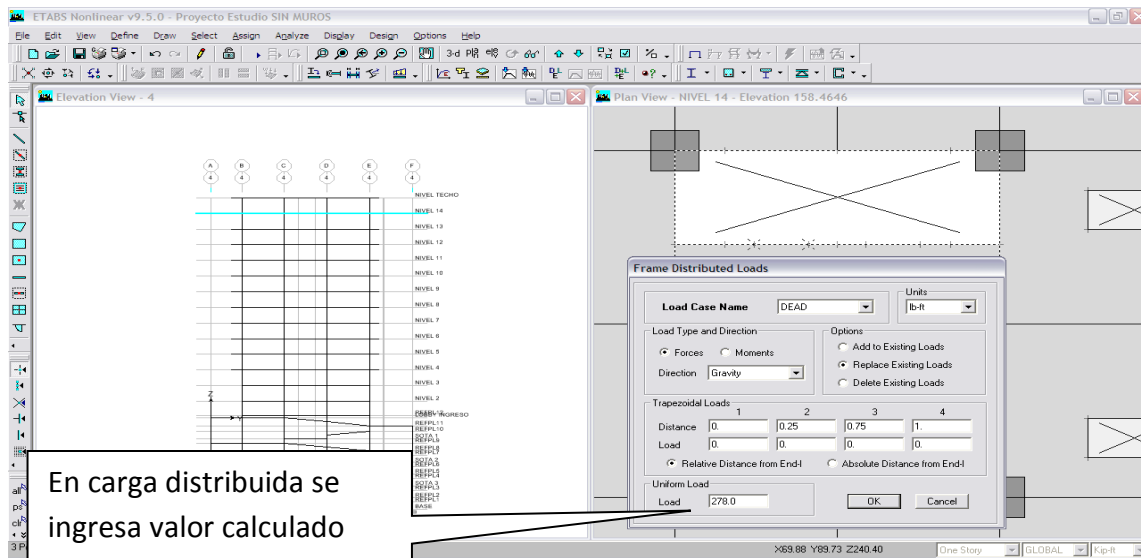
eliminar y se procede a calcular manualmente el peso distribuido en vigas que soportaran los muros de mampostería y fachadas, los cuales quedan así.

CALCULO DE CARGAS DISTRIBUIDAS		
Para el calculo de la carga distribuida en vigas de ducto de elevador, vigas gradas y fachadas se procede asi:		
Muro mamposteria	0.20	mts
Muro cortina (vidrio)	0.02	mts
Peso Promedio Elevador	3960.00	lbs
Peso final por codigo (+100%)	7920.00	lbs
Altura de piso a piso	3.70	mts
Peralte viga principal	0.70	mts
Altura promedio muro	3.00	mts
Altura promedio cortina (venta	1.50	mts
Altura promedio muro sillar (v	1.50	mts
Peso especifico mamposteria	75.00	lbs/pie <sup>3</sup>
Peso especifico muro cortina	112.00	lbs/pie <sup>3</sup>
Cargas distribuidas		
<b>Wmuro mamposteria</b>	<b>484.13</b>	<b>lbs/pie</b>
Wmuro cortina	36.15	lbs/pie
Wmuro mamposteria sillar	242.06	lbs/pie
<b>Wmuro cortina+sillar</b>	<b>278.21</b>	<b>lbs/pie</b>
Longitud viga en elevadores	6.70	mts
Longitud total de viga	13.40	mts
Wcarga elevador	180.20	lbs/pie
<b>Welevador + muro</b>	<b>664.32</b>	<b>lbs/pie</b>

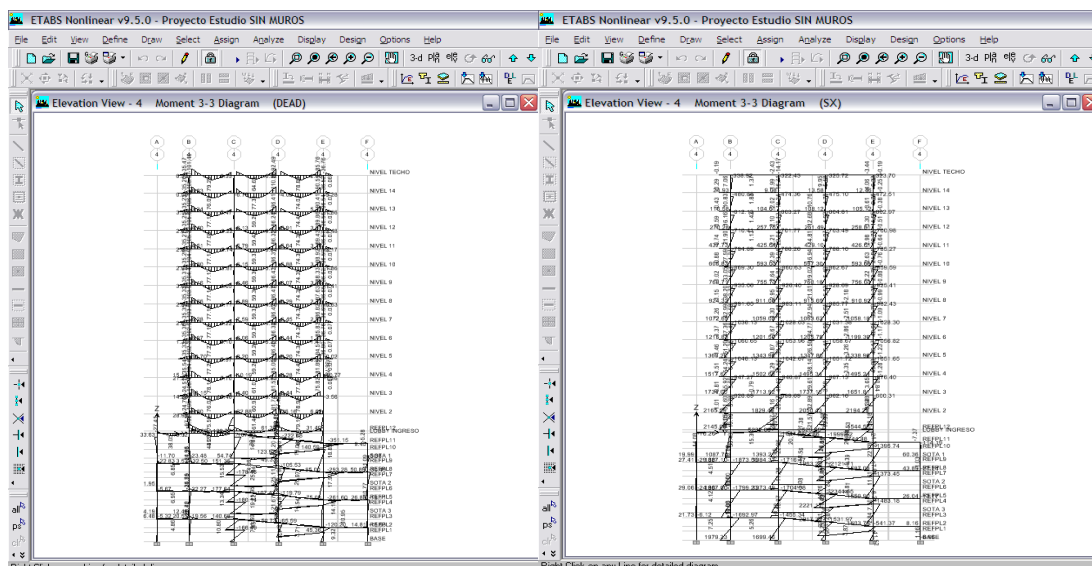
**TABLA VI. Cálculo de cargas distribuidas.**

Estos valores se deben ir agregando en vigas correspondientes de la siguiente forma y secuencia.

Elige viga ► assign ► Frame loads distributed → Ventana 1 ► se introducen valor calculado anteriormente y correspondiente a viga que carga muro fachada, ducto elevador o gradas.

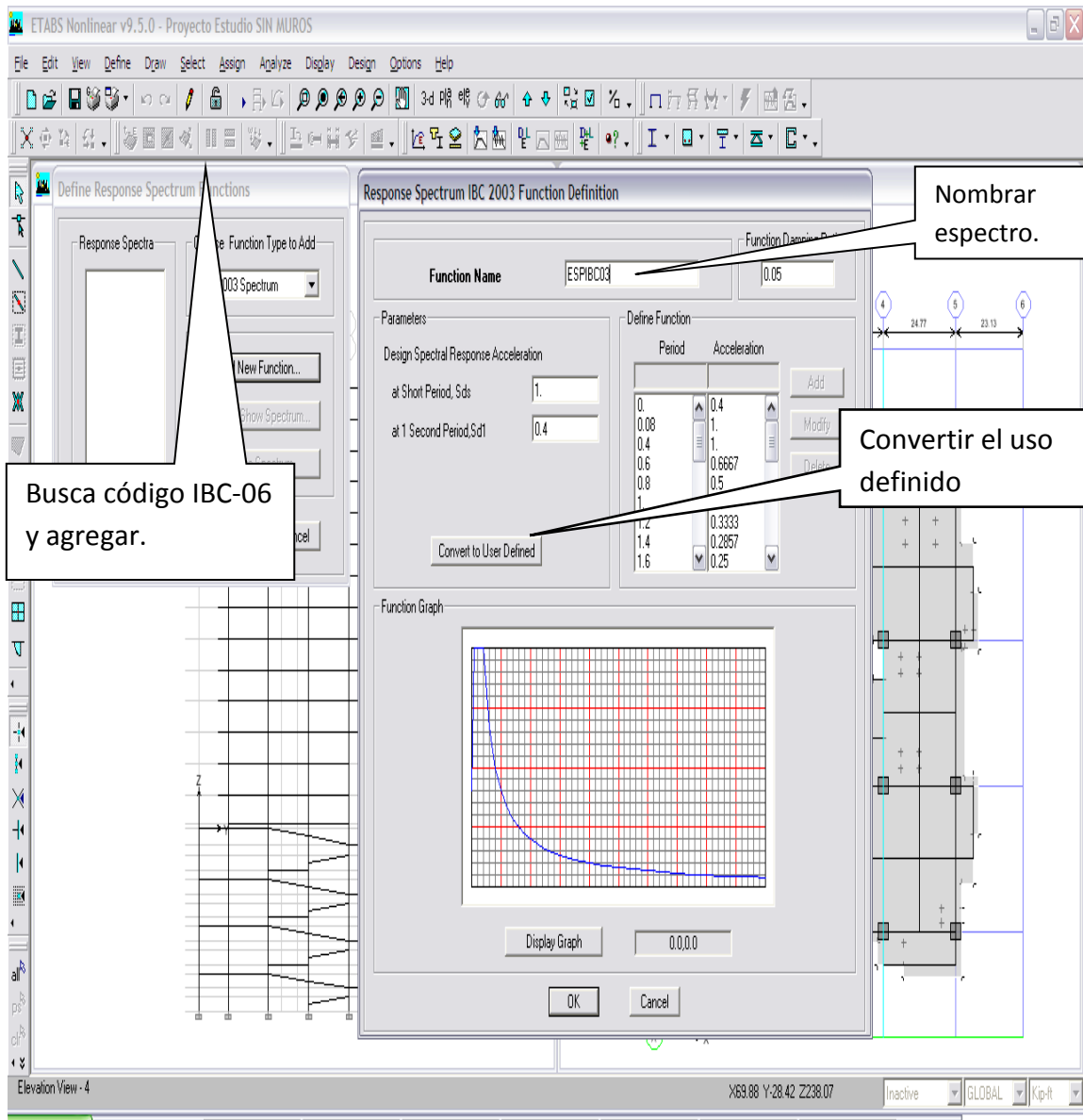


Y así sucesivamente se introducen siguientes valores. Ya definidas las cargas nuevamente se corre (3ra. Corrida) y verifica que esfuerzos sean lógicos.



revisar los diagramas de momentos para carga muerta y sismo  $S_x$ , se visualiza que el Análisis estructurales muy lógico.

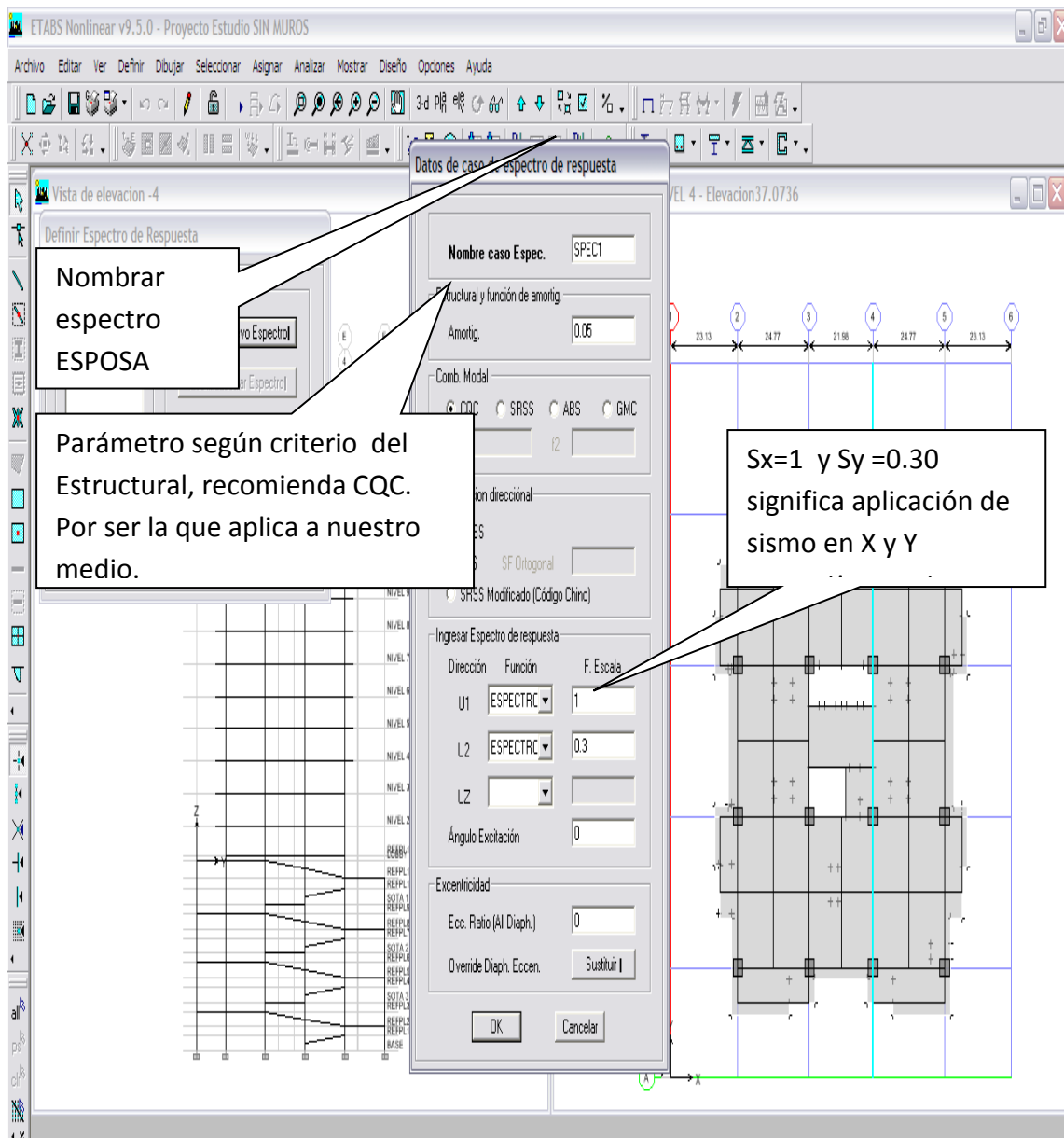
Se sigue con modelo de Sismo dinámico de la siguiente forma: **Elige Define►Response spectrum Funtions►→Ventana 1►Código→Add New Functions**



► 2da. ventana → Nombrar espectro ► seguido de **Convertto user defined**,

Esto garantiza que automáticamente queda ligado y grabado este espectro, al modelo realizado.

Con espectro se procede asignarlo así: **Define►Response spectrum cases►→Ventana 1►Add New spectrum► Nombra espectro y asigna.**



Las propiedades dinámicas de los modos de vibración de una estructura, es una opción que permite analizar los problemas dinámicos, y se utiliza para combinar las respuestas modales en el análisis del espectro de respuesta y también definir un valor de amortiguación.

Las siguientes opciones están disponibles para combinaciones:

**CQC= Complete quadratic combination**, ► CQC modal: este es el método de combinación cuadrática completa descrito por Wilson, Kiureghian y Bayo (1981). Esta técnica de combinación modal tiene en cuenta el estadístico acoplamiento entre modos espaciados por amortiguación modal. Si la amortiguación modal es 0 para todos los modos, el método CQC degenera al método SRSS. Además trata convenientemente el caso de períodos-próximos, por lo que se recomienda.

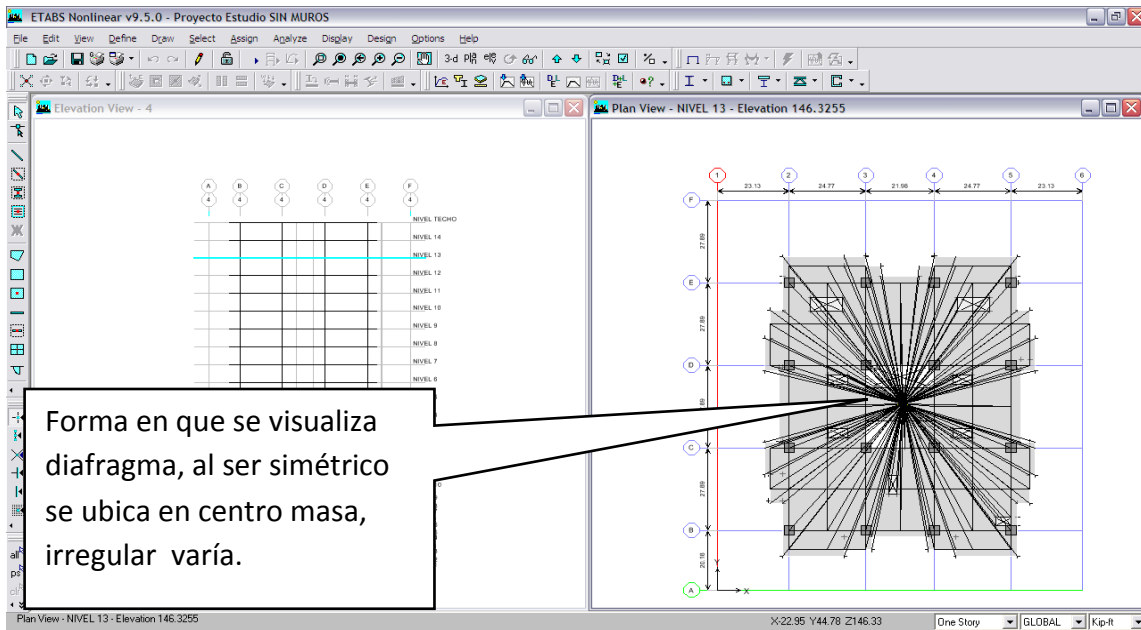
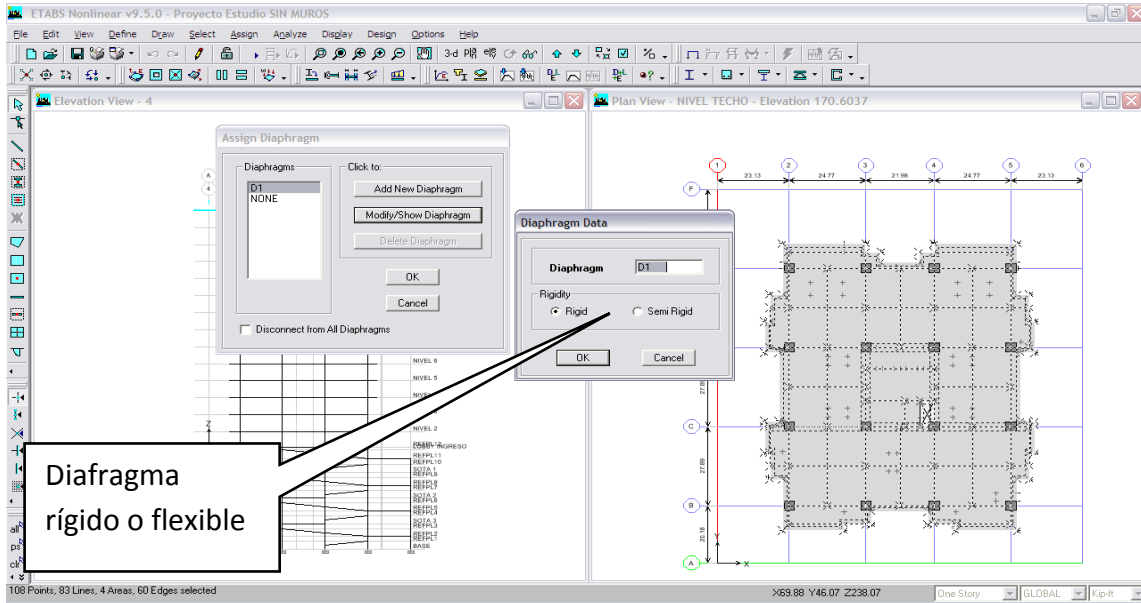
**SRSS=Square Root of the Sum of the Squares method** ► SRSS, Esta es la raíz cuadrada de la suma del método plazas. Esta técnica de combinación modal no tiene en cuenta cualquier acoplamiento de modos como los métodos CQC y GMC.

**ABS=the Absolute method**► Este es el método absoluto. Esta técnica de combinación modal simplemente combina los resultados modales tomando la suma de sus valores absolutos. Este método es generalmente el más conservador.

**GMC= General Modal Combination method**► Éste es el método de combinación Modal General que es también conocido como el método Gupta. Este método es el mismo que la combinación modal completo se describe en la ecuación 3,31 en Gupta (1990). El método GMC tiene en cuenta el estadístico acoplamiento entre modos espaciados similares al método CQC, y también incluye la correlación entre los modos con contenido de respuesta rígida. El método GMC requiere especificar dos frecuencias,  $f_1$  y  $f_2$ .

Referente a los diafragmas, se considera que todos los sistemas estructurales, lo contienen, ya sea rígido o flexible, además cuando se tiene que son resistentes y de rigidez suficiente, para funcionar como plano rígido.

Diafragma horizontal, se asigna así: **Elige área nivel (Ultimo) y secuencia ► Assign ► Joint/point ► Diaghagms.**

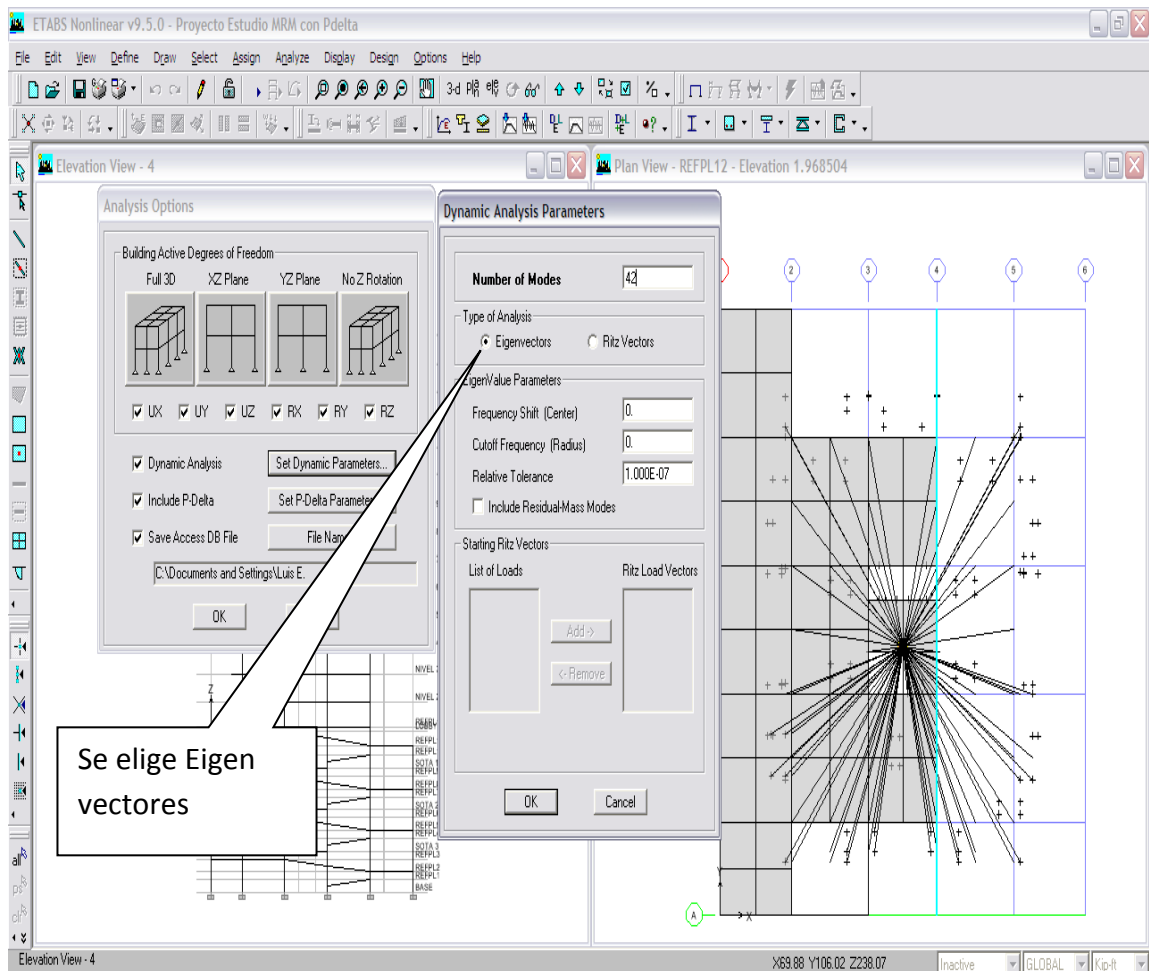


Se elige **● diafragma rígido**, aplicados a proyectos similares y el proceso se sigue con resto de niveles, asignando los diferentes diafragmas hasta lobby.



Para poder terminar con la asignación del análisis dinámico se procede con secuencia ► **Analyze** → **Dynamic analysis** • **Dynamic analysis** ► **Set Dynamic Parameters** → introducir datos correspondientes.

Se maneja que por cada nivel existen tres modos de vibración y por consiguientes al tener 14 niveles, se proceda a number of modes=  $14 \times 3 = 42$



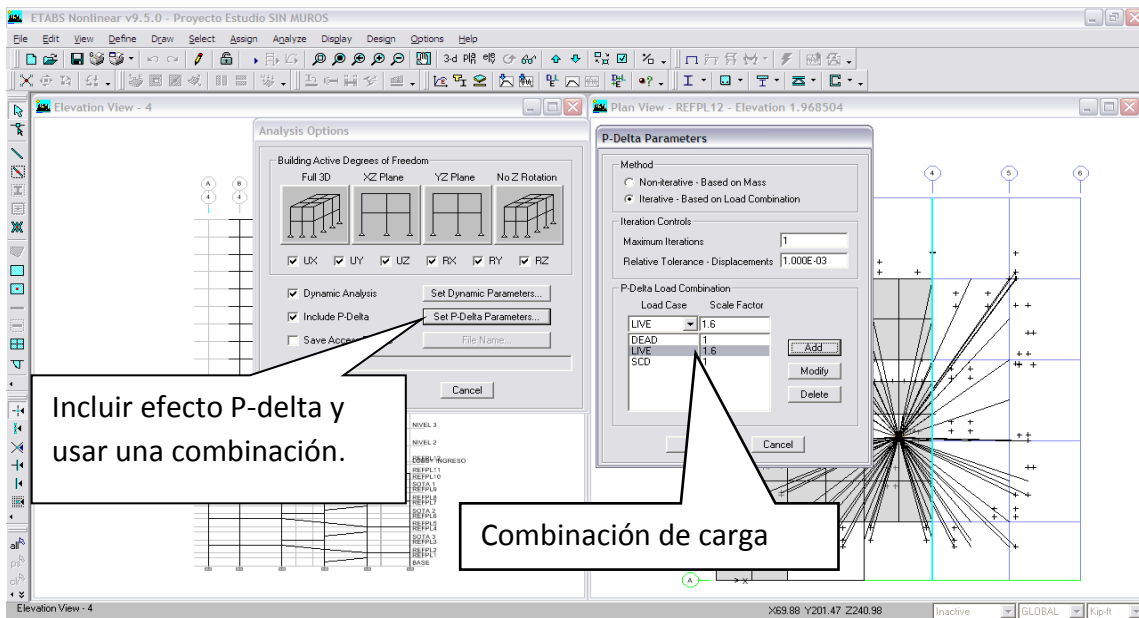
Los otros parámetros, como frecuencia cambio y de corte, es adecuado utilizar los datos por defecto. Si el cambio no es cero, se pueden realizar análisis de espectro de respuesta y tiempo de historia.

### 3.5- Consideraciones de efecto Pdelta.

Para incluir los efectos P-delta en el análisis estático y dinámico, el cual está basado en el movimiento lateral de una masa de piso hacia una posición deformada, generando momentos de volteo de segundo orden, por lo tanto los momentos adicionales de volteo sobre el edificio serán iguales a la suma de los pesos de cada nivel y multiplicados por los desplazamientos.

Si se considera que la estructura del edificio, tiene bien condicionadas las relaciones de Rigidez/Wnivel x nivel, entonces los efectos P-delta no son significativos, si son menores del 5%, caso contrario pueden aumentar hasta en un 25%, en consecuencia se dice que la estructura está mal diseñada.

Por consiguiente esto no da una pauta y lo mejor es realizar el análisis con efectos P-delta, y si los desplazamientos difieren por más del 5% se considera a la estructura muy flexible y se debe corregir la rigidez. Para asignarlo se tiene, **Analyze►Set analysys options►Include P-delta►elige método (iterativo-basado en combinación de cargas)**



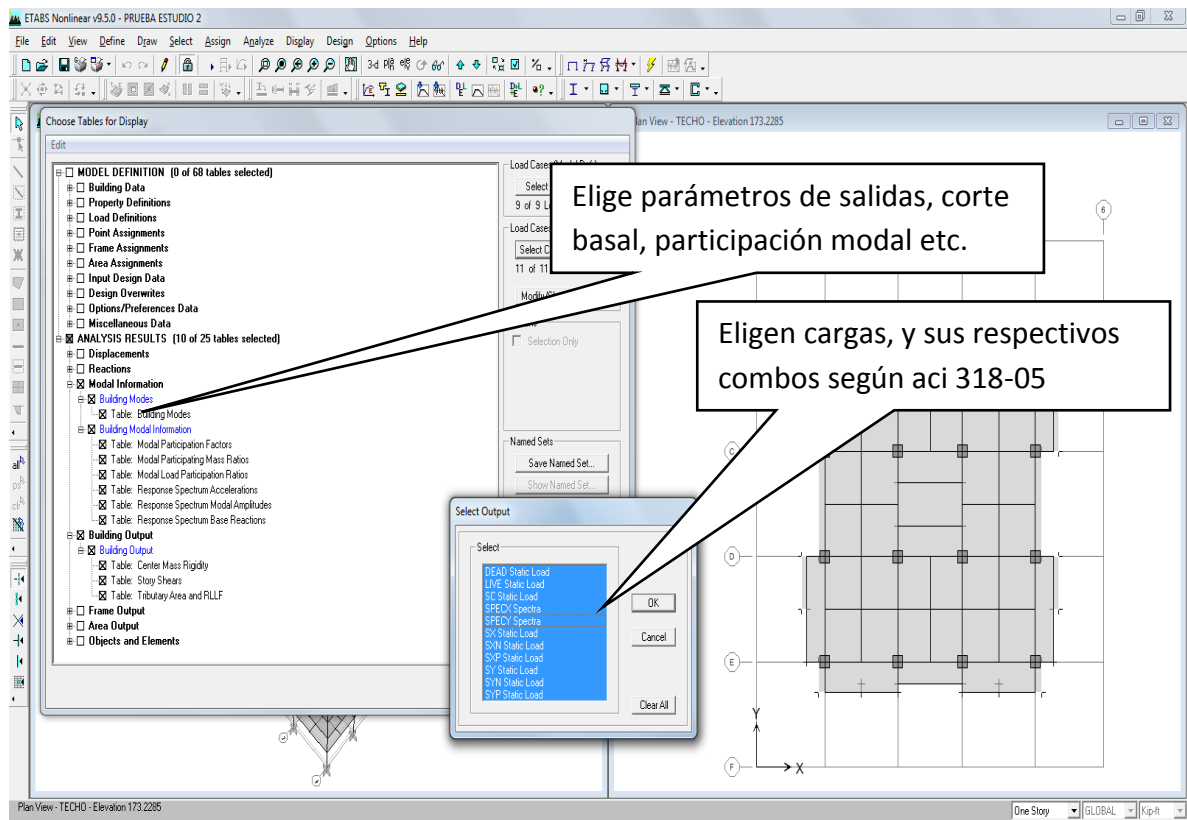
### 3.6- Verificación y aceptación final de la estructura.

Entonces se tiene la información del modelo con asignación de efecto P-delta ya que se debe corroborar si la estructura es lo suficientemente rígida.

Al correr el análisis con efectos P-delta, ya sumarian 4 análisis estructurales, hasta esta instancia, y después de las verificaciones estaríamos siguiendo el proceso para que la estructura del edificio sea la adecuada y proceder a su aceptación final para el siguiente paso.

La primera verificación será que el Corte Basal estático debe ser igual al Dinámico y esto se verifica de la siguiente forma:

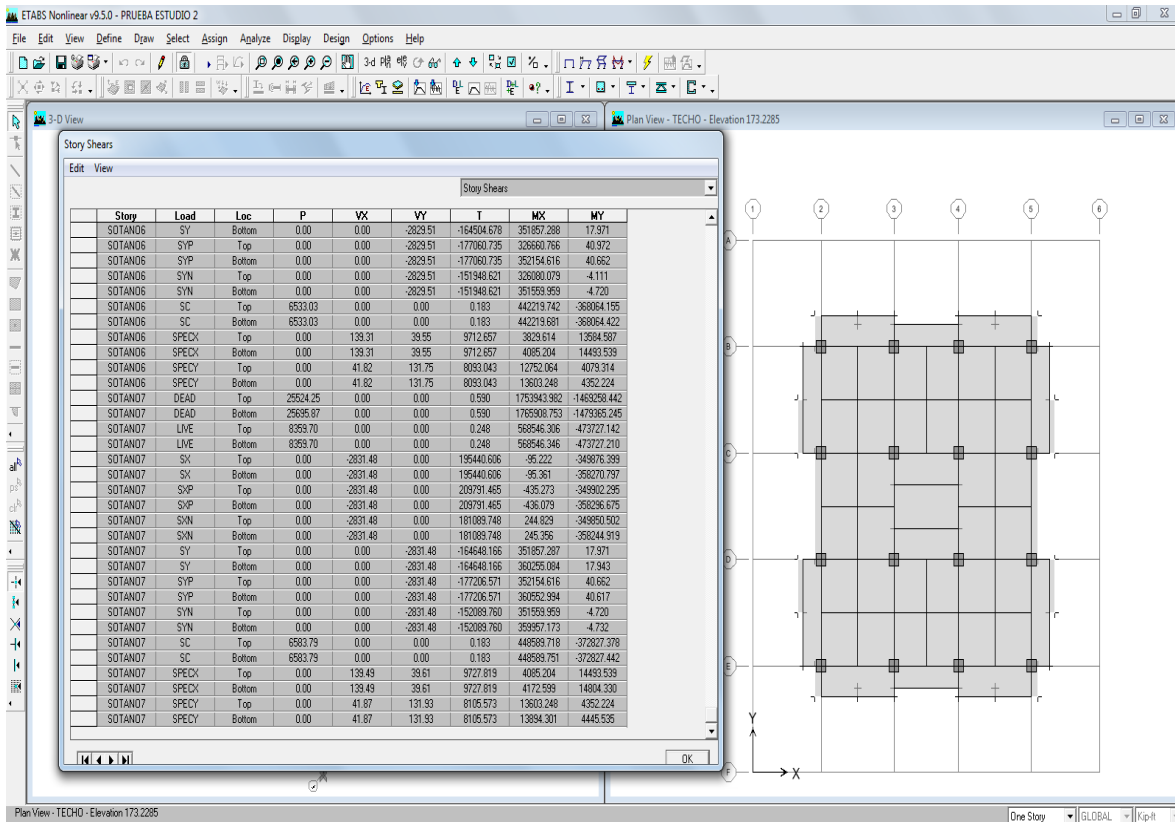
**Display► Show tables► eligen las tablas que uno requiere► eligen load-cases/combo y ok**



Luego se procede a ir verificando cada Item, solicitado, de tal manera que estén dentro de los parámetros establecidos por códigos y teniendo lo siguiente: Participación modal se verifica que llega como mínimo al 95% de participación en nuestro caso llega al 96.11% aceptable.

Type	Load	Accel	Story	Link	DOF	StatPercent	DynPercent
Load	DEAD					0.0094	63.6327
Load	LIVE					0.0122	63.9012
Load	SX					100.0000	99.9123
Load	SXP					100.0000	99.8994
Load	SXN					100.0000	99.9017
Load	SY					100.0000	99.8890
Load	SYP					100.0000	99.8793
Load	SYN					100.0000	99.8782
Load	SC					0.0105	89.1427
Accel		UX				100.0000	98.5880
Accel		UY				100.0000	98.6051
Accel		UZ				0.0000	0.0000
Accel		RX				144.5102	99.9995
Accel		RY				57.9210	97.3991

Se sigue con el corte basal, la gráfica nos da la siguiente información



$V_x = V_y = 2831.48$  kips, y  $SPCTX$  IBC03 = 139.49 Kips Y  $SPCTY$  IBC03 = 131.93 Kips, para lo cual habrá que calcular el factor de ampliación de la siguiente forma:

$f_x=2831.48/139.48= 20.2988$  y  $f_y=2831.48/131.93= 21.4619$  y rectificando en la casilla aplicable a sismo dinámico así:**Define►Response spectrum cases►SpecX/Modify/show► aplica factor en Scale Factor y ok**

Factor multiplica lo existente aquí, tanto para spctX y spctY

Luego se procede nuevamente a correr el modelo, (5ta vez) y se verifica que cortes basales, estáticos y dinámicos estén iguales, para nuestro caso se verifico que están iguales a esta instancia por lo tanto ok.

Story Shears

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
SOTAND6	SYP	Top	0.00	0.00	-2829.51	-177060.735	326660.766	40.972
SOTAND6	SYP	Bottom	0.00	0.00	-2829.51	-177060.735	352154.616	40.662
SOTAND6	SYN	Top	0.00	0.00	-2829.51	-151948.621	326080.079	-4.111
SOTAND6	SYN	Bottom	0.00	0.00	-2829.51	-151948.621	351559.959	-4.720
SOTAND6	SC	Top	6533.03	0.00	0.00	0.183	442219.742	-368064.155
SOTAND6	SC	Bottom	6533.03	0.00	0.00	0.183	442219.681	-368064.422
SOTAND6	SPECX	Top	0.00	2827.87	802.88	197155.279	77736.565	275750.823
SOTAND6	SPECX	Bottom	0.00	2827.87	802.88	197155.279	82924.743	294201.451
SOTAND6	SPECY	Top	0.00	897.56	2827.58	173692.084	273683.519	87549.836
SOTAND6	SPECY	Bottom	0.00	897.56	2827.58	173692.084	291951.544	93406.987
SOTAND7	DEAD	Top	25524.25	0.00	0.00	0.590	1753943.982	-1469258.442
SOTAND7	DEAD	Bottom	25695.87	0.00	0.00	0.590	1765908.753	-1479365.245
SOTAND7	LIVE	Top	8359.70	0.00	0.00	0.248	568546.306	-473727.142
SOTAND7	LIVE	Bottom	8359.70	0.00	0.00	0.248	568546.346	-473727.210
SOTAND7	SX	Top	0.00	-2831.48	0.00	181000.000	250000.000	210000.399
SOTAND7	SX	Bottom	0.00	-2831.48	0.00	181000.000	250000.000	210000.797
SOTAND7	SXP	Top	0.00	-2831.48	0.00	181000.000	250000.000	210000.295
SOTAND7	SXP	Bottom	0.00	-2831.48	0.00	181000.000	250000.000	210000.675
SOTAND7	SXN	Top	0.00	-2831.48	0.00	181000.000	244.829	-349850.502
SOTAND7	SXN	Bottom	0.00	-2831.48	0.00	181000.000	245.356	-358244.919
SOTAND7	SY	Top	0.00	0.00	-2831.48	177206.571	351857.287	17.971
SOTAND7	SY	Bottom	0.00	0.00	-2831.48	177206.571	360255.084	17.943
SOTAND7	SYP	Top	0.00	0.00	-2831.48	-177206.571	352154.616	40.662
SOTAND7	SYP	Bottom	0.00	0.00	-2831.48	-177206.571	360552.994	40.617
SOTAND7	SYN	Top	0.00	0.00	-2831.48	-152089.760	351559.959	-4.720
SOTAND7	SYN	Bottom	0.00	0.00	-2831.48	-152089.760	359957.173	-4.732
SOTAND7	SC	Top	6583.79	0.00	0.00	0.183	448589.718	-372827.378
SOTAND7	SC	Bottom	6583.79	0.00	0.00	0.183	448589.751	-372827.442
SOTAND7	SPECX	Top	0.00	2831.47	804.01	197463.045	82924.743	294201.451
SOTAND7	SPECX	Bottom	0.00	2831.47	804.01	197463.045	84698.749	300510.135
SOTAND7	SPECY	Top	0.00	898.71	2831.51	173961.007	291951.544	93406.987
SOTAND7	SPECY	Bottom	0.00	898.71	2831.51	173961.007	298198.099	95409.619

Cortes iguales,  
estático= Dinámico

Luego se procede chequear las derivas, las cuales deben cumplir lo siguiente:

De tabla 12.2-1 de ASCE-7 proporciona la siguiente información

R=	8.00
$\Omega_o$ =	3.00
Cd=	5.50

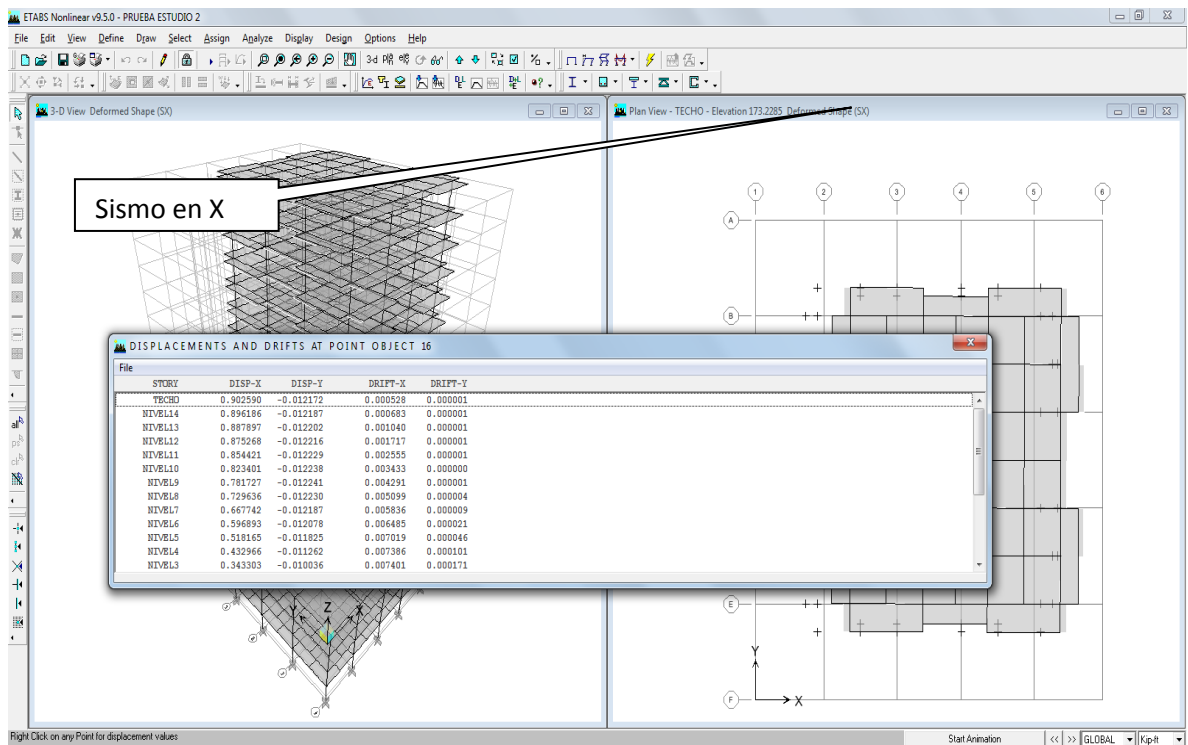
I= factor de importancia según sección 11.5.1 de ASCE-7

Factor de importancia	1.25
Categoría de ocupación	III

Para verificar la deriva de piso se tiene

$$\Delta t = C_d (\delta_{e2} - \delta_{e1}) / I \leq \Delta a$$

$\delta_{e2/1}$  = dato computado de nivel superior o inferior



DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 16				
File				
STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
TECHO	-0.023627	1.032414	0.000002	0.000548
NIVEL14	-0.023607	1.025766	0.000002	0.000735
NIVEL13	-0.023581	1.016848	0.000003	0.001151
NIVEL12	-0.023543	1.002881	0.000005	0.001913
NIVEL11	-0.023480	0.979656	0.000009	0.002859
NIVEL10	-0.023371	0.944951	0.000015	0.003857
NIVEL9	-0.023186	0.898125	0.000025	0.004842
NIVEL8	-0.022883	0.839350	0.000039	0.005775
NIVEL7	-0.022414	0.769242	0.000057	0.006633
NIVEL6	-0.021716	0.688718	0.000083	0.007391
NIVEL5	-0.020711	0.598996	0.000118	0.008013
NIVEL4	-0.019284	0.501720	0.000169	0.008438
NIVEL3	-0.017234	0.399284	0.000248	0.008475

Los datos computados son:

$$\Delta_{techox} = 1.032414 \text{ ft} \quad \text{y} \quad \delta_{e14x} = 1.025766 \text{ ft}$$

Aplicando fórmula tenemos:  $\Delta t = C_d (\delta_{e2} - \delta_{e1}) / I \leq \Delta a$

$$\Delta t_x = 0.006404 * 5.5 / 1.25 = 0.02925 \text{ ft} \quad \rightarrow \quad \Delta t = 0.35 \text{ in} \quad \rightarrow \quad \Delta t = 0.891 \text{ cm}$$

$$\Delta t_y = 0.006648 * 5.5 / 1.25 = 0.02818 \text{ ft} \quad \rightarrow \quad \Delta t = 0.34 \text{ in} \quad \rightarrow \quad \Delta t = 0.86 \text{ cm}$$

De table 12.12.1 de ASCE-7 y categoría de ocupación III

$$\text{Tenemos } \Delta a = 0.015 * h_{\text{nivel}} \quad \text{y} \quad h_{\text{nivel}} = 173.2285 - 161.0894 = 12.1391 \text{ ft}$$

$$\Delta a = 0.015 * 12.1391 = 0.182086 \text{ ft} \quad \rightarrow \quad \Delta a = 2.185 \text{ in} \quad \rightarrow \quad \Delta a = 5.5499 \text{ cm}$$

Entonces  $\Delta t_y \leq \Delta a_y$  se considera bien y está muy por debajo de lo permitido chequea y ok.

Verificando que el efecto Pdelta no es crítico y se acepta la estructura final.



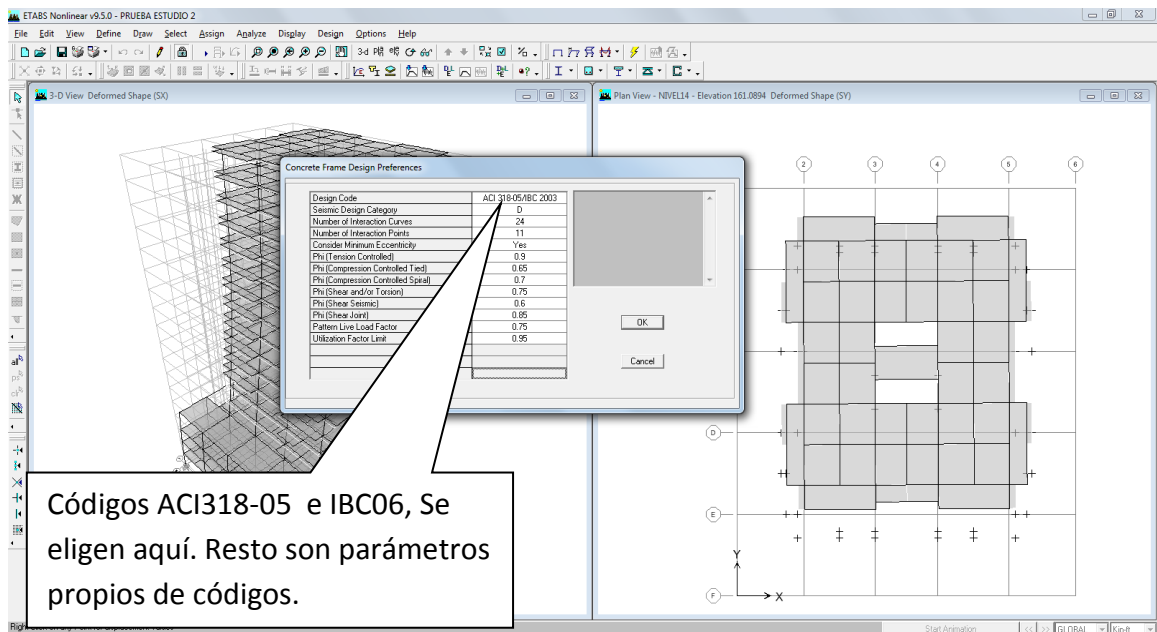
# CAPÍTULO 4

## Diseño Estructural con Etabs9.5

### 4.1- Prediseño sísmico según código asignado

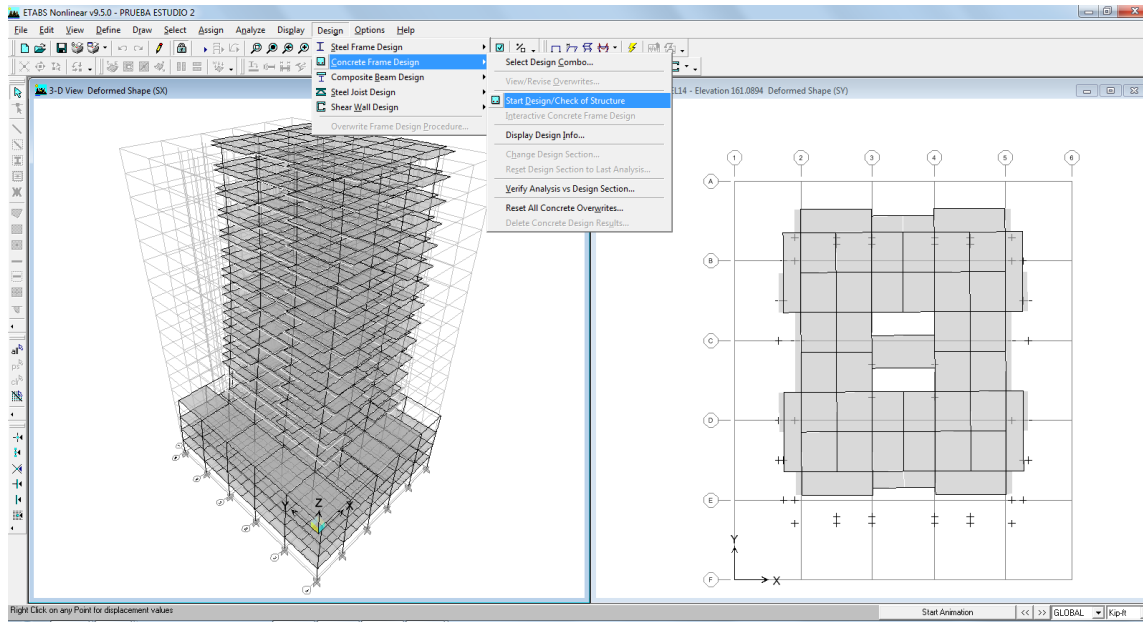
Para llegar a esta instancia, se rectificó el corte basal sísmico y Dinámico, las derivas que estén dentro de los parámetros establecidos según códigos, por lo tanto se procederá a realizar un pre-diseño estructural que incluye sismo, este proceso nos indicará si los elementos están bien, deben cambiarse, agregar otros elementos, etc. De tal forma que la estructura sea óptima, y de ser así, se preparan varios elementos con sección constante y área de acero diferente, con la finalidad de poder cambiarlo en diseño final y se comienza con la siguiente secuencia:

**Options►Preferences►Concrete frame Design►eligen códigos a usar y ok**



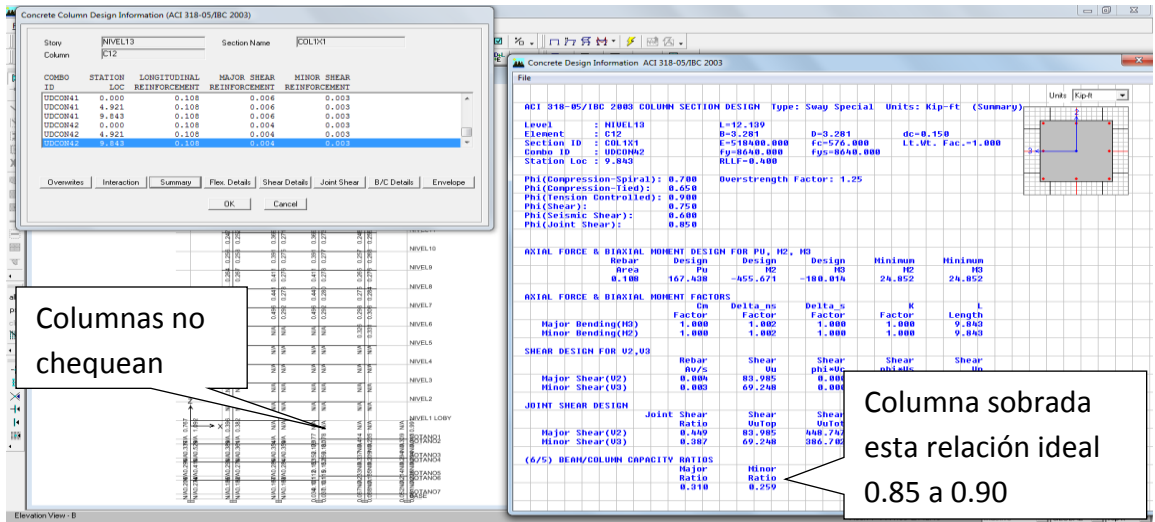
Para iniciar a diseñar se sigue la secuencia:

**Design ► Concrete frame Design ► Star Design/Check, of structure, ok y comienza a diseñar elementos (vigas, columnas)**

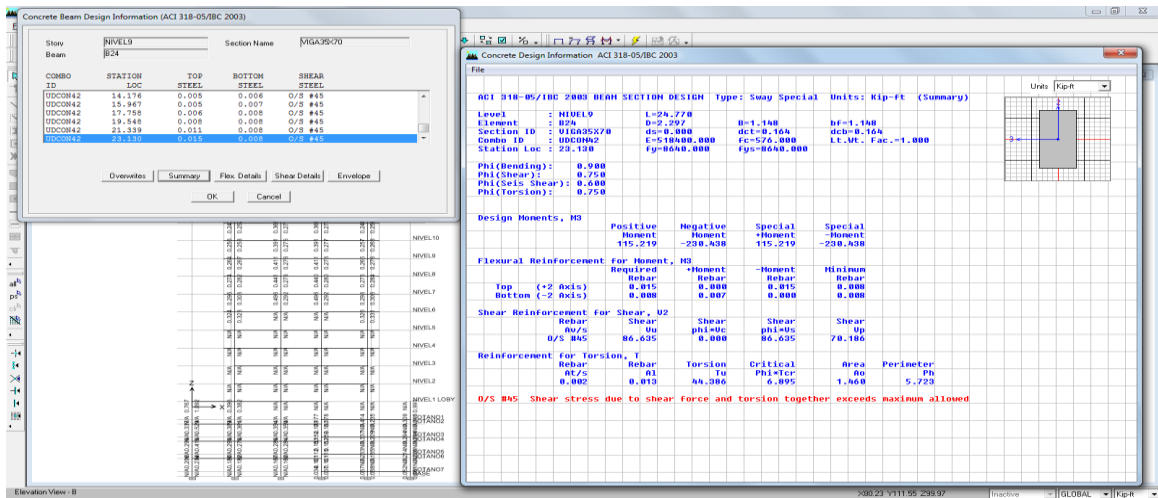


Terminado el diseño estructural se procede a solicitar información sobre elementos, tal como: %acero longitudinal, rel 6/5 viga débil/columna fuerte, etc. Y siguiendo la secuencia: **Design ► Concrete frame Design ► Display Design info, ► requiriendo (6/5) Beam/Column capacity Ratios**, luego se elige una columna (o viga) y aparecen las dos ventanas donde la información nos indica que para este nivel la columna está sobrada y por lo cual se deberá disminuir sección o % de acero, esta fase es muy importante en el Pre-diseño porque nos da parámetros de cómo se deben ir cambiando los elementos o agregando otros elementos ya con % de refuerzo, que será el paso a seguir. También se pueden visualizar que las columnas desde sótano 4 hasta el nivel 6, las columnas no chequean, indicando que aquí se deberá aumentar sección o área de acero hasta un máximo de 4%.

Visualización de un elemento columna sobrada y además puede verse las que no chequean.

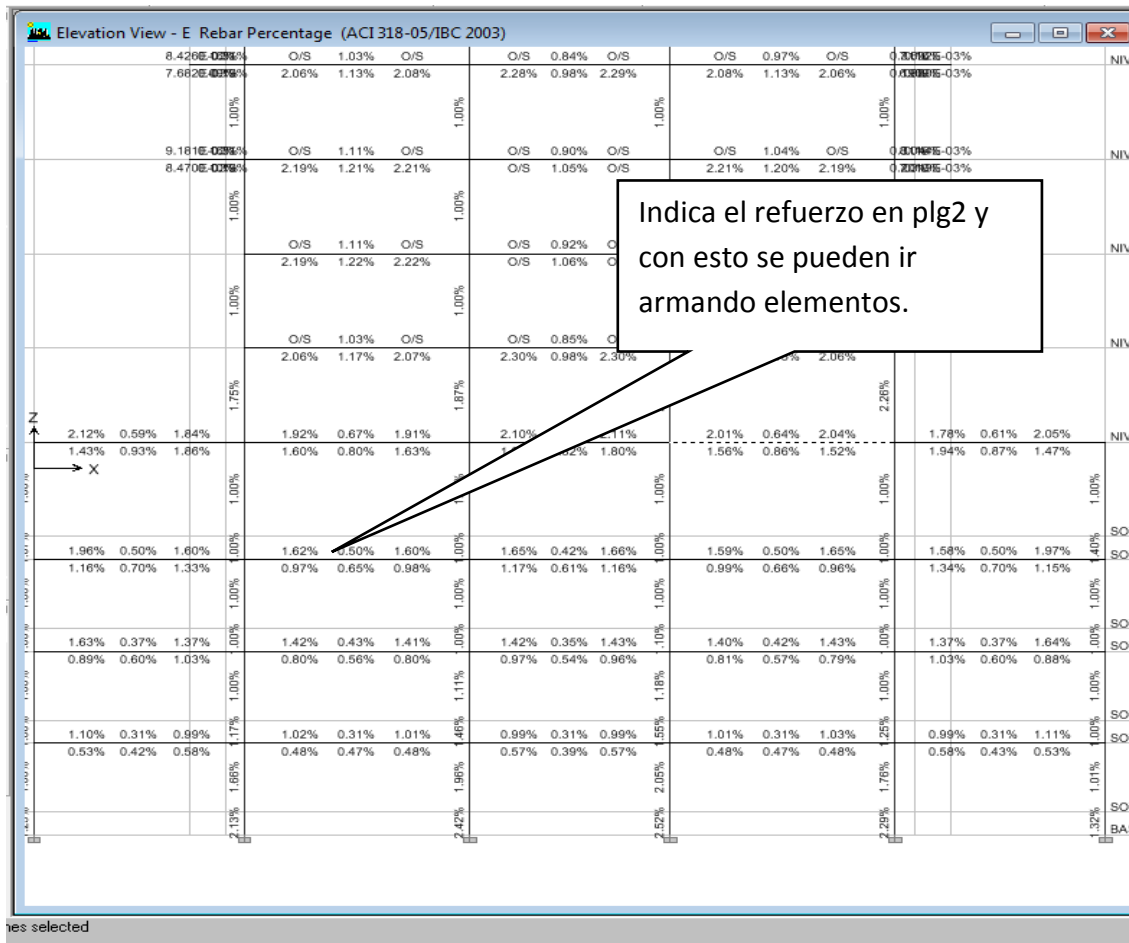


Y así sucesivamente se van chequeando los marcos hasta tener una idea de donde se deben cambiar o armar de mejor forma los elementos, aumentando sección, área de acero, además puede ser todo lo contrario que sería disminuir.



Al elegir una viga se puede visualizar que aparecen estos datos en rojo, indicando que la seccion es inadecuada, para lo cual es necesario armar la misma con refuerzos que cubran el % requerido, e ir rectificando los demas parametros para que la misma cumpla con los requerimientos del ACI318-05 que es el código seleccionado.

Al solicitar el % de refuerzo en vigas o columnas, nos indica cuánto de refuerzo deberá colocarse al elemento, y para solicitar se procede así: **Design►Concrete frame Design►Display Design info, ► % refuerzo longitudinal**



Al proporcionar la información se termina de corroborar hasta dónde se pueden armar columnas y vigas, en % acero o cambiar sección, además también proporciona el combo de diseño crítico.

Esta fase es de mucho criterio, ya que se deben tener claros todos los conceptos estructurales como, Asmín, Asmax, que las cantidades de refuerzo superior e inferior requeridas cumplan con las condiciones del ACI318-05 para vigas y columnas.

Teniendo el modelo con la última aceptación donde cumple con efecto Pdelta, sismo estático y dinámico, se procede a quitar el candado y se comienzan armar los diferentes tipos de columnas, y vigas con sus armados finales, los cuales se realizarán según información indicada anteriormente, y se procede a realizar el Análisis tridimensional y diseño estructural del proyecto, donde al requerir información los elementos deben chequear o ir cambiando a un nuevo elemento ya predispuesto, de tal forma que al cambiarlo chequee, **esta fase de Diseño estructural** es la más interesante y la más compleja, ya que se deben ir homogenizando elementos y aplicando todos los conceptos estructurales de los códigos utilizados, además de aplicar criterios técnicos de construcción, es decir, aplicar la experiencia de gabinete, de construcción y/o supervisión de obras, y nuevamente un recordatorio que realizar un Análisis y Diseño estructural, en Etabs, no es sólo ingresar datos al mismo, lógicamente la experiencia se gana con el tiempo, porque de nada sirve colocar los refuerzos necesarios y cumpla los requerimientos de códigos, si al final en la ejecución tiende a ser demasiado complicado y oneroso, obteniendo un análisis y diseño aceptable, pero constructivamente inaceptable, por lo tanto la experiencia de campo estructural es un factor muy importante.

#### **4.2- Análisis Tridimensional de estructura definida.**

Se inicia por crear nuevos elementos como columnas y vigas, las cuales se irán definiendo por sección y su respectivo % de refuerzo, comenzando con la siguiente Nomenclatura:

C1= columna de 1.00x1.00 mts. y refuerzo del 1%

V1= vigas de mayor dimensión y refuerzo indicado en tabla.

La siguiente tabla desarrollada en Excel nos indicará cuántas columnas se definirán.

ARMADOS DE DIFERENTES TIPOS DE COLUMNAS.											
Miembro	Ancho/Diámetro		Peralte		Area		% PARA CALCULO DE AREA DE ACERO EN in2				
	Mts.	In	Mts.	In	Mts.2	In2	1.00%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%
<b>1ra. ITERACION COLUMNAS</b>							<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
<b>COL1.10X1.10</b>	<b>1.10</b>	43.3	<b>1.10</b>	43.30	1.21	<b>1874.54</b>	18.75	23.43	28.12	32.80	37.49
		<b>3.61</b>	Cantidad Varillas aprox. No.8				23.73	29.66	35.59	41.52	47.46
		<b>3.61</b>	Cantidad Varillas No.8 a usar				24	28	32	36	40
			<b>Area real</b>				18.96	22.12	25.28	28.44	31.6
			<b>% REAL</b>				1.01%	1.18%	1.35%	1.52%	1.69%
			<b>% A Utilizar</b>				1.01%	1.18%	1.35%	1.52%	1.69%
			<b>No. Varillas</b>				24	28	32	36	40
							<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>
<b>COL100X100</b>	<b>1.00</b>	39.36	<b>1.00</b>	39.36	1	<b>1549.21</b>	15.49	19.37	23.24	27.11	30.98
		<b>3.28</b>	Cantidad Varillas aprox. No.8				19.61	24.51	29.42	34.32	39.22
		<b>3.28</b>	Cantidad Varillas No.8 a usar				20	24	28	32	36
			<b>Area real</b>				15.8	18.96	22.12	25.28	28.44
			<b>% REAL</b>				1.02%	1.22%	1.43%	1.63%	1.84%
			<b>% A Utilizar</b>				1.02%	1.22%	1.43%	1.63%	1.84%
			<b>No. Varillas</b>				20	24	28	32	36
							<b>C11</b>	<b>C12</b>	<b>C13</b>	<b>C14</b>	<b>C15</b>
<b>COL90X90</b>	<b>0.90</b>	35.42	<b>0.90</b>	35.42	0.81	<b>1254.86</b>	12.55	15.69	18.82	21.96	25.10
		<b>2.95</b>	Cantidad Varillas aprox. No.8				12.00	19.86	23.83	27.80	31.77
		<b>2.95</b>	Cantidad Varillas No.8 a usar				14	18	22	26	30
			<b>Area real</b>				11.06	14.22	17.38	20.54	23.7
			<b>% REAL</b>				0.88%	1.13%	1.39%	1.64%	1.89%
			<b>% A Utilizar</b>				0.88%	1.13%	1.39%	1.64%	1.89%
			<b>No. Varillas</b>				14	18	22	26	30
							<b>CS1</b>	<b>CS2</b>	<b>CS3</b>	<b>CS4</b>	<b>CS5</b>
<b>COL80X80</b>	<b>0.80</b>	31.49	<b>0.80</b>	31.49	0.64	<b>991.494</b>	9.91	12.39	14.87	17.35	19.83
		<b>2.62</b>	Cantidad Varillas aprox. No.8				12.55	15.69	18.83	21.96	25.10
		<b>2.62</b>	Cantidad Varillas No.8 a usar				12	16	20	24	28
			<b>Area real</b>				9.48	12.64	15.8	18.96	22.12
			<b>% REAL</b>				0.96%	1.27%	1.59%	1.91%	2.23%
			<b>% A Utilizar</b>				0.96%	1.27%	1.59%	1.91%	2.23%
			<b>No. Varillas</b>				12	16	20	24	28
<b>COL70X70</b>	<b>0.70</b>	27.55	<b>0.70</b>	27.55	0.49	<b>759.113</b>	9.91	12.39	14.87	17.35	19.83
		<b>2.30</b>	Cantidad Varillas aprox. No.8				12.55	15.69	18.83	21.96	25.10
		<b>2.30</b>	Cantidad Varillas No.8 a usar				14	18	22	26	30
			<b>Area real</b>				11.06	14.22	17.38	20.54	23.7
			<b>% REAL</b>				1.12%	1.43%	1.75%	2.07%	2.39%
			<b>% A Utilizar</b>				1.12%	1.43%	1.75%	2.07%	2.39%
			<b>No. Varillas</b>				14	18	22	26	30

Tabla VII. Cálculo de Armados de diferentes columnas.

En la Tabla 5.- se definieron tipos de columnas y % de refuerzo en diferentes elementos, con una variación de 10 cms. Por lado, es decir columnas desde

1.10 mts. hasta 0.70 mts., usando varillas No.8, que es la tradicional en el medio, y sus respectivos porcentajes de refuerzo desde el mínimo (1%) hasta el máximo (4%).

Como se puede visualizar podrían salir  $12 \times 5 = 60$  unidades de columnas diferentes, pero al haber chequeado el modelo anterior donde nos proporciona los porcentajes máximos o refuerzo longitudinal requeridos, nos da un parámetro de cuales debemos de armar y homogenizar.

Para columnas de 1.10 mts. – 1.00 mts. y 0.90 mts., se utilizaran del 1%, 1.25%, 1.50%, 1.75% y 2%, dando desde C1 hasta C15 (15 unidades), y para columnas de 0.80 mts. y a 0.70 mts., se utilizara del 1% hasta el 2.0%, dando desde CS1 hasta CS10 (10 unidades).

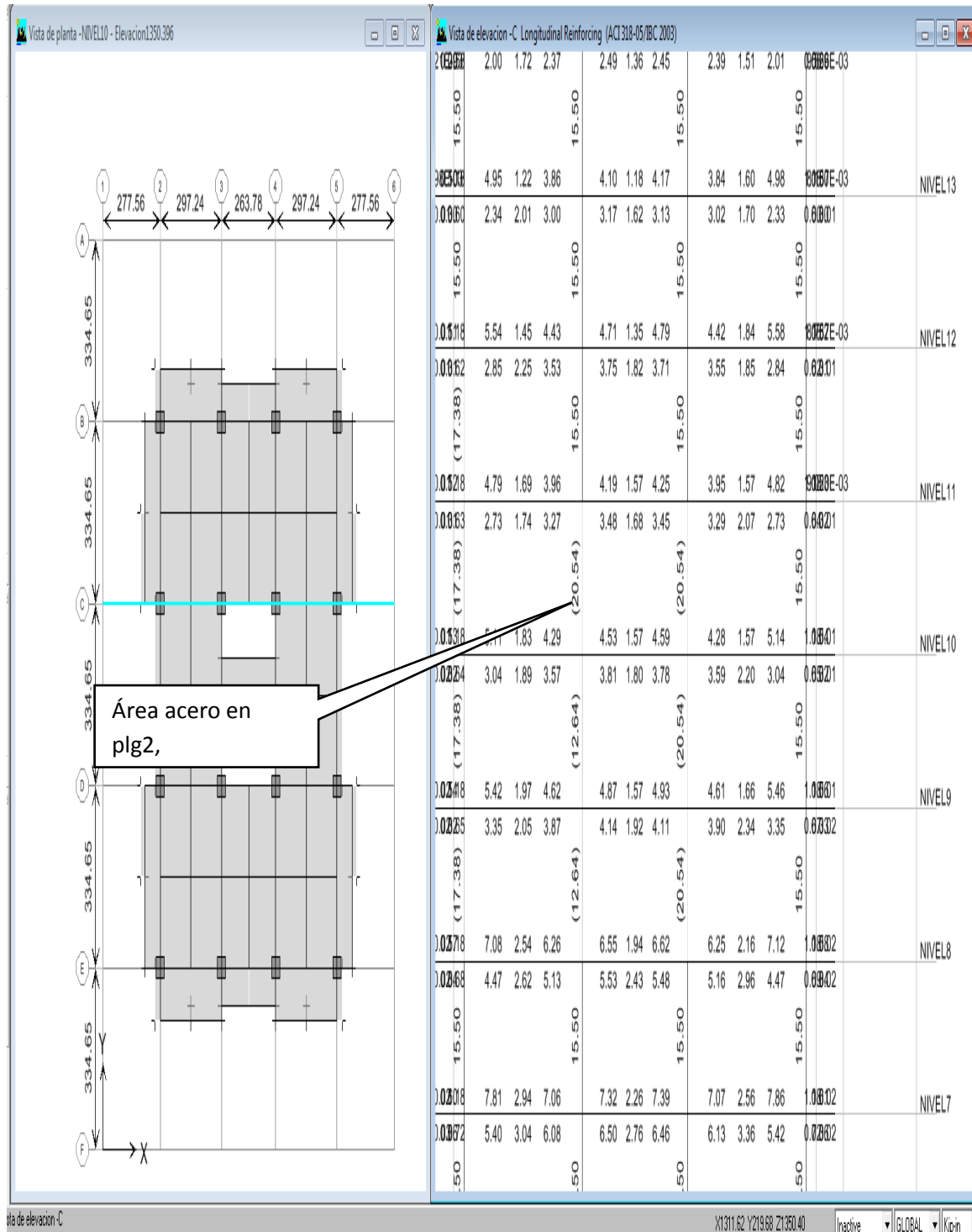
De igual forma se procede con vigas, con esta fase de armado de vigas lo ideal es realizarlo por ejes y niveles, de tal forma de homogenizar al máximo, es decir que varios ejes similares tengan la misma viga y armado.

En un edificio las cantidades de elementos vigas pueden ser demasiadas que sería tedioso y demasiado complicado ir realizando una por una y que al final se tengan armados de una infinidad de vigas.

La construcción sería muy complicada y la supervisión mucho más, por lo tanto se provee de una cantidad de vigas acordes a la estructura, es decir de 6 a 10 tipos de columnas por nivel, y de ser posible que se repitan en varios niveles típicos, que es lo normal en una edificación como esta.

El mismo concepto se utiliza para columnas, solo que para este elemento ideal sería solo definir de 2 a un máximo 4 tipos de columnas por nivel, para realizarlo se sigue la secuencia **Design ► Concrete frame Design ► Display Design info, ► longitudinal refuerzo, ok,**

Y aparece el refuerzo longitudinal del marco requerido



Mostrando áreas de acero de vigas y columnas.



Siguiendo la secuencia **Display ► Show member forces/s ► frame/ppierts, ► Elige combo (UDCON40)/ para M3-3 y que muestre valores.** Luego se elige un elemento y se le requiere información, para este caso su envolvente, el cual nos indica el combo de diseño, a flexión, corte y torsión, y su respectivo refuerzo

Homogenizar eje de viga, con momento máximo y su respectivo combo por medio de envolvente.

Refuerzo longitudinal a corregir, según armado final y cumpliendo códigos

COMBO	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
UDCON40	17.459	0.007	0.009	0.000
UDCON40	19.216	0.007	0.009	0.000
UDCON40	20.974	0.008	0.009	0.001
UDCON40	22.732	0.012	0.009	0.002
UDCON40	24.489	0.018	0.008	0.002
UDCON40	26.247	0.024	0.011	0.002

Level	TECHO	L=27.887
Element	B3	D=2.297
Section ID	016A05X70	ds=0.000 dc=0.000
		E=518400.000 Fc=30.000
		Fy=8640.000 Fys=8640.000

Phi(Bending)	0.900
Phi(Shear)	0.750
Phi(Seis. Shear)	0.600
Phi(Torsion)	0.750

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment						
End-I		Middle		End-J		
Rebar Area	0.022	0.043	0.007	0.279	0.024	0.896
Rebar %	0.011	0.020	0.004	0.354	0.011	0.427
Design Mu	-339.085	1.640	-89.576	19.216	-358.305	26.247
Station Loc	169.542	1.640	149.548	13.944	179.153	26.247
Controlling Combo	UDCON40	UDCON40	UDCON40	UDCON40	UDCON40	UDCON40
	UDCON40	UDCON40	UDCON2	UDCON40	UDCON40	UDCON40
						Top (+2 Axis)
						Bot (-2 Axis)

Shear Reinforcement for Major Shear (U2)						
End-I		Middle		End-J		
Rebar A0/s	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	
Design Vu	54.004	1.640	43.632	19.216	55.550	26.247

En la ventana de la izquierda entonces se solicita los momentos debidos a este combo. Con esta información se procede a ir armando y homogenizando vigas en marcos y niveles, como se puede observar, el proceso es complejo y de mucha paciencia, ya que conjuntamente se van armando hojas Excel, para ir dejando información valiosa que más tarde nos ayudara a definir los elementos cuando se pase al diseño final .

Como anteriormente se mencionó este proceso debe ser ejecutado por un ingeniero estructural y no dejarlo a ingenieros que no tienen la suficiente

experiencia, porque tienden a definir elementos sobre diseñados o en el peor de los casos sub-dimensionados, de aquí la importancia del buen uso de estos programas, que como se está demostrando no es un proceso de solo ingresar datos.

Algo importante es ver que los momentos estén a rostro de columna, corroborando se toca un elemento viga en ventana izquierda y cuando aparece el momento se chequea que está a 0.50mts.= 1.64pie, lo cual es correcto y ok.

The screenshot displays the ETABS software interface. On the left, the 'Elevation View - 2 Moment 3-3 Diagram (UDCON40)' shows moment diagrams for various beams. A callout box with a white background and black border contains the text: "L ejes= 8.50 mts., columna de 1.00, entonces debe comenzar a 0.50mts=1.64 pies como se verifica, ok". A red arrow points from this text to a specific moment diagram. In the center, a 'Moment 3-3 Diagram' dialog box is open, showing 'BEAM B3' and 'Story Level NIVEL3'. It displays a moment diagram with a red arrow pointing to the left. Below the diagram, it shows 'END-I' and 'END-J' with a 'distance 1.64' and 'value -759.07'. On the right, the 'Elevation View - 2 Longitudinal Reinforcing (ACI 318-05/IBC 2003)' table is visible, showing reinforcement ratios for various beams and columns. The table has columns for beam ID, column ID, and reinforcement ratios for different directions.

Beam ID	Column ID	Reinforcement Ratio 1	Reinforcement Ratio 2	Reinforcement Ratio 3	Reinforcement Ratio 4	Reinforcement Ratio 5	Reinforcement Ratio 6
1.34E+00	0.108	0.041	0.011	0.038	0.041	0.012	0.041
6.69E+00	0.108	0.025	0.015	0.026	0.030	0.016	0.030
1.59E+00	0.108	0.044	0.012	0.041	0.044	0.013	0.044
7.84E+00	0.108	0.028	0.016	0.029	0.032	0.017	0.032
1.79E+00	0.108	0.048	0.014	0.047	0.048	0.015	0.048
8.99E+00	0.108	0.033	0.018	0.034	0.038	0.019	0.038
1.00E+00	0.108	0.055	0.017	0.053	0.055	0.018	0.055
1.00E+00	0.108	0.041	0.021	0.043	0.046	0.021	0.046
1.00E+00	0.108	0.061	0.023	0.059	0.061	0.023	0.060
1.00E+00	0.108	0.048	0.024	0.049	0.052	0.024	0.052
1.00E+00	0.108	0.015	0.022	0.015	0.015	0.022	0.015
1.00E+00	0.108	0.053	0.026	0.054	0.056	0.026	0.056
1.00E+00	0.108	0.015	0.024	0.015	0.015	0.024	0.015
1.00E+00	0.108	0.057	0.028	0.056	0.060	0.028	0.060
3.69E+00	0.108	0.015	0.023	0.015	0.015	0.024	0.015
8.81E+00	0.108	0.058	0.030	0.056	0.060	0.030	0.059
3.59E+00	0.108	0.015	0.021	0.015	0.015	0.023	0.015
5.20E+00	0.108	0.055	0.028	0.053	0.057	0.028	0.056
1.00E+00	0.195	0.055	0.015	0.050	0.060	0.014	0.061
1.00E+00	0.195	0.038	0.022	0.047	0.041	0.023	0.041
1.00E+00	0.195	0.043	0.023	0.043	0.043	0.023	0.043
1.00E+00	0.215	0.041	0.023	0.040	0.041	0.023	0.040
1.00E+00	0.215	0.047	0.022	0.047	0.047	0.022	0.047

Maximos y Minimos para diferentes tipos de vigas							
Eleccion	Seccion Viga		Asmin	Mmin	Asmax	Mmax	Peso
Viga	base	Altura	in2	k-pie	in2	k-pie	lbs/pie
	0.55	0.90	2.42	356.00	10.39	1376.43	2620.10
	0.50	0.90	2.20	324.89	9.45	1251.00	2381.91
	0.45	0.90	1.98	291.25	8.50	1125.00	2143.72
Viga P. ok	0.40	0.90	1.76	259.00	7.56	<b>1001.00</b>	<b>1905.53</b>
	0.55	0.85	2.29	317.00	9.78	1219.00	2474.54
	0.50	0.85	2.07	287.00	8.90	1110.00	2249.58
	0.45	0.85	1.87	259.00	8.00	997.00	2024.62
	0.40	0.85	1.66	229.00	7.11	887.00	1799.67
	0.55	0.80	2.15	279.24	9.17	1072.91	2328.98
	0.50	0.80	1.95	253.28	8.34	975.75	2117.25312
	0.45	0.80	1.75	227.32	7.50	877.56	1905.527808
Viga P. ok	0.40	0.80	1.56	202.62	6.67	<b>780.39</b>	<b>1693.80</b>
Viga P. ok	0.35	0.80	1.36	176.00	5.83	<b>682.00</b>	<b>1482.08</b>
	0.55	0.75	2.00	242.62	8.57	936.54	2183.42
	0.50	0.75	1.82	220.75	7.78	850.11	1984.92
	0.45	0.75	1.64	198.91	7.01	765.84	1786.43
	0.40	0.75	1.45	176.77	6.23	680.65	1587.94
Viga P. ok	0.35	0.75	1.27	154.67	5.45	<b>595.45</b>	<b>1389.45</b>
Viga s. ok	0.25	0.50	0.58	45.44	2.51	<b>177.00</b>	<b>661.64</b>
Viga S. ok	0.25	0.55	0.65	56.50	2.79	<b>218.00</b>	<b>727.81</b>

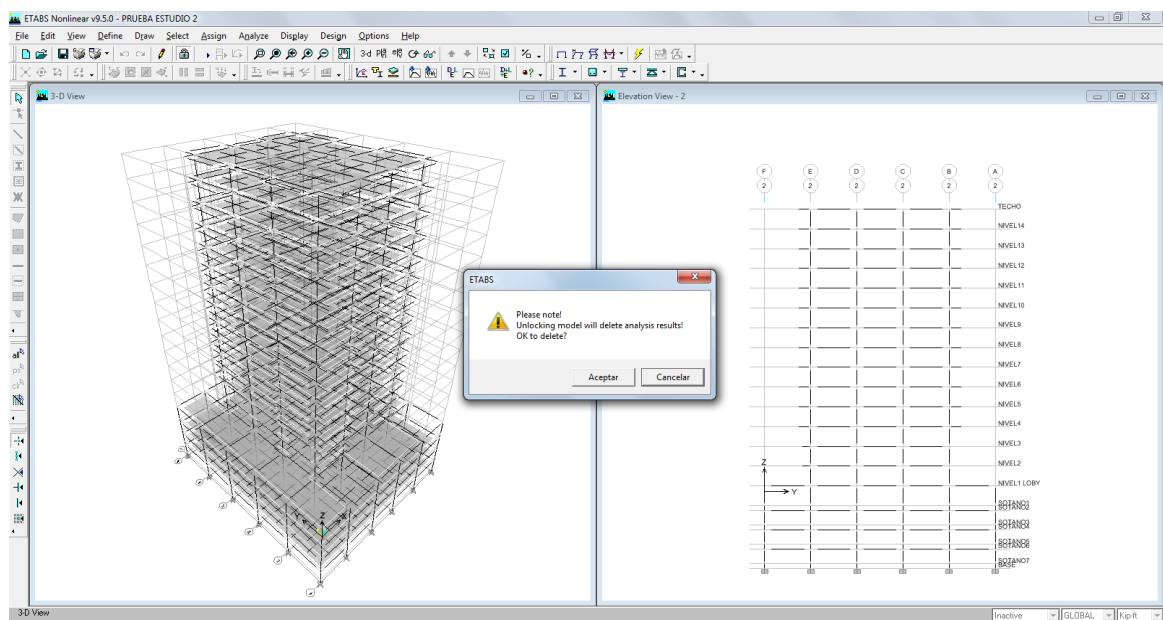
**Tabla VIII. Cálculos, dimensiones Vigas con Asmx. Amín, Mmáx y Mmín.**

VIGAS A DEFINIR EN ETABS, ESTIMADO REFUERZO. F`c=4,000 psi - fy=60,000 psi							
Nivel	Mdiseño	Viga Principal		As requerido según Mdiseño			
		Max	tipo viga	Cantidad Varillas	Asd- in2	Modiseño	Conclusion
Techo	<b>365</b>	<b>595.45</b>	<i>viga de 35x75</i>	<b>2No8+4No6</b>	<b>3.34</b>	<b>385</b>	ok
	<b>425</b>			<b>3No8+3No6</b>	<b>3.34</b>	<b>421</b>	OK
	<b>509</b>			<b>3No8+3No8</b>	<b>4.74</b>	<b>528</b>	OK
14	410	682.00	<i>viga de 35x80</i>	3No8+3No6	3.69	454	ok
	4.48					454	ok
	540			3No8+3No8	4.74	569	ok
13	<b>466</b>	<b>682.00</b>	<i>viga de 35x80</i>	<b>3No8+3No6</b>	<b>3.69</b>	<b>454</b>	Chequear
	<b>505</b>					<b>569</b>	ok
	<b>599</b>			<b>3No8+3No8</b>	<b>4.74</b>	<b>569</b>	Chequear
12	510	780.39	<i>viga de 40x80</i>	3No8+3No7	4.17	515	ok
	551			3No8+3No8	4.74	577	ok
	648			4No8+3No8	5.53	662	ok
11	<b>546</b>	<b>780.39</b>	<i>viga de 40x80</i>	<b>3No8+3No8</b>	<b>4.74</b>	<b>577</b>	ok
	<b>587</b>					<b>577</b>	Chequear
	<b>685</b>			<b>4No8+4No8</b>	<b>6.32</b>	<b>745</b>	ok
10	579	780.39	<i>viga de 40x80</i>	3No8+3No8	4.74	577	Chequear
	621			4No8+3No8	5.53	662	ok
	720			4No8+4No8	6.32	745	ok
9	<b>611</b>	<b>1001.00</b>	<i>viga de 40x90</i>	<b>3No8+3No8</b>	<b>4.74</b>	<b>662</b>	ok
	<b>657</b>					<b>662</b>	ok
	<b>756</b>			<b>4No8+3No8</b>	<b>5.53</b>	<b>760</b>	ok
8	643	1001.00	<i>viga de 40x90</i>	3No8+3No8	4.74	662	ok
	693			4No8+3No8	5.53	760	ok
	790			4No8+4No8	6.32	856	ok
7	<b>683</b>	<b>1001.00</b>	<i>viga de 40x90</i>	<b>4No8+3No8</b>	<b>5.53</b>	<b>760</b>	ok
	<b>730</b>					<b>760</b>	ok
	<b>826</b>			<b>4No8+4No8</b>	<b>6.32</b>	<b>856</b>	ok
6	714	1001.00	<i>viga de 40x90</i>	4No8+3No8	5.53	760	ok
	759					760	ok
	855			4No8+4No8	6.32	856	ok
5	<b>740</b>	<b>1001.00</b>	<i>viga de 40x90</i>	<b>4No8+3No8</b>	<b>5.53</b>	<b>760</b>	ok
	<b>787</b>			<b>4No8+4No8</b>	<b>6.32</b>	<b>856</b>	ok
	<b>882</b>					<b>856</b>	Chequear
4	759	1001.00	<i>viga de 40x90</i>	4No8+3No8	5.53	760	ok
	806			4No8+4No8	6.32	856	ok
	900			5No8+4No8	7.11	949	ok
3	<b>785</b>	<b>1001.00</b>	<i>viga de 40x90</i>	<b>4No8+4No8</b>	<b>6.32</b>	<b>856</b>	ok
	<b>842</b>					<b>856</b>	ok
	<b>928</b>			<b>5No8+4No8</b>	<b>7.11</b>	<b>949</b>	ok
2	790	1001.00	<i>viga de 40x90</i>	4No8+4No8	6.95	856	ok
	810					856	ok
	886			5No8+4No8	7.11	949	ok
1 loby	<b>653</b>	<b>1001.00</b>	<i>viga de 40x90</i>	<b>4No8+3No8</b>	<b>5.53</b>	<b>760</b>	ok
	<b>692</b>					<b>760</b>	ok
	<b>767</b>			<b>4No8+4No8</b>	<b>6.32</b>	<b>856</b>	ok
sotanos	660	780.39	<i>viga de 40x80</i>	4No8+4No8	5.53	662	ok
	550				5.53	662	ok
	475				5.53	662	ok
Nivel	Mdiseño	Viga SECUNDARIA		As requerido según Mdiseño			
1-Techo	115	177.00	viga de 25x50	2No7+2No5	1.82	133	ok
Sotanos	130	218.00	viga de 25x55	2No7+2No5	1.82	133	ok

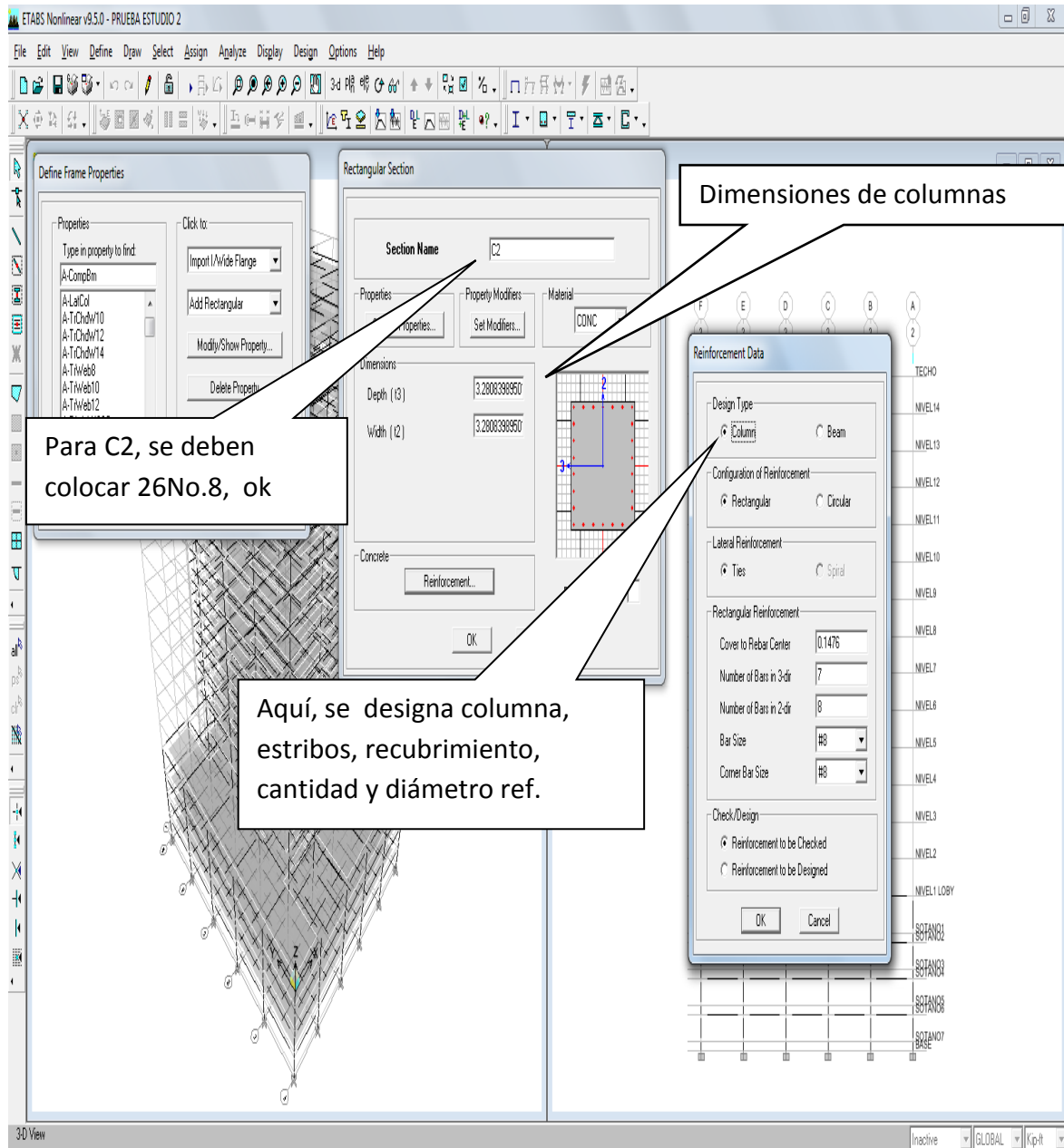
Tabla IX. Definición de vigas a usar

Con información y posibles secciones, se arman vigas y se hace por nivel, además se deben ir chequeando por ejes, ideal que en un nivel se requieran la menor cantidad de tipos de vigas, es decir V1, V2, V3 y V4, por decir algo, y que no existan veinte tipos de vigas en un nivel, por un cambio de un refuerzo, y es aquí donde el ingeniero estructural pone todo su esfuerzo y conocimiento para ir armando el eje completo de la mejor forma, según tabla 7. de Excel se estimó que se deben armar 15 tipos de vigas en todo el edificio, lógicamente para nuestro caso, se trabajó un solo marco, puede ser que puedan existir más, de hecho para el tipo de edificio definitivamente serán más, aparte de ir homogenizando, se deben realizar los armados óptimos, que cumplan con todos los parámetros de los códigos, además de que se puedan ejecutar de la forma más sencilla en obra, así el proceso descrito anteriormente se debe realizar a todo el edificio, y se puede decir que este proceso no solo lo debe integrar un ingeniero estructural con experiencia en cálculo y supervisión, debe ser realizado por un equipo estructural de una forma óptima.

Ahora se procede según sección 3.3 Modelación de Geometría. Iniciando por desconectar candado así: **Ícono Candado ► Aceptar**, y se inicia ingreso.

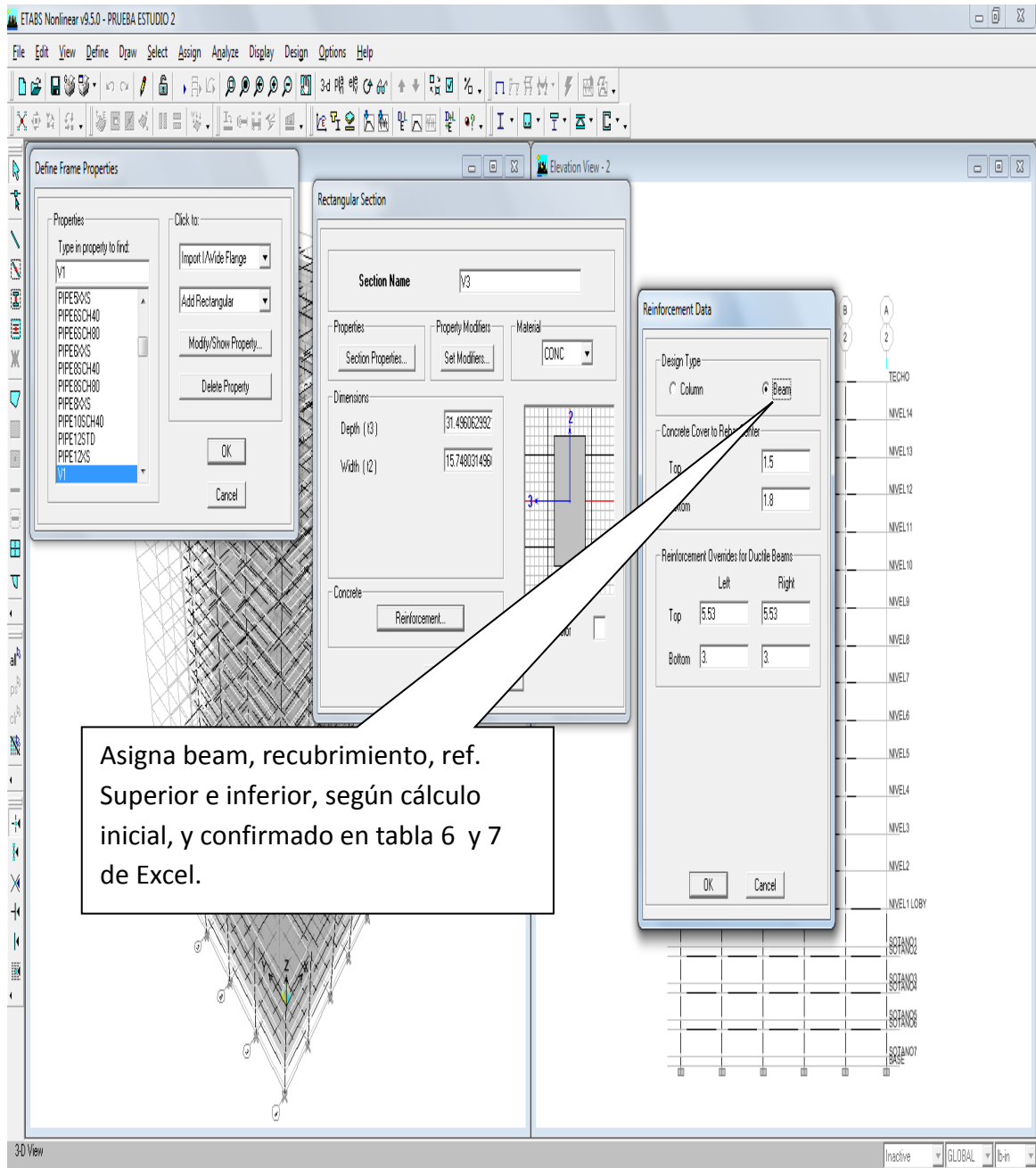


Con secuencia **Define ► Add rectangular ► Reinforced**, se definen columnas y vigas y se obtiene lo siguiente:



Así se conforman todas las columnas nuevas a usar, hasta completar las requeridas según tabla 5, creada en Excel, para nuestro caso se concluyó que deben ser 27 tipos de columnas.

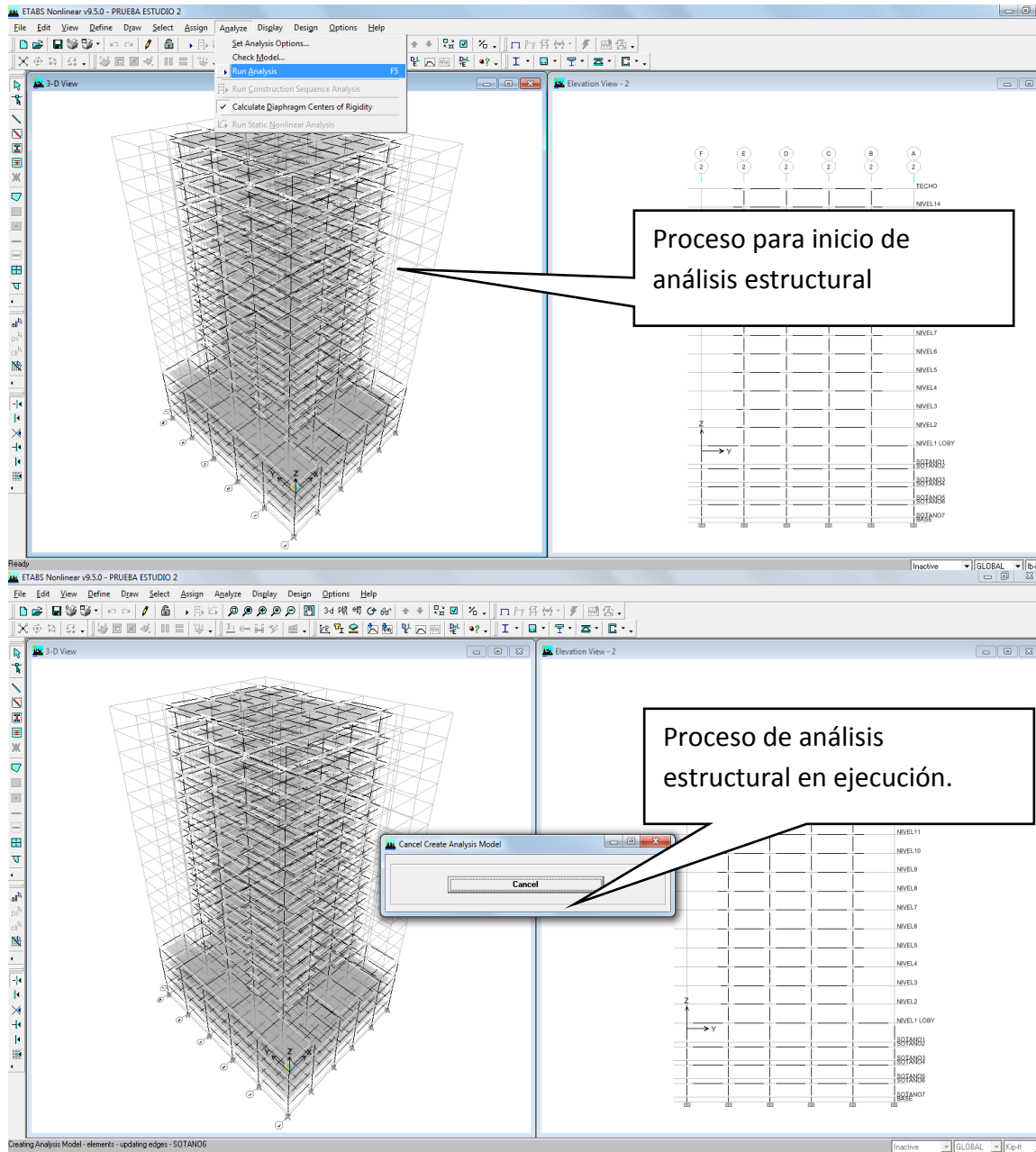
De igual forma se conforman la vigas con secuencia: **Define ► Define frame properties ► Add rectangular ► Reinforcement- beam**



Al estar completados todos los nuevos elementos columnas y vigas, se procede asignar el elemento estimado inicial en estructura.



Finalmente se analizar estructura tridimensional, con secuencia **Asign ▶ Run Análisis** o ícono



Aquí está corriendo el nuevo modelo con todos los elementos ya prediseñados  
Se procede a chequeos de derivas, el corte basal sísmico.



Se muestran derivas, períodos, y los mismos están dentro de los parámetros requeridos:

The image displays two screenshots of the ETABS software interface. The top screenshot shows a 3D view of a deformed building structure and a plan view of the building's floor layout. A dialog box titled "DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 16" is open, displaying a table of results for various levels. A callout box points to the table with the text "Derivas cumplen y ok".

File	STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
	TECHO	0.202590	-0.021172	0.000378	0.000001
	NIVEL14	0.896186	-0.012187	0.000483	0.000001
	NIVEL13	0.887897	-0.012202	0.001040	0.000001
	NIVEL12	0.870268	-0.012216	0.001717	0.000001
	NIVEL11	0.854421	-0.012229	0.002355	0.000001
	NIVEL10	0.822401	-0.012238	0.003453	0.000000
	NIVEL9	0.781727	-0.012241	0.004291	0.000001
	NIVEL8	0.729636	-0.012230	0.005099	0.000004
	NIVEL7	0.667742	-0.012187	0.005836	0.000009
	NIVEL6	0.596893	-0.012078	0.006485	0.000021
	NIVEL5	0.518165	-0.011825	0.007019	0.000046
	NIVEL4	0.432966	-0.011262	0.007386	0.000101
	NIVEL3	0.343303	-0.010036	0.007401	0.000171

The bottom screenshot shows the same 3D view and plan view, but with a dialog box titled "Point Modal Components" open. This dialog box displays the modal components for Point Object 16 at the TECHO level. A callout box points to the dialog with the text "Período ok, traslación y rotación también."

Point Object	16	Story Level	TECHO
Trans	0.00387	0.05477	-0.00066
Rotn	-0.00008	0.00000	0.00007

Se verifica que corte Estático y Dinámico, cumplen.

Story Shears

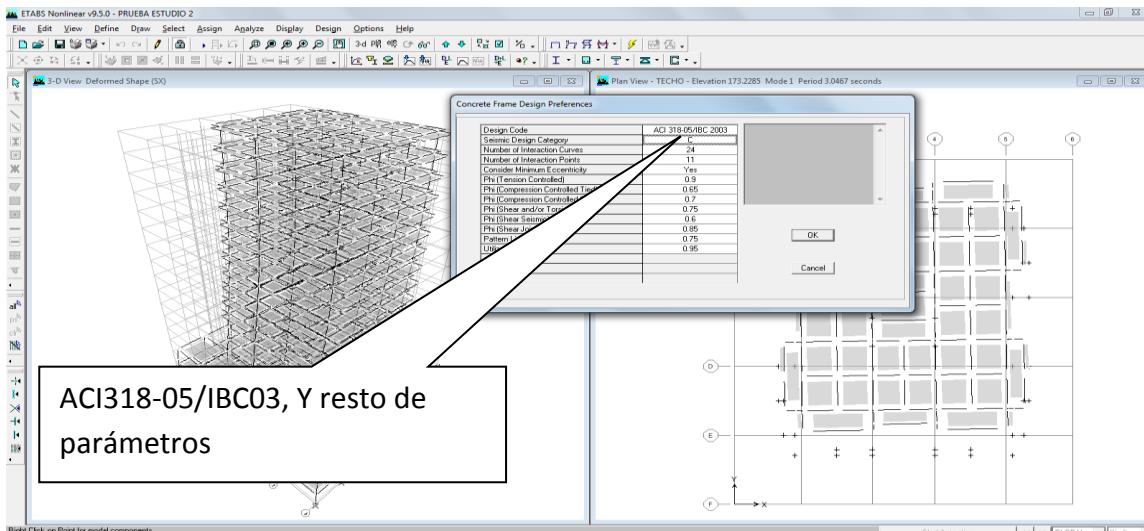
Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
SOTAND7	LIVE	Top	8359.70	0.00	0.00	0.248	568546.306	-473727.142
SOTAND7	LIVE	Bottom	8359.70	0.00	0.00	0.248	568546.346	-473727.210
SOTAND7	SX	Top		-2831.48	0.00	195440.606	-95.222	-349876.399
SOTAND7	SX	Bottom		-2831.48	0.00	195440.606	-95.361	-358270.797
SOTAND7	SY	Top		-2831.48	0.00	209791.465	-435.273	-349902.295
SOTAND7	SY	Bottom		-2831.48	0.00	209791.465	-436.079	-358296.675
SOTAND7	UDCON1	Top	44951.26	0.00	0.00	181089.748	244.829	-349850.502
SOTAND7	UDCON1	Bottom	44951.26	0.00	0.00	181089.748	245.356	-358244.919
SOTAND7	SY	Top	0.00	0.00	-2831.48	-164648.166	351857.287	17.971
SOTAND7	SY	Bottom	0.00	0.00	-2831.48	-164648.166	360255.084	17.943
SOTAND7	SYP	Top	0.00	0.00	-2831.48	-177206.571	352154.616	40.662
SOTAND7	SYP	Bottom	0.00	0.00	-2831.48	-177206.571	360552.994	40.617
SOTAND7	SYN	Top	0.00	0.00	-2831.48	-152089.760	351559.959	-4.720
SOTAND7	SYN	Bottom	0.00	0.00	-2831.48	-152089.760	359957.173	-4.732
SOTAND7	SC	Top	6583.79	0.00	0.00	0.183	448589.718	-372827.378
SOTAND7	SC	Bottom	6583.79	0.00	0.00	0.183	448589.751	-372827.442
SOTAND7	SPECX	Top	0.00	2831.47	804.01	197463.045	82924.743	294201.451
SOTAND7	SPECX	Bottom	0.00	2831.47	804.01	197463.045	84698.749	300510.135
SOTAND7	SPECY	Top	0.00	898.71	2831.51	173961.007	291951.544	93406.987
SOTAND7	SPECY	Bottom	0.00	898.71	2831.51	173961.007	298198.099	95409.619
SOTAND7	UDCON1	Top	44951.26	0.00	0.00	1.082	3083547.179	-2578920.148

Sismo estático = Dinámico ok

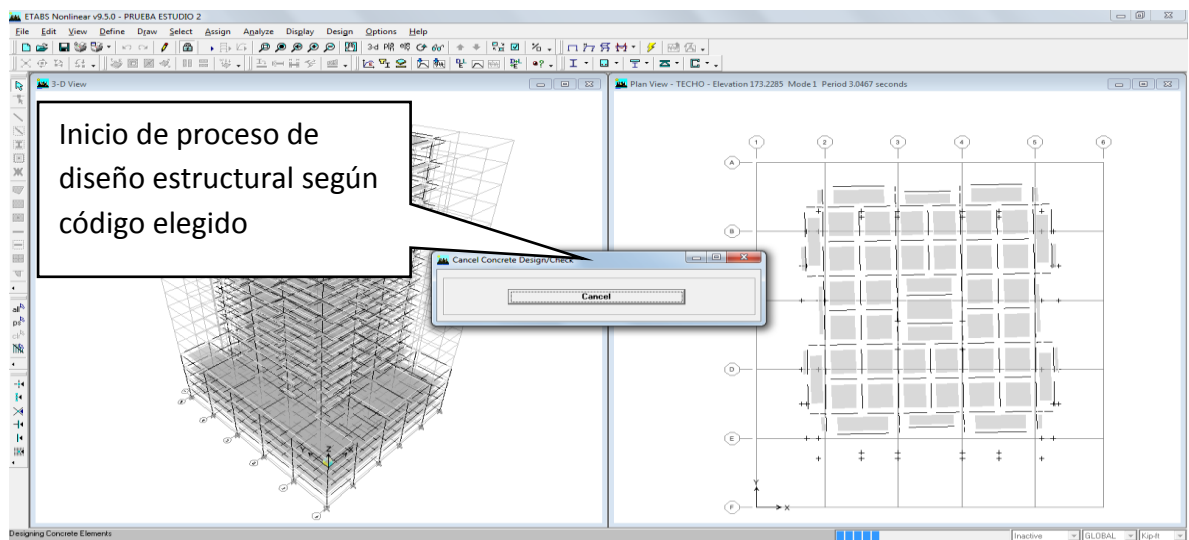
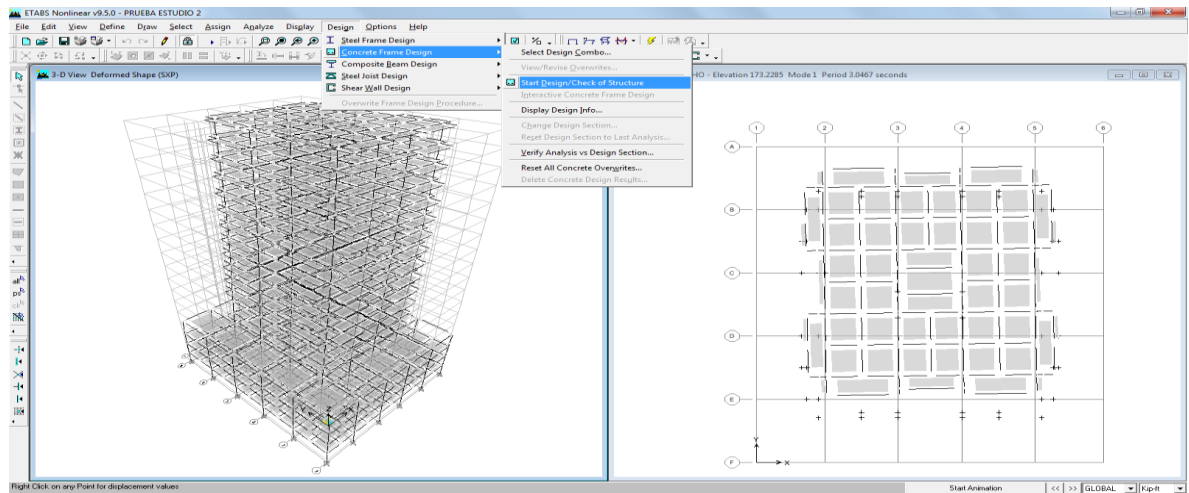
Ya comprobado todos los requerimientos de códigos, el modelo está disponible para proceder a realizar el Diseño de estructura Tridimensional.

### 4.3- Diseño de Estructura Tridimensional.

Para esta fase, también habrá que corroborar que el diseño se realizara con los códigos definidos con anterioridad siguiendo la secuencia **Option►Preferences►Concrete frame Design→Elige códigos y ok**



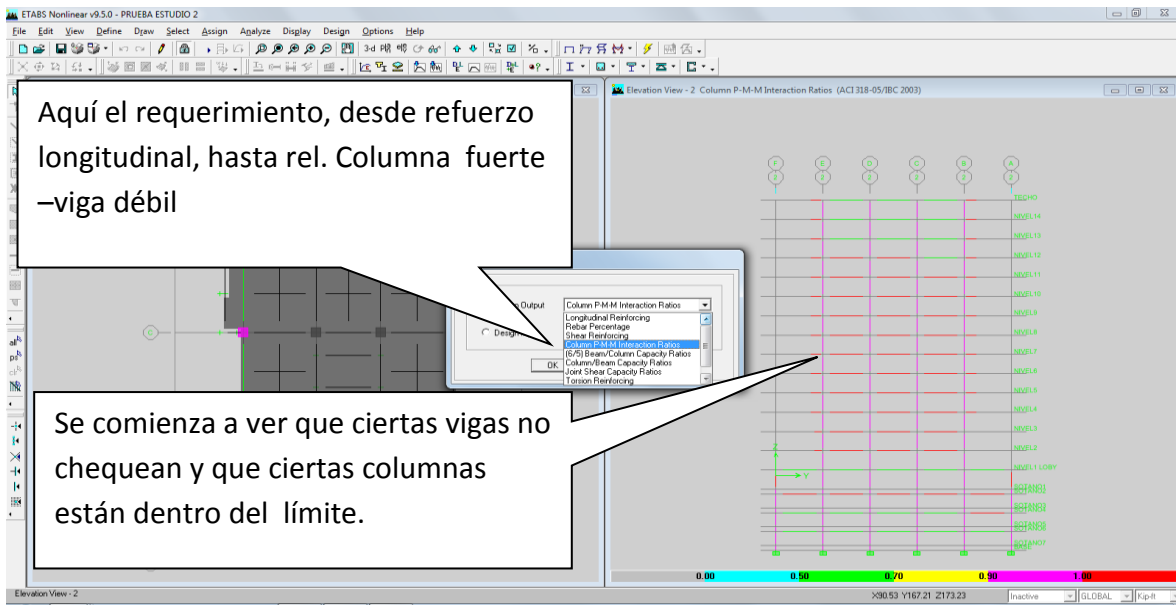
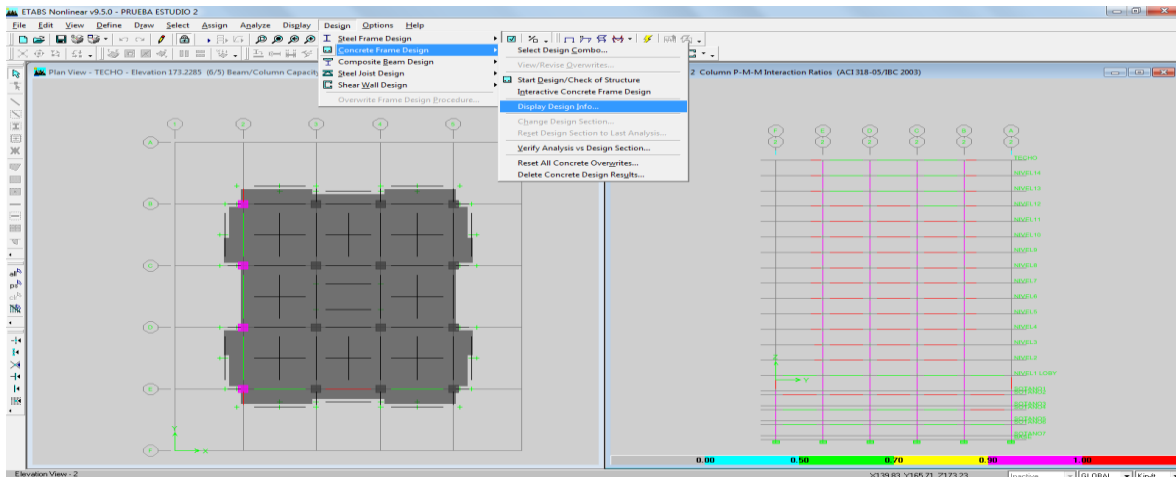
Luego se procede a correr el modelo para que diseñe los elementos de forma general y hasta que está finalizado se procede a ir rectificando cada elemento como vigas o columnas así sea el caso, con la secuencia es **Design►Concrete frame Design►Start Design/check of structure**



Se visualiza el inicio de diseño estructural de todos los elementos, y dependerá de la máquina que se esté usando, así se tardara en ejecutar el diseño estructural. Terminado el diseño se procede analizar el diseño de columnas y vigas, que será la siguiente fase donde el ingeniero estructural termina de afinar cada elemento por eje y nivel respectivo, a modo de optimizar la estructura.

### 4.3.1- Columns

Se comienza con solicitar la iteración de ratios o el requerimiento que uno desee con secuencia **Design► Concrete frame Design►Display Design info.→** y finalmente el requerimiento deseado



Por lo tanto se procederá se a ir cambiando los elementos según pre diseño generado en tabla 5, de Excel, y para efectos de lo trabajoso que es esta fase,

se realizara un eje/nivel completo, se trabajara el nivel 10, eje 3 y D, y secuencia: **Toca elemento ► Envelope** → y aparece así:

Concrete Design Information ACI 318-05/IBC 2003

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Kip-ft (Envelope)

Level : NIVEL11 L=12.139  
 Element : C4 B=3.281 D=3.281 dc=0.150  
 Section ID : COL1X1 E=518400.000 Fc=576.000 Lt.Wt. Fac.=1.000  
 Fy=8640.000 Fys=8640.000  
 RLLF=0.400

Phi(Compression-Spiral): 0.700 Overstrength Factor: 1.25  
 Phi(Compression-Tied): 0.650  
 Phi(Tension Controlled): 0.900  
 Phi(Shear): 0.750  
 Phi(Seismic Shear): 0.600  
 Phi(Joint Shear): 0.850

Axial Force & Biaxial Moment Reinforcement for Pu-Mu2-Mu3 Interaction

Column End	Rebar Area	Rebar %
Top	0.100	1.000
Bottom	0.100	1.000

Column End Design Pu Design Mu2 Design Mu3 Station Loc Combo

Top	285.100	-535.526	-136.453	9.843	UDCON42
Bottom	219.402	532.425	114.505	0.000	UDCON42

Shear Reinforcement for Major Shear (U2)

Column End	Rebar Au/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	0.004	62.655	9.843	UDCON41
Bottom	0.004	62.655	0.000	UDCON41

Shear Reinforcement for Minor Shear (U3)

Column End	Rebar Au/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	0.004	62.922	9.843	UDCON42
Bottom	0.004	62.922	0.000	UDCON42

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Ratio	Shear VuTot	Sp Vu	Joint Area	Controlling Combo
Major(U2)	0.392	392.271	9.914	10.764	UDCON3
Minor(U3)	0.396	396.432	9.914	10.764	UDCON3

Beam/Column Capacity Ratios

	(6/5)(B/C) Ratio	Column/Beam Ratio	SumBeamCap Moments	SumColCap Moments	Controlling Combo
Major(33)	0.224	5.347	684.628	3660.677	UDCON41
Minor(22)	0.229	5.242	698.352	3660.677	UDCON41

Concrete Column Design Information (ACI 318-05/IBC 2003)

Story: NIVEL11 Section Name: COL1X1  
 Column: C4

COMBO ID	STATION LOC	LONGITUDINAL REINFORCEMENT	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
UDCON41	0.000	0.100	0.004	0.003
UDCON41	4.921	0.100	0.004	0.003
UDCON41	9.843	0.100	0.004	0.003
UDCON42	0.000	0.100	0.003	0.004
UDCON42	4.921	0.100	0.003	0.004
UDCON42	9.843	0.100	0.003	0.004

Rel= 5.34, ideal se requiere que sea 1.20 esta sobre diseñada

Se visualiza que la columna fuerte se considera sobrediseñada, por lo tanto es necesario variar las áreas y/o cantidades de refuerzos, se requiere ir conjugando, si se comienzan con 24 refuerzos, el siguiente nivel puede ser 18 refuerzos, aplicando criterio estructural.

**Concrete Frame Design Overwrites (ACI 318-05/IBC 2003)**

Element Section	CS11
Element Type	Sway Special
Live Load Reduction Factor	0.4
Unbraced Length Ratio (Major)	0.8108
Unbraced Length Ratio (Minor)	0.8108
Effective Length Factor (K Major)	1.
Effective Length Factor (K Minor)	1.
Moment Coefficient (Cm Major)	1.
Moment Coefficient (Cm Minor)	1.
NonSway Moment Factor (alpha)	1.

**Concrete Column Design Information (ACI 318-05/IBC 2003)**

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
UDCC038	4.921	0.414	0.002	0.002
UDCC038	9.843	0.639	0.002	0.002
UDCC039	0.000	0.779	0.002	0.002
UDCC039	4.921	0.616	0.002	0.002
UDCC039	9.843	0.765	0.002	0.002
UDCC040	0.000	0.917	0.002	0.003

**Capacity Ratios by Level and Station:**

Level	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
NIVEL12	0.8090	0.916	0.917	0.796
NIVEL11	0.742	0.845	0.854	0.843
NIVEL10	0.790	0.790	0.790	0.790
NIVEL9	0.790	0.790	0.790	0.790
NIVEL8	0.790	0.790	0.790	0.790
NIVEL7	0.790	0.790	0.790	0.790
NIVEL6	0.790	0.790	0.790	0.790
NIVEL5	0.790	0.790	0.790	0.790
NIVEL4	0.790	0.790	0.790	0.790

**Callout 1:** Aquí se marca y cambia el tipo de columna y se va chequeando

**Callout 2:** La rel. Queda en 0.917 ok, es el rango deseado

Se realizan las demás sucesivamente, de tal forma que todas sean del mismo tipo en un mismo nivel, lógicamente en algunos puntos quedara ajustada o sobredimensionada, pero la variación debería estar dentro de 0.80-0.95, asignando columna CS11, con medidas de 0.70x0.70 y 20No.8, (2.08%) su relación es 0.796 @ 0.917 considerado bien y ok. Lo anterior para nivel 10. Se continuo con nivel 11 y se asignó la misma columna y la relación es 0.718 @ 0.817 considerado bien, luego se probó con una columna CS10, con medidas de 0.70x0.70 y 16No.8 (1.67%) y su rango de relación quedo en 0.772 @ 0.873, ambas cumplen.

El ir haciendo estas variaciones nos refleja que se comienza a fundamentar mejor el diseño, y será el ingeniero estructural quien decida, ya que también se comienzan aplicar conceptos de costos, entre una y otra columna la diferencia es 4 ref. No.8, que definitivamente es un costo considerable, pero definitivamente lo principal es la seguridad estructural.

Con lo anterior se confirma que para obtener una estructura que cumpla requisitos de códigos, económica y su ejecución sea factible, **convierte el Diseño Estructural en una fase de iteraciones múltiples y complejas.**

Aquí se realizó el nivel 10 y 11, como un ejemplo, pero se debe ir realizando de abajo hacia arriba, para idealizar la estructura.

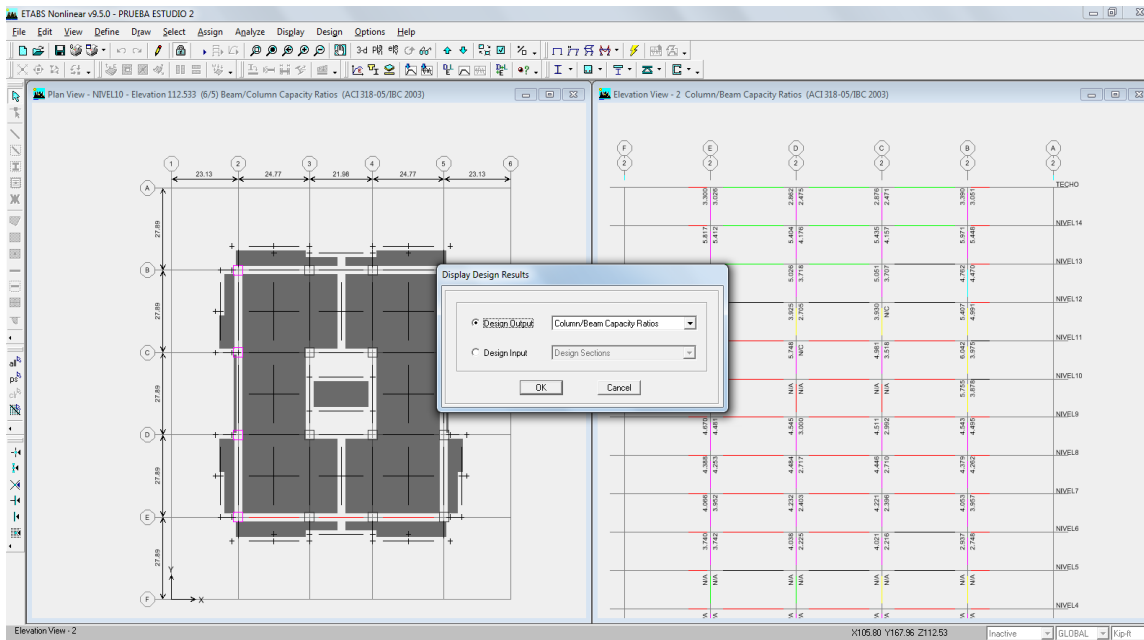
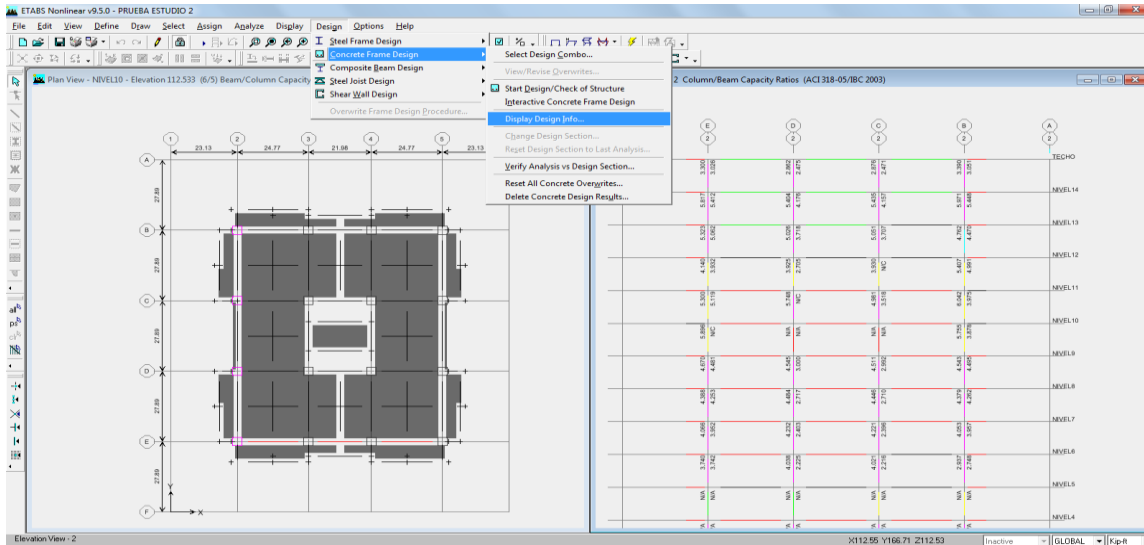
El anterior proceso se debe realizar por eje- niveles, de abajo hacia arriba, muchas veces cumple en un eje pero en los siguientes tiende a ser más crítico o sobrediseñado.

Hasta aquí solamente se tiene las columnas de unos niveles, y solamente un marco, el ir conjugando todos los niveles y marcos de tal forma de homogenizar las columnas conlleva un tiempo considerable.

El costo de realizar Cálculos Estructurales es alto, estos programas por ser muy amigables para su uso, se tiene la idea que solo se deben ingresar datos y correr el análisis estructural, y diseñar, lo cual es falso, con este estudio se pretende, es crear conciencia de que es un proceso muy complejo y no dejarse deslumbrar por la información que proporcionan estos programas, porque como todo programa si se ingresan datos erróneos se obtendrán Momentos, cortes, derivas y diseños incorrectas, teniendo consecuencias graves para la ingeniería estructural en Guatemala. Es necesario que el colegio de ingenieros y asociación de ingenieros estructurales coordinen cursos de actualización sobre estos programas.

### 4.3.2- Vigas

Se comienza con solicitar la relación column/beam capacidad ratios y se obtiene con secuencia: **Design**► **Concrete frame Design**► **Display Design info.**→ **column/beam capacity ratios**





Se visualiza que la columna diseñada ya chequeada, con las vigas diseñadas inicialmente sin ningún chequeo, aquí indicando que no chequea. Los requisitos deseados para que chequee no se están cumpliendo al 100%, por lo que se procede a cambiar por otras vigas según tabla 6 y 7, hasta que chequee y siguiendo secuencia: **Toca elemento ► Envelope** → y aparece así:

The screenshot displays the 'Concrete Design Information (ACI 318-05/IBC 2003)' window for beam B3. The main window shows design parameters and reinforcement details. A callout box points to a specific row in the 'COMBO' table, indicating a failure.

**Concrete Design Information (ACI 318-05/IBC 2003)**

Story: NIVEL10 Section Name: VIGA35X70  
Beam: B3

COMBO ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
UDCON39	17.459	0.005	0.008	0/S #45
UDCON39	19.216	0.005	0.008	0/S #45
UDCON39	20.974	0.005	0.007	0/S #45
UDCON39	22.732	0.008	0.006	0/S #45
UDCON39	24.489	0.011	0.005	0/S #45
UDCON39	26.247	0.016	0.008	0/S #45

Buttons: Overwrites, Summary, Flex. Details, Shear Details, Envelope, OK, Cancel

**Design Moments, M3**

	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
	124.931	-249.861	124.931	-249.861

**Flexural Reinforcement for Moment, M3**

	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (+2 Axis)	0.016	0.000	0.016	0.008
Bottom (-2 Axis)	0.008	0.000	0.000	0.008

**Shear Reinforcement for Shear, U2**

	Rebar Au/s	Shear Vu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us	Shear Up
	0/S #45	83.160	0.000	83.160	53.726

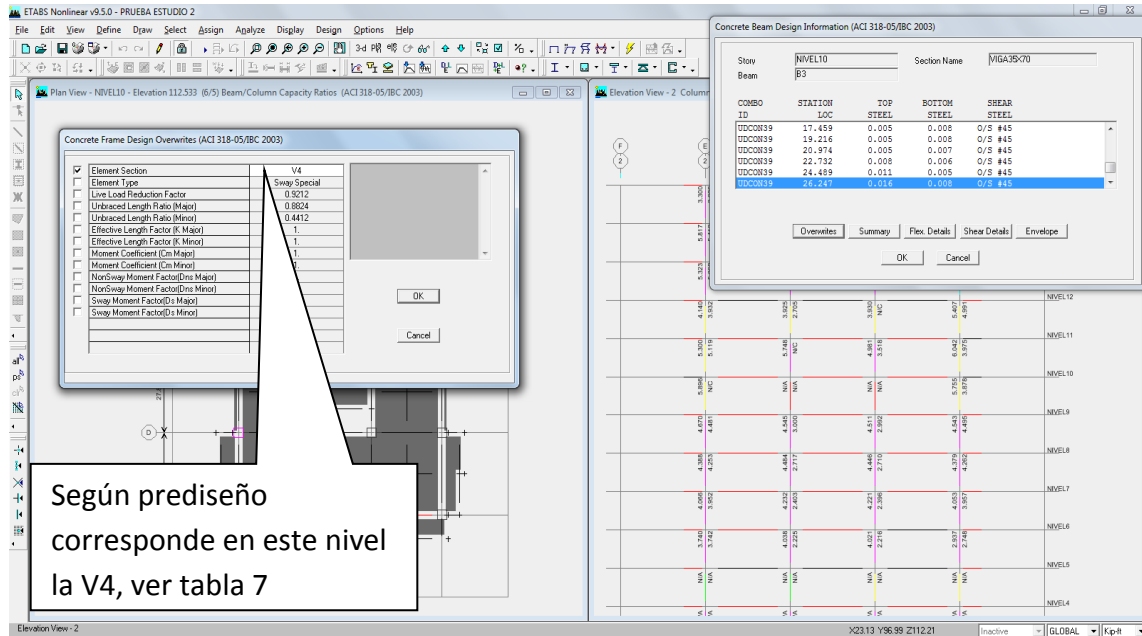
**Reinforcement for Torsion, T**

	Rebar At/s	Rebar A1	Torsion Tu	Critical Phi*Tcr	Area Ao	Perimeter Ph
	0.002	0.013	44.201	6.895	1.460	5.723

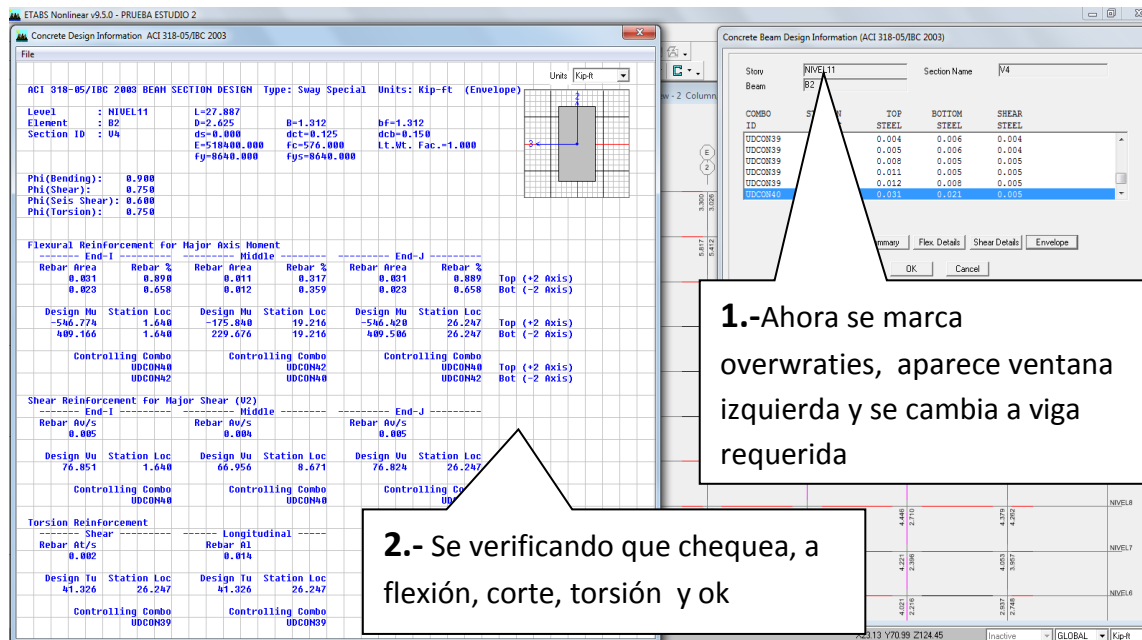
**0/S #45 Shear stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed**

La viga no chequea, y refiere que el esfuerzo de corte y torsión exceden lo permitido, entonces cambiar sección y/o armado según prediseño.

Luego se procede así: **Toca elemento ► Overwrite** → y aparece así:



Entonces después de asignar la V4 a nivel 10 y 11 aparece lo siguiente:



Se da ok, y se visualiza que viga cumple los requerimientos, para su rectificación, nuevamente se solicita la envolvente y se comprueba datos.

Luego se procede con el resto de vigas, en este eje y nivel, se visualiza que al hacer el cambio, la nueva viga cumple todos los requisitos del ACI-05

Concrete Design Information ACI 318-05/IBC 2003

ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Kip-Ft (Envelope)

Level : NIVEL10 L=27.887  
 Element : B1 D=2.625 B=1.312 bf=1.312  
 Section ID : U4 ds=9.000 dcl=0.125 dcd=0.150  
 E=510000.000 fc=576.000 Lt.Mt. Fac.=1.000  
 fy=8640.000 fgs=8640.000

Phi(Bending): 0.900  
 Phi(Shear): 0.750  
 Phi(Seis Shear): 0.600  
 Phi(Torsion): 0.750

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment

End-I		Middle		End-J		
Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	
0.032	0.943	0.011	0.317	0.031	0.895	Top (+2 Axis)
0.021	0.610	0.013	0.375	0.022	0.638	Bot (-2 Axis)

Design Mu Station Loc Design Mu Station Loc Design Mu Station Loc  
 -575.942 1.640 -159.371 19.216 -549.249 26.247 Top (+2 Axis)  
 381.512 1.640 239.689 19.216 397.311 26.247 Bot (-2 Axis)

Controlling Combo UDC0N00 UDC0N42 UDC0N40 UDC0N42 Top (+2 Axis)  
 UDC0N42 UDC0N40 UDC0N42 Bot (-2 Axis)

Shear Reinforcement for Major Shear (U2)

End-I		Middle		End-J	
Rebar Au/s	Rebar Au/s	Rebar Au/s	Rebar Au/s	Rebar Au/s	Rebar Au/s
0.005	0.000	0.000	0.005	0.005	0.005

Design Vu Station Loc Design Vu Station Loc Design Vu Station Loc  
 84.482 1.640 78.710 8.671 82.490 26.247

Controlling Combo UDC0N00 UDC0N40 UDC0N40 UDC0N40

Torsion Reinforcement

Shear		Longitudinal	
Rebar At/s	Rebar A1	Rebar At/s	Rebar A1
0.002	0.014		

Design Tu Station Loc Design Tu Station Loc

Interaction Ratios (ACI 318-05/IBC 2003)

Re Beam Design Information (ACI 318-05/IBC 2003)

STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
UDC0N39 19.216	0.004	0.007	0.004
UDC0N39 20.374	0.004	0.007	0.005
UDC0N39 22.732	0.007	0.006	0.005
UDC0N39 24.489	0.011	0.004	0.005
UDC0N39 26.247	0.012	0.003	0.005
UDC0N40 1.640	0.032	0.015	0.003

Plan View - NIVEL10 - Elevation 112.533 (6/5) Beam/Column Capacity Ratios (ACI 318-05/IBC 2003)

Elevation View - 2 (6/5) Beam/Column Capacity Ratios (ACI 318-05/IBC 2003)

El ir cambiando vigas, según requerimiento, hace que las nuevas vigas cumplan los chequeos respectivos.

El realizar el trabajo en un solo nivel y eje es complejo, pero esto se debe comenzar de abajo hacia arriba, e ir viendo que todas las vigas -columnas cumplan los requisitos del ACI-05

Además se pueden variar las dimensiones a criterio, siempre y cuando se cumpla con los requerimientos de códigos. Si uno no arma la viga, el programa asume un refuerzo y estima en función del No. Varilla usado en columna, y ajusta a varillas completas, muchas veces se pasa porque el programa no tiene la capacidad de armar la viga con diferentes tipos de varillas, entonces el ingeniero estructural debe diseñar de tal forma que el área requerida sea igual o mayor al requerido.

Ejemplo. De datos de diseño en Etabs el requerimiento de acero,  $A_s = 4.04 \text{ plg}^2$  (acero superior), entonces si uno no ajusta o rectifica esta área de diseño el programa resuelve de la siguiente forma:

Primero decide la varilla a usar y toma la más cercana a diseño, en este caso la No.8 que fue la que se le proporciono a la columna, entonces lo deja así:

$6\text{No}8 = 4.74 \text{ plg}^2$ , y se considera que cumple con todos los requerimientos, pero aquí es donde el ingeniero estructural debe decidir y armar de tal forma que se puedan conjugar dos tipos de varillas y llegar al requerido (el  $A_s = 4.04 \text{ plg}^2$ ) y entonces se procede de la siguiente forma:

$$3\text{No.8 (2.37 plg}^2) + 4\text{No.6 (1.76 plg}^2) = 4.13 \text{ plg}^2 > 4.04 \text{ plg}^2 \text{ ok opcion1}$$

$$4\text{No.8 (3.16 plg}^2) + 2\text{No.6 (0.88 plg}^2) = 4.04 \text{ plg}^2 \geq 4.04 \text{ plg}^2 \text{ ok opcion2}$$

El realizar estas dos opciones posibles hace del diseño estructural sea un proceso complejo, porque también se debe ir trabajando el aspecto de ejecución en obra, de tal forma que se cumplan todos los requerimientos del ACI318-05, y finalmente se cubre el aspecto económico, porque se reduce cantidad de acero, y así el ingeniero estructural con criterio y experiencia puede decidir lo más conveniente a la estructura y economía, confirmando que esta parte no la puede procesar el programa y solamente el ingeniero estructural y civil pueden desarrollar esta fase.

## **CAPÍTULO 5**

### **Interpretación de datos en Etabs9.5 y comprobación por programas en hojas Excel**

#### **5.1- Interpretación de información proporcionada por programas.**

En este paso de análisis de información, prácticamente el edificio ya está terminado y los elementos que se han diseñado se deberán comenzar a dibujar, es decir la información técnica que indica que un elemento, por citar un ejemplo, que la columna C1 se diseñó así, deberá tener la siguiente información: geometría de sección 1.00x1.00 mts. y su refuerzo vertical es de 24 No.8, con estribo y eslabón No.3, 1@5, 12 @ 8 y resto @ 25, (confinada) por citar un ejemplo.

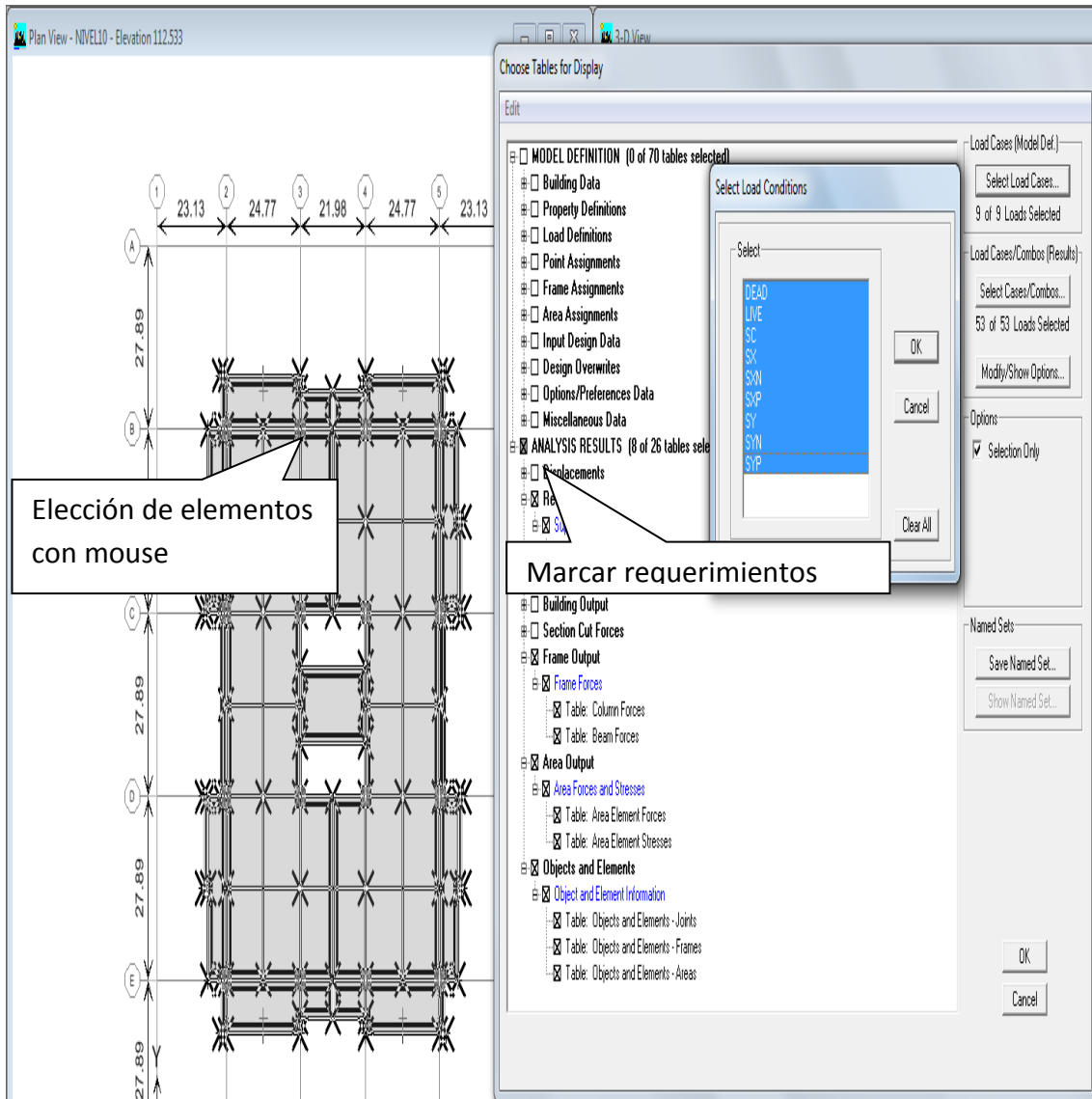
Se debe plasmar en planos detallados, para que realmente el modelo sea representativo del análisis y diseño estructural realizado, aquí también entra la ingeniería de Detalle, (ver 1.3.- Ingeniería estructural de Detalle) y la cual se mostrara en el capítulo 7.

Ahora con la información general detallada provenientes de Etbas, cualquiera que se haya usado, en este capítulo se verificara que los mismos cumplen los requisitos cuando se diseñan con programas desarrollados en Excel, lo cual nos ayuda a fortalecer el criterio estructural y a su vez tener una doble verificación.

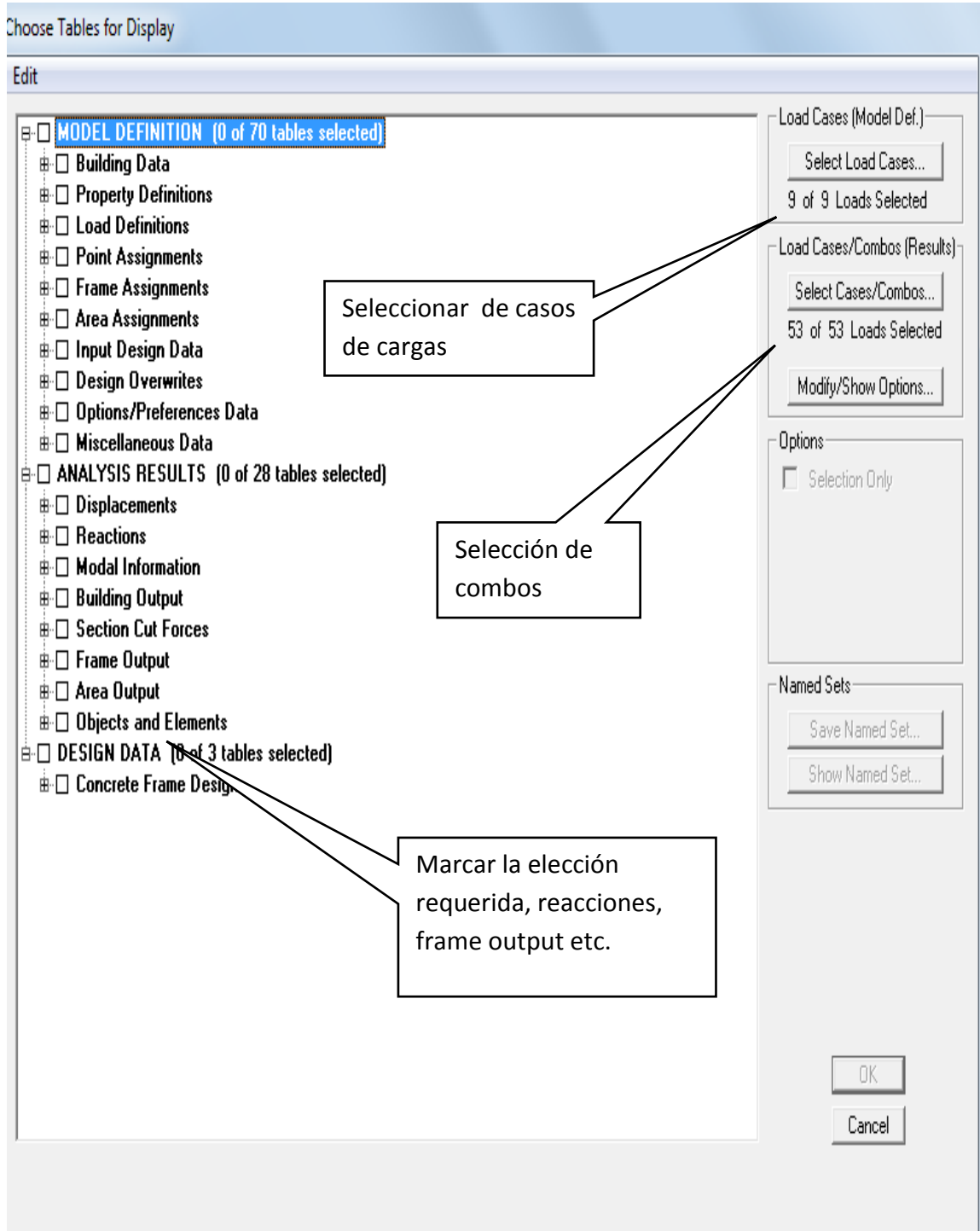
Para el requerimiento de información de Momentos, cortante, torsión, cargas, ya sea para vigas o columnas del modelo analizado.

Si se solicitan todos los datos se crea un archivo muy grande y por lo general se comienza también a homogenizar y se pretende desarrollar un eje crítico (central) y otro menos crítico (extremo), y al tener los datos se procede a confirmar los elementos homogenizando por nivel y eje.

Solicitando información de elementos, se procede así: **Eligen elementos columnas, vigas, losa (mouse en planta o elevación) ► Display ► Show Tables**, luego se elige la información de salida a partir de ANALISIS RESULTS, marcando una x así:



En ventana se marcan los requerimientos según se indica y se da ok.



Aquí se terminan de elegir los casos de cargas, combos y ok.

ETABS Nonlinear v9.5.0 - PRUEBA ESTUDIO 2

File Edit View Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Help

Plan View - NIVEL10 - Elevation 112.533

Beam Forces

Story	Beam	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
NIVEL10	B1	DEAD	1.640	0.00	-14.07	0.00	10.226	0.000	-62.377
NIVEL10	B1	DEAD	3.398	0.00	-12.85	0.00	10.226	0.000	-38.670
NIVEL10	B1	DEAD	5.156	0.00	-11.40	0.00	10.226	0.000	-23.332
NIVEL10	B1	DEAD	6.913	0.00	-9.78	0.00	10.226	0.000	-14.744
NIVEL10	B1	DEAD	8.671	0.00	-8.15	0.00	10.226	0.000	-9.406
NIVEL10	B1	DEAD	10.428	0.00	-6.88	0.00	10.226	0.000	-5.488
NIVEL10	B1	DEAD	12.186	0.00	-5.40	0.00	10.226	0.000	-3.226
NIVEL10	B1	DEAD	13.944	0.00	-4.30	0.00	10.226	0.000	-1.944
NIVEL10	B1	DEAD	15.701	0.00	-3.75	0.00	-10.165	0.000	-1.386
NIVEL10	B1	DEAD	17.459	0.00	5.04	0.00	-10.165	0.000	-0.828
NIVEL10	B1	DEAD	19.216	0.00	6.50	0.00	-10.165	0.000	-0.270
NIVEL10	B1	DEAD	20.974	0.00	8.13	0.00	-10.165	0.000	0.288
NIVEL10	B1	DEAD	22.732	0.00	9.75	0.00	-10.165	0.000	0.836
NIVEL10	B1	DEAD	24.489	0.00	11.27	0.00	-10.165	0.000	1.384
NIVEL10	B1	DEAD	26.247	0.00	12.79	0.00	-10.165	0.000	1.932
NIVEL10	B1	LIVE	1.640	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
NIVEL10	B1	LIVE	3.398	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
NIVEL10	B1	LIVE	5.156	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
NIVEL10	B1	LIVE	6.913	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
NIVEL10	B1	LIVE	8.671	0.00	-3.64	0.00	4.302	0.000	11.546
NIVEL10	B1	LIVE	10.428	0.00	-2.80	0.00	4.302	0.000	17.184
NIVEL10	B1	LIVE	12.186	0.00	-2.08	0.00	4.302	0.000	21.450
NIVEL10	B1	LIVE	13.944	0.00	-1.48	0.00	4.302	0.000	24.562
NIVEL10	B1	LIVE	13.944	0.00	1.53	0.00	-4.329	0.000	24.338
NIVEL10	B1	LIVE	15.701	0.00	2.13	0.00	-4.329	0.000	21.143
NIVEL10	B1	LIVE	17.459	0.00	2.84	0.00	-4.329	0.000	16.794
NIVEL10	B1	LIVE	19.216	0.00	3.69	0.00	-4.329	0.000	11.073
NIVEL10	B1	LIVE	20.974	0.00	4.64	0.00	-4.329	0.000	3.767
NIVEL10	B1	LIVE	22.732	0.00	5.59	0.00	-4.329	0.000	-5.220
NIVEL10	B1	LIVE	24.489	0.00	6.42	0.00	-4.329	0.000	-15.798
NIVEL10	B1	LIVE	26.247	0.00	7.03	0.00	-4.329	0.000	-27.678
NIVEL10	B1	SK	1.640	0.00	1.17	0.00	-17.675	0.000	5.502
NIVEL10	B1	SK	3.398	0.00	1.17	0.00	-17.675	0.000	3.449
NIVEL10	B1	SK	5.156	0.00	1.17	0.00	-17.675	0.000	1.396
NIVEL10	B1	SK	6.913	0.00	1.17	0.00	-17.675	0.000	-0.656
NIVEL10	B1	SK	8.671	0.00	1.17	0.00	-17.675	0.000	-2.709
NIVEL10	B1	SK	10.428	0.00	1.17	0.00	-17.675	0.000	-4.762

Datos de Momentos cortantes y carga

Elige requerimiento, como: BeamDesignForces, etc.

Luego aparece la siguiente tabla y sus respectivos requerimientos solicitados

Aquí se va eligiendo la información de salida de los elementos seleccionados, para este caso vigas del nivel 10 y 11, eje 3/B-E y D/2-5.



Para trasladar toda esta información a Excel se procede así:

**Edit ► Copy entire table o Ctrl+C**, Luego en un archivo de Excel se copia información quedando lo siguiente:

**INFORMACION DE VIGAS PARA NIVEL 10 Y 11, DE EJES 3/B-E y D/2-5**

**TODOS LOS VALORES EN K-PIE**

Story	Beam	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
NIVEL10	B4	DEAD	1.64	0	-19.08	0	-0.727	0	-87.551
NIVEL10	B4	DEAD	3.398	0	-17.86	0	-0.727	0	-55.036
NIVEL10	B4	DEAD	5.156	0	-16.28	0	-0.727	0	-24.983
NIVEL10	B4	DEAD	6.913	0	-14.4	0	-0.727	0	1.999
NIVEL10	B4	DEAD	8.671	0	-12.52	0	-0.727	0	25.646
NIVEL10	B4	DEAD	10.428	0	-10.91	0	-0.727	0	46.189
NIVEL10	B4	DEAD	12.186	0	-9.67	0	-0.727	0	64.228
NIVEL10	B4	DEAD	13.944	0	-8.79	0	-0.727	0	80.403
NIVEL10	B4	DEAD	13.944	0	7.19	0	0.612	0	79.854
NIVEL10	B4	DEAD	15.701	0	8.07	0	0.612	0	66.499
NIVEL10	B4	DEAD	17.459	0	9.31	0	0.612	0	51.281
NIVEL10	B4	DEAD	19.216	0	10.92	0	0.612	0	33.558
NIVEL10	B4	DEAD	20.974	0	12.8	0	0.612	0	12.731
NIVEL10	B4	DEAD	22.732	0	14.67	0	0.612	0	-11.431
NIVEL10	B4	DEAD	24.489	0	16.26	0	0.612	0	-38.663
NIVEL10	B4	DEAD	26.247	0	17.47	0	0.612	0	-68.358
NIVEL10	B4	LIVE	1.64	0	-7.21	0	0.548	0	-31.148
NIVEL10	B4	LIVE	3.398	0	-6.86	0	0.548	0	-18.745
NIVEL10	B4	LIVE	5.156	0	-6.26	0	0.548	0	-7.182
NIVEL10	B4	LIVE	6.913	0	-5.46	0	0.548	0	3.129
NIVEL10	B4	LIVE	8.671	0	-4.66	0	0.548	0	12.008
NIVEL10	B4	LIVE	10.428	0	-3.86	0	0.548	0	19.612
NIVEL10	B4	LIVE	12.186	0	-3.06	0	0.548	0	26.348
NIVEL10	B4	LIVE	13.944	0	-2.26	0	0.548	0	32.649
NIVEL10	B4	LIVE	15.701	0	-1.46	0	0.548	0	32.356
NIVEL10	B4	LIVE	17.459	0	-0.66	0	0.548	0	25.961
NIVEL10	B4	LIVE	19.216	0	0.14	0	0.548	0	19.131
NIVEL10	B4	LIVE	20.974	0	0.94	0	0.516	0	11.433
NIVEL10	B4	LIVE	22.732	0	1.74	0	0.516	0	2.46
NIVEL10	B4	LIVE	24.489	0	2.54	0	0.516	0	-7.944
NIVEL10	B4	LIVE	26.247	0	3.34	0	0.516	0	-19.601
NIVEL10	B4	LIVE	28.004	0	4.14	0	0.516	0	-32.098

Inicio a rostro de columna

Con esta información se procede a obtener el Mmáx (-) y Máx. (+) y se realizan las combinaciones según código

Los momentos, cortantes para carga Muerta, Viva, sismo, etc. Están calculados a cada 0.50 mts. Inicia en 1.64 pies hasta 26.247

**Tabla X. Información de vigas, de Etabs 9.5 a Excel**

NIVEL10	B124	UDCON38	4.101	0	-13.2	0	-71.196	0	-24.027
NIVEL10	B124	UDCON38	6.07	0	-12.33	0	-71.196	0	1.05
NIVEL10	B124	UDCON39 M	1.64	0.04	-19.9	0	-10.179	0	-74.83
NIVEL10	B124	UDCON39 M	2.133	0.04	-19.46	0	-10.179	0.001	-65.142
NIVEL10	B124	UDCON39 M	2.133	0	-18.45	0	-10.179	0	-65.142
NIVEL10	B124	UDCON39 M	4.101	0	-16.43	0	-10.179	0	-30.821
NIVEL10	B124	UDCON39 M	6.07	0	-15.08	0	-10.179	0	0.597
NIVEL10	B124	UDCON39 M	1.64	-0.04	-23.68	0	-62.27	-0.001	-91.288
NIVEL10	B124	UDCON39 M	2.133	-0.04	-23.24	0	-62.27	-0.002	-79.741
NIVEL10	B124	UDCON39 M	2.133	0	-22.23	0	-62.27	0	-79.741
NIVEL10	B124	UDCON39 M	4.101	0	-20.21	0	-62.27	0	-37.999
NIVEL10	B124	UDCON39 M	6.07	0	-18.86	0	-62.27	0	-0.227
NIVEL10	B124	UDCON40 M	1.64	0.01	-15.24	0.01	54.087	0.003	-54.773
NIVEL10	B124	UDCON40 M	2.133	0.01	-14.79	0.01	54.087	0.005	-47.381
NIVEL10	B124	UDCON40 M	2.133	0	-13.78	0	54.086	0	-47.381
NIVEL10	B124	UDCON40 M	4.101	0	-11.77	0	54.086	0	-22.25
NIVEL10	B124	UDCON40 M	6.07	0	-10.41	0	54.086	0	1.056
NIVEL10	B124	UDCON40 M	1.64	-0.01	-28.35	-0.01	-126.536	-0.003	-111.345
NIVEL10	B124	UDCON40 M	2.133	-0.01	-27.91	-0.01	-126.536	-0.007	-97.502
NIVEL10	B124	UDCON40 M	2.133	0	-26.89	0	-126.536	0	-97.502
NIVEL10	B124	UDCON40 M	4.101	0	-24.88	0	-126.536	0	-46.569
NIVEL10	B124	UDCON40 M	6.07	0	-23.52	0	-126.536	0	-0.686
NIVEL10	B124	UDCON41 M	1.64	0.04	-9.58	0	8.443	0.001	-34.137
NIVEL10	B124	UDCON41 M	2.133	0.04	-9.32	0	8.443	0.001	-29.486
NIVEL10	B124	UDCON41 M	2.133	0	-8.56	0	8.443	0	-29.486
NIVEL10	B124	UDCON41 M	4.101	0	-7.42	0	8.443	0	-13.759
NIVEL10	B124	UDCON41 M	6.07	0	-6.55	0	8.443	0	0.476
NIVEL10	B124	UDCON41 M	1.64	-0.04	-13.36	0	-43.647	-0.001	-50.595
NIVEL10	B124	UDCON41 M	2.133	-0.04	-13.1	0	-43.647	-0.002	-44.085
NIVEL10	B124	UDCON41 M	2.133	0	-12.34	0	-43.647	0	-44.085
NIVEL10	B124	UDCON41 M	4.101	0	-11.2	0	-43.647	0	-20.937
NIVEL10	B124	UDCON41 M	6.07	0	-10.33	0	-43.647	0	-0.347
NIVEL10	B124	UDCON42 M	1.64	0.01	-4.91	0.01	72.709	0.003	-14.08
NIVEL10	B124	UDCON42 M	2.133	0.01	-4.65	0.01	72.709	0.006	-11.725
NIVEL10	B124	UDCON42 M	2.133	0	-3.89	0	72.709	0	-11.725
NIVEL10	B124	UDCON42 M	4.101	0	-2.75	0	72.709	0	-5.188
NIVEL10	B124	UDCON42 M	6.07	0	-1.88	0	72.709	0	0.935
NIVEL10	B124	UDCON42 M	1.64	-0.01	-18.02	-0.01	-107.913	-0.003	-70.652
NIVEL10	B124	UDCON42 M	2.133	-0.01	-17.76	-0.01	-107.913	-0.006	-61.846
NIVEL10	B124	UDCON42 M	2.133	0	-17	0	-107.913	0	-61.846
NIVEL10	B124	UDCON42 M	4.101	0	-15.86	0	-107.913	0	-29.508
NIVEL10	B124	UDCON42 M	6.07	0	-14.99	0	-107.913	0	-0.806

**Tabla XI. Información general de Etabs9.5 a Excel (cantidad total de hojas).**

Para efectos de información esta hoja es suficiente, como se puede visualizar para este nivel y tres vigas que conforman el eje 2/B-E son aproximadamente 111 paginas

INFORMACION DE COLUMNAS PARA NIVEL 10 Y 11, DE EJES 3/B-E y D/2-5									
TODOS LOS VALORES EN K-PIE									
Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
NIVEL11	C3	DEAD	0	-380.14	-6.31	-1.06	0.123	-6.44	-38.225
NIVEL11	C3	DEAD	4.921	-372.19	-6.31	-1.06	0.123	-1.203	-7.155
NIVEL11	C3	DEAD	9.843	-364.24	-6.31	-1.06	0.123	4.035	23.927
NIVEL11	C3	LIVE	0	-123.7	-1.24	-2.76	0.062	-16.767	-7.503
NIVEL11	C3	LIVE	4.921	-123.7	-1.24	-2.76	0.062	-3.157	-1.377
NIVEL11	C3	LIVE	9.843	-123.7	-1.24	-2.76	0.062	10.458	4.751
NIVEL11	C3	SX	0	43.88	25.1	0.23	-0.077	1.308	-187.663
NIVEL11	C3	SX	4.921	43.88	25.1	0.23	-0.077	0.192	-315.884
NIVEL11	C3	SX	9.843	43.88	25.1	0.23	-0.077	-0.925	-443.585
NIVEL11	C3	SXP	0	43.71	25.1	5.2	-21.298	-0.457	-197.174
NIVEL11	C3	SXP	4.921	43.71	25.1	5.2	-21.298	-0.457	-328.451
NIVEL11	C3	SXP	9.843	43.71	25.1	5.2	-21.298	-0.457	-459.188
NIVEL11	C3	SXN	0	44.05	25.1	0.23	-0.077	1.308	-178.151
NIVEL11	C3	SXN	4.921	44.05	25.1	0.23	-0.077	0.192	-303.316
NIVEL11	C3	SXN	9.843	44.05	25.1	0.23	-0.077	-0.925	-427.983
NIVEL11	C3	SY	0	-15.52	-1.92	55.68	0.834	-311.259	-11.787
NIVEL11	C3	SY	4.921	-15.52	-1.92	55.68	0.834	-311.259	-2.325
NIVEL11	C3	SY	9.843	-15.52	-1.92	55.68	0.834	-589.968	7.14
NIVEL11	C3	SYP	0	-15.37	-2.44	51.35	19.342	-30.5	-3.49
NIVEL11	C3	SYP	4.921	-15.37	-2.44	51.35	19.342	-288.036	8.636
NIVEL11	C3	SYP	9.843	-15.37	-2.44	51.35	19.342	-545.098	20.748
NIVEL11	C3	SYN	0	-15.67	-1.41	60.02	-17.674	-33.578	-20.083
NIVEL11	C3	SYN	4.921	-15.67	-1.41	60.02	-17.674	-334.483	-13.286
NIVEL11	C3	SYN	9.843	-15.67	-1.41	60.02	-17.674	-634.839	-6.468
NIVEL11	C3	SC	0	-83.49	-0.89	-0.99	0.055	-5.989	-5.305
NIVEL11	C3	SC	4.921	-83.49	-0.89	-0.99	0.055	-1.127	-0.913
NIVEL11	C3	SC	9.843	-83.49	-0.89	-0.99	0.055	3.737	3.481
NIVEL11	C3	SPECX	0	163.54	54.74	29.78	21.782	193.772	436.003
NIVEL11	C3	SPECX	4.921	163.54	54.74	29.78	21.782	115.87	354.769
NIVEL11	C3	SPECX	9.843	163.54	54.74	29.78	21.782	183.01	462.534
NIVEL11	C3	SPECY	0	54.4	17.77	102.92	26.831	670.411	140.311
NIVEL11	C3	SPECY	4.921	54.4	17.77	102.92	26.831	401.129	113.292

Información de cada columna en tres puntos, inferior, medio y superior para todos los casos de cargas

**Tabla XII. Información de Columnas, de Etabs 9.5 a Excel**

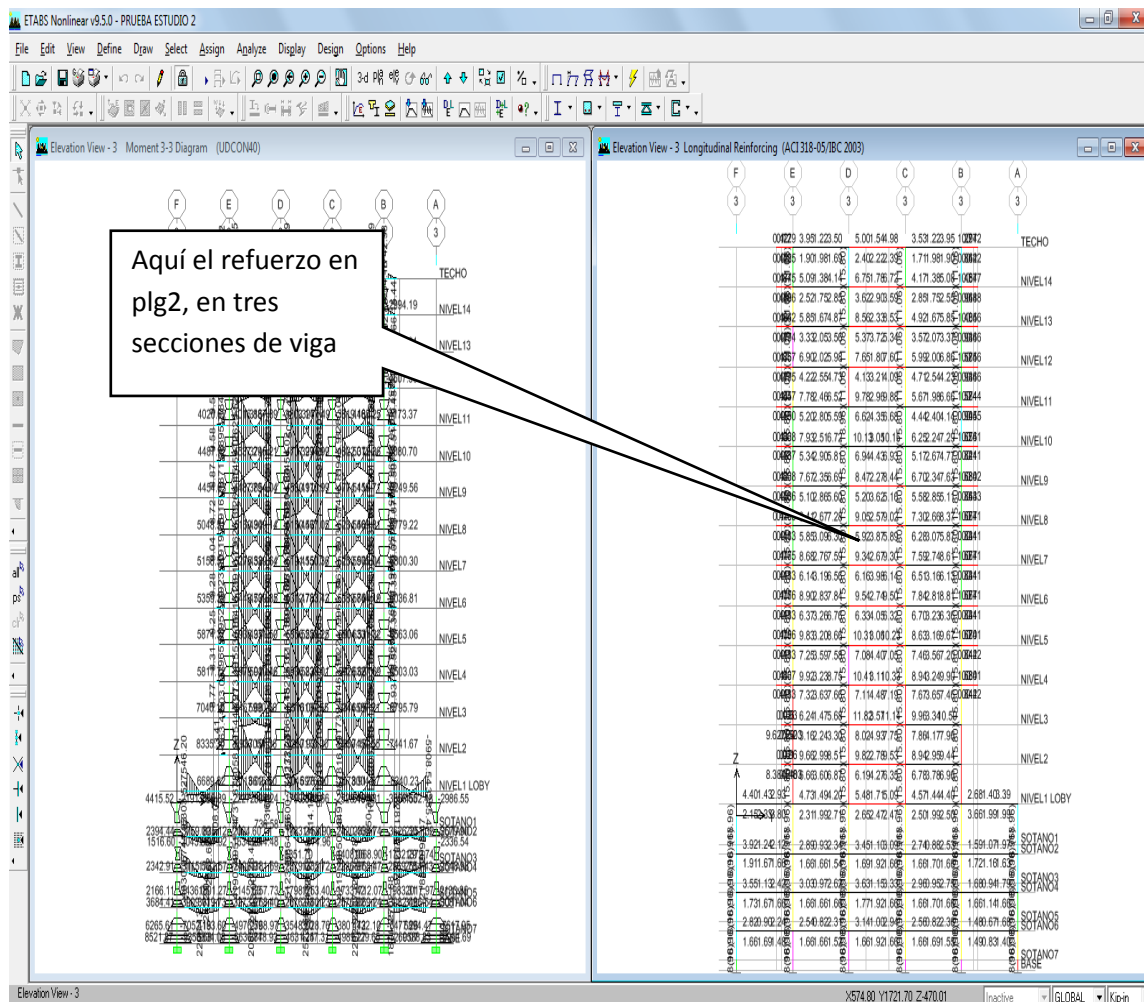
Para efectos de información esta hoja es suficiente, como se puede visualizar para este nivel y cuatro columnas que conforman el eje 3/B-E son aproximadamente 41 páginas.

De esta forma se trabaja también la información de losas y cimentaciones.

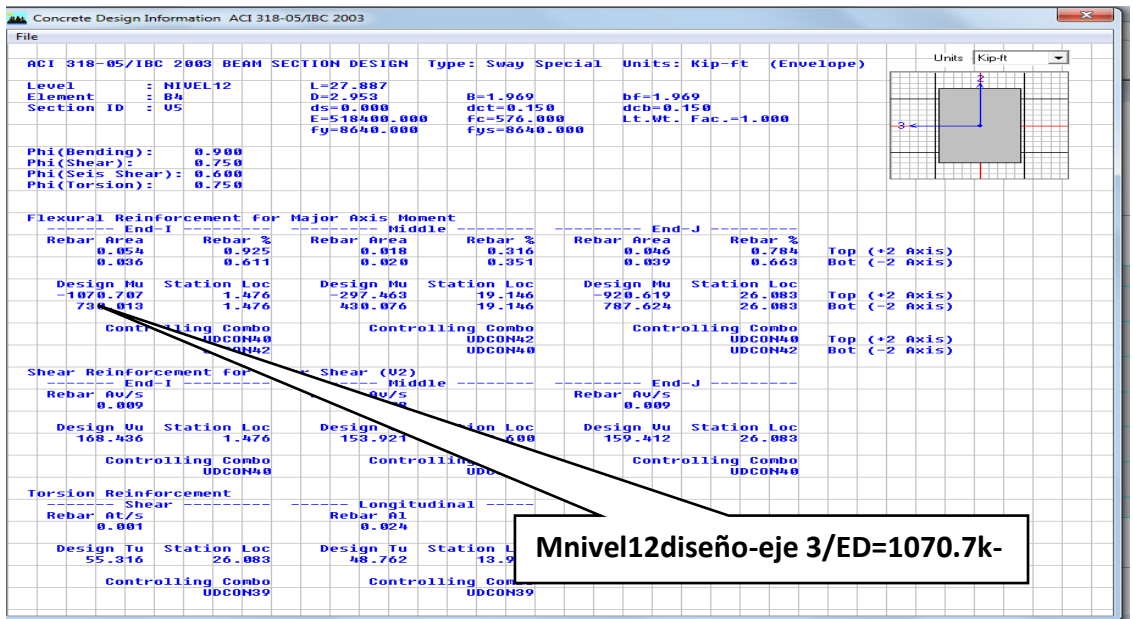
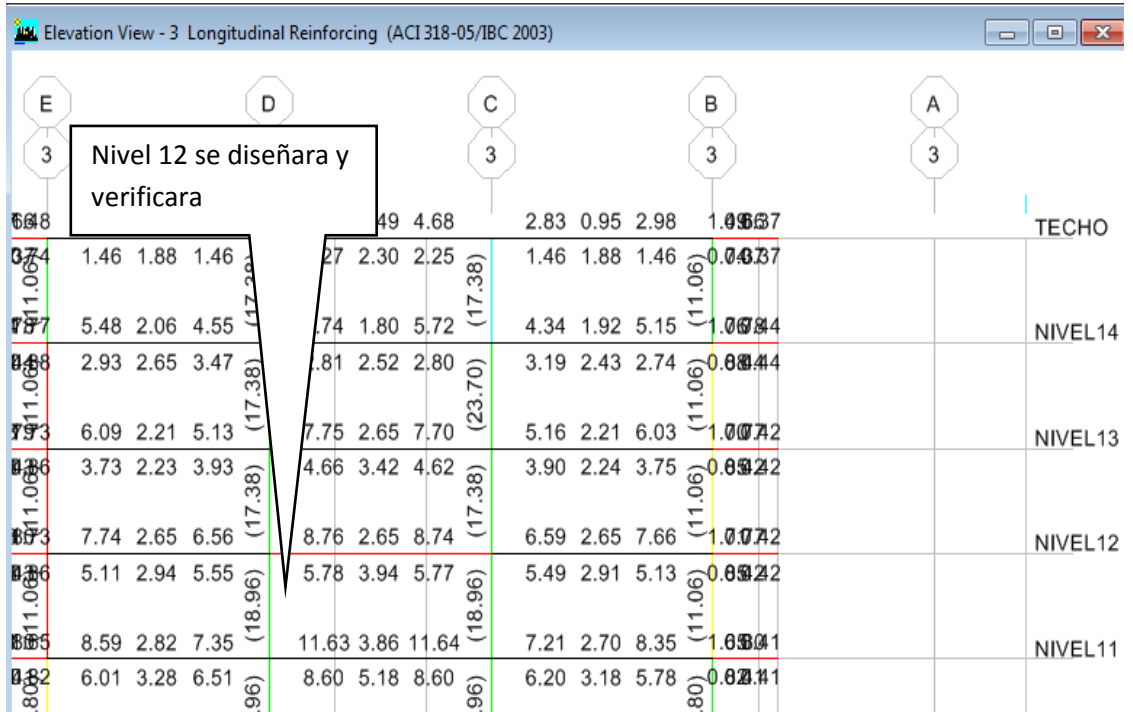
Ahora se procederá a la comprobación de información desarrollada en Etabs con programas en Excel, comenzando con el diseño de vigas:

## 5.2- Vigas

Se solicita el refuerzo longitudinal, con secuencia: **Design ► Concrete frame Design ► Display design info ► En ventana • Design output → Longitudinal reinforcing,**



Se amplia para verificar las cantidades en plg2. Del eje 3/B-E se tiene:



Se diseñara y verificara el eje 3/B-E, con las siguientes tablas XII y XIII:

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment						
----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----		
Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	
0.054	0.925	0.018	0.316	0.046	0.784	Top (+2 Axis)
0.036	0.611	0.020	0.351	0.039	0.663	Bot (-2 Axis)
Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	
-1070.707	1.476	-297.463	19.146	-920.619	26.083	Top (+2 Axis)
730.013	1.476	430.076	19.146	787.624	26.083	Bot (-2 Axis)
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo		
UDCON40		UDCON40		UDCON40		
UDCON42		UDCON40		UDCON40		

**Mnivel12diseño-eje  
3/ED=1070.7k-p**

Maximos y Minimos para diferentes tipos de vigas y F'c=4,000 psi - fy=60,000 psi

**COMPROBACION DE DISEÑO DE VIGAS NIV. 12 DEL EJE 3/B-E y F'c=4,000 psi - fy=60,000 psi**

**EJE 3 / B-E de Informacion extraida de Etabs9.5**

NIVEL	E-D			D-C			C-B			
	MOMENTOS (K-PIE)			Y AREAS (Plg2)			DE ACERO POR DE ETABS9.5			
M- niv. 12	1070.70	297.46	920.62	1197.0	378.85	1194.28	924.71	357.17	1060.68	
M+ niv. 12	730.01	430.07	787.62	818.54	570.08	817.88	780.72	425.95	731.62	
<b>As Mnivel12= 7.74 plg2</b>										
Nivel 12	As-	7.74	2.65	6.56	8.76	2.65	8.74	6.59	2.65	7.66
	As+	5.11	2.94	5.55	5.78	3.94	5.77	5.49	2.9	5.13

**Tabla XIII. Comparación de cálculos de momentos y As diseño.**

De Tabla XII se procede a chequear Momentos y As, esta información se obtiene del programa de Etabs, y con Tabla XIII. Se procede a chequear el

momento y as, con las mismas caracterizas que usa el programa obteniéndose lo siguiente:

PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL EN VIGA (ARMADO), viga 3/E-D Niv.12			
φAs colocado No.10			
2No10	<b>2.54</b>		
3No10 corridos	<b>3.81</b>	Ascorrido>Asmin	<b>ok</b>
4No10 B/riel	<b>5.08</b>	Complemento	
As requerido	<b>7.74</b>	plg2	
<b>diferencial</b>	<b>3.93</b>	plg2	
USAR No:	10		
<b>3</b>			
<b>No10</b>	<b>3.81</b>	plg2	
As total propuesta de diseño		<b>7.62</b>	plg2
<b>3No10 C+3No10- baston</b>		OK Satisfactorio	
M Etabs	1070.70	99.33%	
M Verificado excel	1063.54	0.67%	error, ok

Mde comprobación=  
1070.70kl-p y As=7.74

CALCULO DE MOMENTO y As	Base	0.60	23.616
Dimension Viga concreto	Altura	0.90	35.424
	a=D. Var Uti	1.00	0.5
	Estribo No.3	0.38	plg
	Recubrimiento	4.57	cms
Mres. U=	$\bar{P} * As * fy ( (d - (As * fy / 1.7 * fc * b) )$		
Donde:	$\bar{P}$ =Factor S.	0.9	As minim <b>2.608</b>
	<b>As=Area Acero requerido</b>	<b>7.74</b>	<b>As maxim 11.150</b>
	As=Area Acero propuesto	7.62	3#10c + 3# 10
	fy=Esf. Acero	60,000.0	
	Fc=Esf. Conc.	4,000.0	
	d=Peralte V.	33.1	
	<b>Masreq.=</b>	1063.54	Kip-pie
	<b>Mdiseño final=</b>	1048.61	Kip-pie
OK SATISFACTORIO			

**TABLA XIV. Cálculo de momento y As diseño.**

Con lo anterior se verifica que los datos de diseño son correctos y la variación es mínima (0.67%) considera nula, es decir no afecta en nada.



Se visualiza que el programa solo proporciona una cantidad de refuerzo (7.74 plg2) y en la fase de diseño estructural es donde el ingeniero (ser humano) puede decidir y tomar decisiones correctas que contemplen:

- 1.- Lógica de armado estructural
- 2.-Cubrir Refuerzo mínimo requerido con varillas completas y lógicas de armar.
- 3.-Conformar paquetes C/ varillas diferentes diámetros, fácil y lógicas de armar.
- 4.-Al armar un eje completo, tener varillas corridas que cumplan con el Amín.
- 5.-Lo anterior implica ir conjugando varillas del mismo o diferente diámetro, decidiendo por la opción más lógica en armado estructural y económico. (Una varilla puede hacer la diferencia). Si se considera que en un edificio son considerables las cantidades de vigas, el ahorro lo es también.

Del armado anterior se decidió colocar 3No10 como refuerzo corrido, esto cumple muy bien con el Amín, y 3No10 (3.81 plg2) >Amín= 2.608 plg2. ok

El diferencial se cubre con Bastones o Rieles según requerimiento estructural:

Para el tramo 3/ED el diferencial en extremo izquierdo con 3No10 (3.81 plg2), con un total de As diseño= 7.62plg2  $\geq$  98% As requerido=7.74 plg2. **ok**

Cabe mencionar que en este proceso los ejes colindantes con mayor momento rigen para armar, concluyendo:

Eje 3/D rige el desarrollado anteriormente y el voladizo queda sobrado.

Eje 3/D rige el área de acero del lado derecho es decir la viga 3/D-C.

Eje 3/C rige el área de acero del lado izquierdo es decir la viga 3/D-C

Eje 3/B rige el área de acero del lado izquierdo, similar como se realizó el eje 3/E. concluyendo que se requiere experiencia y lógica.



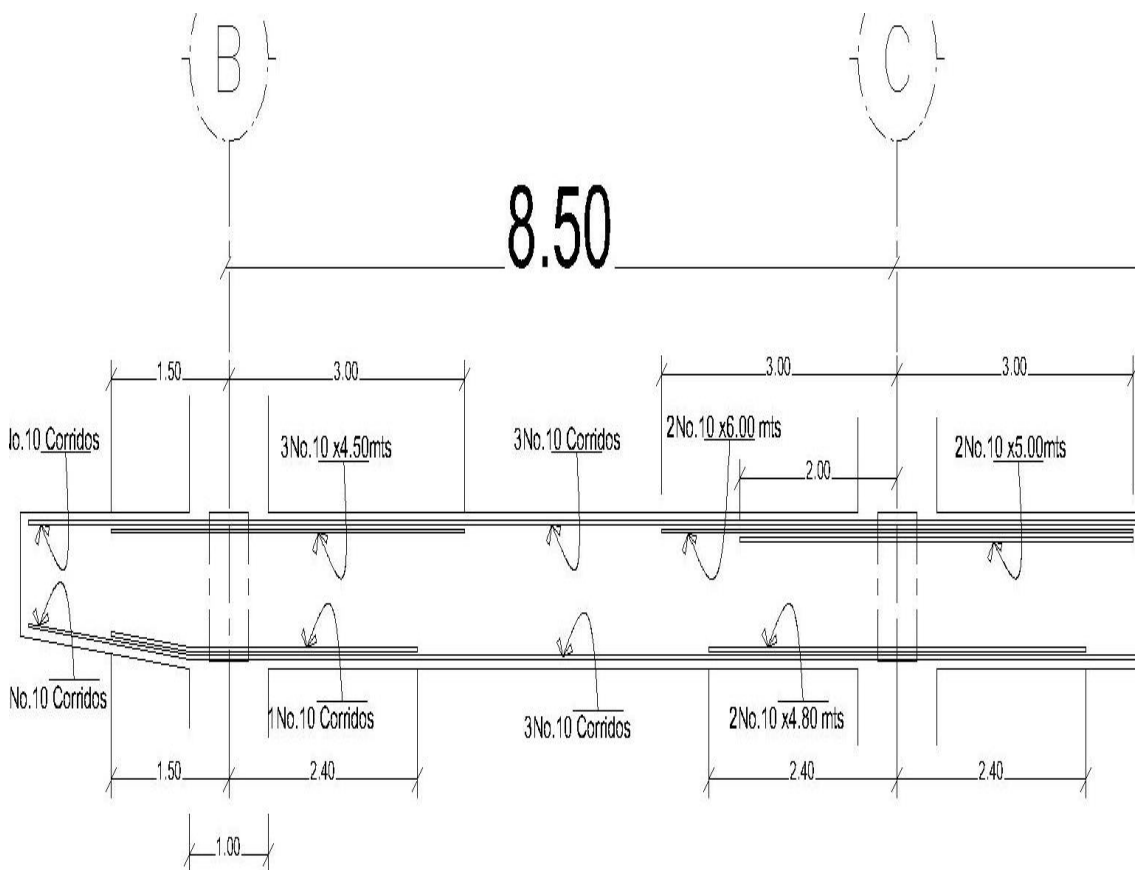
Los datos verificados están basados por el Análisis y diseño estructural desarrollado por el programa Etabs9.5, y coincidiendo en 99.33%, como se verifico en Tabla III.

Se procederá a diseñar con el momento de condición crítica y adaptar la sección que cumpla todos los requisitos de ACI318-05 como se muestra a continuación en tabla XIV.

PROCESO DE DISEÑO ESTRUCTURAL FINAL PARA VIGAS (ARMADO) y $F^c=4,000$ psi - $f_y=60,000$ psi									
NIVEL 12 EJE COMPLETO 3/ E-B									
DESCRIPCION	Tramo 3/E-D			Tramo 3/D-C			Tramo 3/C-B		
<b>M-</b>	1070.7	297.46	920.6	1197.0	378.9	1194.3	924.7	357.2	1060.7
As- requerido	7.74	2.65	6.56	8.76	2.65	8.74	6.59	2.65	7.66
<b>Ascorrido&gt; AscDiseño</b>	AsC= 3No10= 3.81plg2			AsC= 3No10= 3.81plg2			AsC= 3No10= 3.81plg2		
Diferencia = Baston	3.93	-1.16	2.75	4.95	-1.16	4.93	2.78	-1.16	3.85
<b>Cantidad Varillas</b>	3No10		3No10	4No10		4No10	3No10		3No10
Asdif.	3.81		3.81	5.08		5.08	3.81		3.81
<b>As<sub>diseño</sub>-As<sub>Asdif.</sub></b>	7.62		7.62	8.89		8.89	7.62		7.62
Conclusion	ok		ok	ok		ok	ok		Aumentar As
<b>M+</b>	730.01	430.07	787.6	818.54	570.1	817.88	780.72	425.95	731.62
As+ requerido	5.11	2.94	5.55	5.78	3.94	5.77	5.49	2.9	5.13
<b>Ascorrido&gt; AscDiseño</b>	AsC= 3No10= 3.81plg2			AsC= 3No10= 3.81plg2			AsC= 3No10= 3.81plg2		
Diferencia = Riel	1.3	-0.87	1.74	1.97	0.13	1.96	1.68	-0.91	1.32
<b>Cantidad Varillas</b>	1No10		2No10	3No10		3No10	2No10		1No10
Asdif.	1.27		1.27	2.54		2.54	2.54		1.27
<b>As<sub>diseño</sub>-As<sub>Asdif.</sub></b>	5.08		6.35	7.62		7.62	6.35		5.08
Conclusion	Aumentar As		ok	ok		ok	ok		Aumentar As
DESIGNACION FINAL VIGA	VIGA DE 0.60X0.90 MTS			VIGA DE 0.60X0.90 MTS			VIGA DE 0.60X0.90 MTS		

Tabla XV. Diseño As, Nivel12 eje3/EB (armado de vigas)

De la información anterior se puede apreciar lo complejo que se vuelve este proceso de diseño estructural, pero el tener el concepto estructural ayuda a desarrollar el diseño más eficiente y lógico en vigas completas, aquí se fueron variando cantidades o número de varillas (No.10, No8, etc.) y en los ejes donde se tiene la unión de dos vigas se debe definir cuales rigen, (ver Tabla XIV), ya que el programa no puede desarrollar este concepto estructural, y este manual hace referencia constante a este proceso donde el profesional debe completar satisfactoriamente esta fase, a continuación el armado final del eje 3/B-C.



## ARMADO DE VIGAS EJE 3/ B-C NIVEL 10

**GRÁFICA 10. Armado de vigas en eje completo**

Puede visualizarse que el armado coincide con lo diseñado finalmente descrito en tabla XIV. Este proceso que se viene realizando se debe trabajar en todos los ejes y niveles respectivos, de tal forma de ir homogenizando al máximo.

Como se observa en la GRÁFICA 10, se tomaron decisiones lógicas, eficientes y sobre todo económicas, sin perjudicar lo estructural, es decir se cumplen los requisitos de diseño estructural del ACI318-05.

El desarrollo de la Tabla XIV, se inicia con obtener los momentos críticos (envolvente) que son los máximos esperados, y desarrollándose en base de un elemento definido (viga) en dimensiones, especificaciones de refuerzos y concreto, que nos proporcionaran el  $A_{smin} \rightarrow M_{min}$ , y  $A_{smax} \rightarrow M_{max}$ , para luego proceder a calcular el  $A_s$ -requerido, el cual debe ser Mayor que  $A_{smin}$  pero Menor que  $A_{smax}$ .

Seguidamente se procede a configurar el refuerzo corrido ( $A_{sc}$ ) el cual debe cumplir siempre los requisitos del código y a la vez que sea mayor que el  $A_{smin}$ , procurando también que este refuerzo cubra los momentos en los puntos medios superior e inferior, aunque este último no necesariamente debe superarlo, ya que se puede cubrir con  $A_{sdif}$ = acero diferencia, y que se nombra Riel.

Luego se calculan todas las áreas diferenciales, ( $A_{sdif}$ ) que será la resta del  $A_s$ -requerido menos  $A_{scorrido}$ , este diferencial de área se puede cubrir con varillas de igual diámetro del área  $A_{sc}$ , o ir conjugando con otro tipo de varilla, que puede ser menor, o igual que varilla corrida, con la intención de estar lo más cercano al  $A_s$ -requerido, este proceso es muy complejo, pero es la fase donde se puede economizar considerablemente.

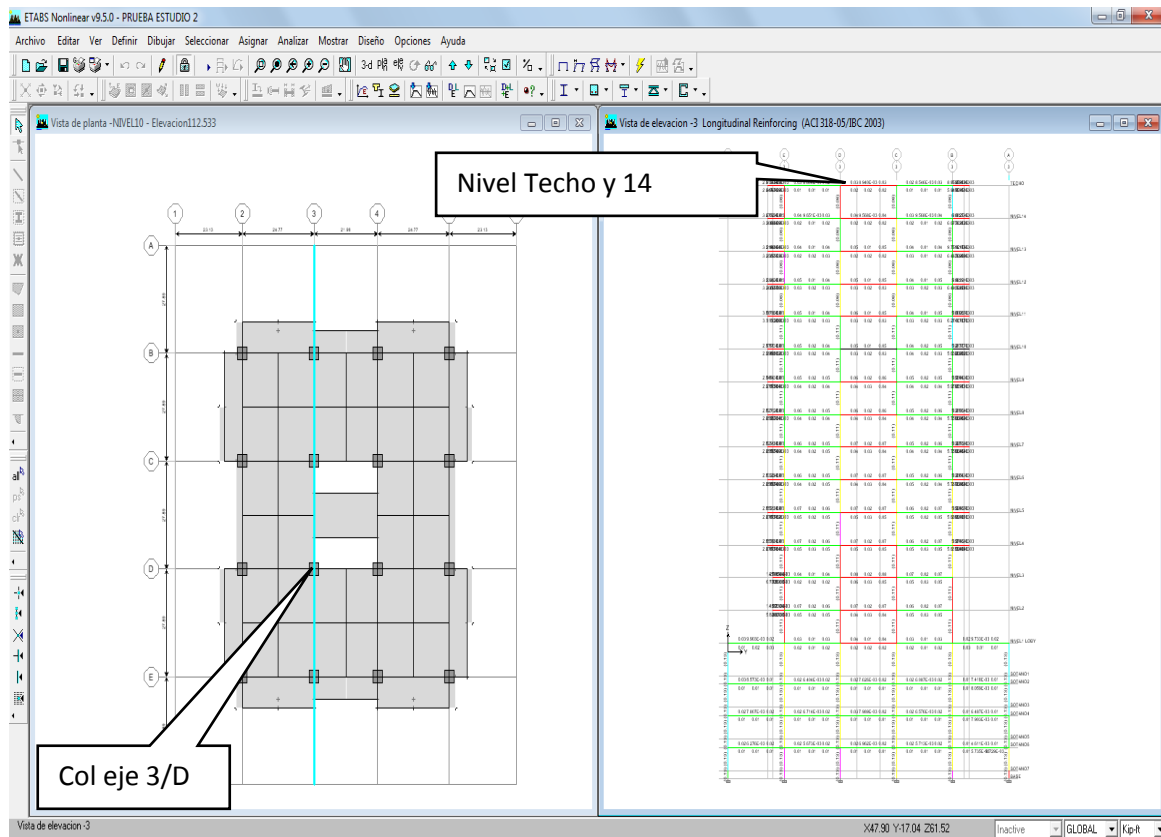
Entonces lo ideal es que el  $A_s$  diseño final sea igual al  $A_s$ -requerida, pero casi nunca se da y se termina colocando mayor Área de acero (de **5% @ 15% más**) al  $A_s$ -requerida, como se aprecia en la TablaXIV y GRÁFICA 10.

En otros casos se queda uno por debajo del As-requerida (**un 5% menor ok**) y es la decisión estructural clave, considerando que estos valores obtenidos incluyen factores de seguridad, entonces es aquí donde se inicia una buena economía estructural, llamada así porque al desarrollar un Análisis y diseño estructural que llene todos los requisitos de códigos y sea económico, marcara la diferencia.

### 5.3- Columnas

Ahora se procederá a la comprobación de información de diseño de una columna típica, y con programas en Excel se harán chequeos, de tal forma que los resultados sean iguales o aceptables, es decir que su variación sea mínima, y poder llegar a una conclusión satisfactoria.

Columna eje 3 /D eje X y D/3 eje Y



Aquí se muestra la columna a ser comparada en diseño.

Para solicitar información de la columna eje 3/D nivel 14, se toca elemento, y se obtiene:

The screenshot displays the ETABS software interface. On the left, a 'Plan View - NIVEL10 - Elevation 112.533' shows a grid of columns and beams. A specific column is highlighted in blue. On the right, an 'Elevation View - 3 Longitudinal Reinforcing (ACI 318-05/IBC 2003)' shows a grid of reinforcement data for various levels (NIVEL 6 to NIVEL 14). A callout box points to the 'Concrete Column Design Information' dialog box, which is open over the plan view.

**Concrete Column Design Information (ACI 318-05/IBC 2003)**

Store: NIVEL12      Section Name: C11  
 Column: C6

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
UDCON40	4.76	0.320	0.002	0.002
UDCON40	9.51	0.490	0.002	0.002
UDCON41	0.00	0.711	0.003	0.002
UDCON41	4.76	0.247	0.003	0.002
UDCON41	9.51	0.416	0.003	0.002
UDCON42	0.00	0.727	0.002	0.003

The dialog box also includes tabs for: Overwrites, Interaction, Summary, Flex. Details, Shear Details, Joint Shear, B/C Details, and Envelope. The 'Envelope' tab is currently selected.

Aquí ya está diseñada la columna, entonces se solicita información de Envolvente a columna eje 3/D nivel 14

Concrete Design Information ACI 318-05/IBC 2003

Archivo

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Kip-ft (Envelope)

Level : TECHO L=12.139  
 Element : C6 B=2.953 D=2.953 dc=0.150  
 Section ID : C13 E=518389.625 fc=576.000 Lt.Wt. Fac.=1.000  
 fy=8640.000 fys=8640.000  
 RLLF=0.608

Phi(Compression-Spiral): 0.700 Overstrength Factor: 1.25  
 Phi(Compression-Tied): 0.650  
 Phi(Tension Controlled): 0.900  
 Phi(Shear): 0.750  
 Phi(Seismic Shear): 0.600  
 Phi(Joint Shear): 0.850

Axial Force & Biaxial Moment Check For Pu-Mu2-Mu3 Interaction

Column End	Rebar Area	Rebar %	D/C Ratio
Top	0.121	1.384	0.294
Bottom	0.121	1.384	0.367

Column End Design Pu Design Mu2 Design Mu3 Station Loc Controlling Combo

Top	117.996	430.825	151.360	9.186	UDCON42
Bottom	126.539	-512.613	-203.877	0.000	UDCON42

Shear Reinforcement for Major Shear (U2)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	0.010	185.894	9.186	UDCON42
Bottom	0.010	185.894	0.000	UDCON42

Shear Reinforcement for Minor Shear (U3)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	0.012	223.942	9.186	UDCON42
Bottom	0.012	223.942	0.000	UDCON42

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Ratio	Shear VuTot	Shear phi*Uc	Joint Area	Controlling Combo
Major(U2)	0.658	533.250	809.930	8.719	UDCON3
Minor(U3)	0.795	644.259	809.930	8.719	UDCON3

Beam/Column Capacity Ratios

	(6/5)(B/C) Ratio	Column/Beam Ratio	SumBeamCap Moments	SumColCap Moments	Controlling Combo
Major(33)	0.734	1.634	914.030	1493.609	UDCON42
Minor(22)	0.902	1.330	1102.865	1466.725	UDCON42

Para los momentos correspondientes a vigas, ya se comprobó anteriormente cómo los calcula Etabs y su comprobación, el cual está basado en la sección designada y su  $A_s$  final de diseño para este ejemplo se tienen lo siguiente;

Concrete Design Information ACI 318-05/IBC 2003

Archivo

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Kip-ft (Beam/Column Capacity Units: Kip-ft)

Level : TECHO L=12.139  
 Element : C6 B=2.953 D=2.953 dc=0.150  
 Section ID : C12 E=518389.625 Fc=576.000 Lt.Wt. Fac.=1.000  
 Combo ID : UDCON42 Fy=8640.000 Fys=8640.000  
 Station Loc : 9.186 RLLF=0.608

Phi(Compression-Spiral): 0.700 Overstrength Factor: 1.25  
 Phi(Compression-Tied): 0.650  
 Phi(Tension Controlled): 0.900  
 Phi(Shear): 0.750  
 Phi(Seismic Shear): 0.600  
 Phi(Joint Shear): 0.850

(6/5)\*(BEAM/COLUMN) CAPACITY RATIOS

	Major Ratio	Minor Ratio
	0.862	O/S #33

Dimensions of the Columns Connected to the Joint

Column Section	Steel Area	Steel Ratio	Width1/Dia (33)b or D	Width2 (22) h	Rotation Degree
Below C12	0.099	1.133	2.953	2.953	0.000

Dimensions of the Beams At the Joint

Beam Section	Concrete Fc	Steel Fy	Width b	TotalDepth h	Rebar As(top)	Rebar As(bottom)
Beam 1 U23	576.000	8640.000	1.312	2.461	0.027	0.022
Beam 2 U20	576.000	8640.000	1.804	2.461	0.038	0.022
Beam 3 U23	576.000	8640.000	1.312	2.461	0.027	0.022
Beam 4 U23	576.000	8640.000	1.312	2.461	0.027	0.022

Beam Capacities and Angles (Overstrength factor = 1.0, Phi(capacity) = 1.0)

Beam	Capacity +veM	Capacity -veM	Cos(Angle) Ratio	Sin(Angle) Ratio
Beam 1	410.121	503.909	0.000	0.000
Beam 2	417.751	692.744	0.000	0.000
Beam 3	410.121	503.909	-1.000	0.000
Beam 4	410.121	503.909	1.000	0.000

Column Moment Capacities About the Axes of the Column Below (Over=1, Phi=1)

Column Below	AxialForce (Major)Pu	Capacity +veMmajor	Capacity -veMmajor	AxialForce (Minor)Pu	Capacity +veMminor	Capacity -veMminor
Column Below	-117.996	1271.753	1271.753	-117.996	1247.609	1247.609

Sum of Beam and Column Capacities About the Axes of the Column Below

	SumBeamCap Major	SumColCap Major	SumBeamCap Minor	SumColCap Minor
Clockwise	914.030	1271.753	921.660	1247.609
CounterClockwise	914.030	1271.753	1102.865	1247.609

Los momentos de Beam 1= V23 corresponde a una viga de 40x75 y área de acero  $A_s$  (top)=3.95 in<sup>2</sup> y  $A_s$  (bottom)=3.16 in<sup>2</sup>, se obtiene los momentos de 410.121k-pie y 503.909 k-pie = 914.03 k-pie, corresponde a beam 1 y 2 = V23 y V20, la capacidad mayor.

Ahora se procede a comprobar con programa en Excel los resultados de columna en eje 3/D Nivel 14, correspondiente a una C13 (90x90) con 22No8 y 1.38% refuerzo que es Mayor que el mínimo (1%) y Menor que el máximo (4%).

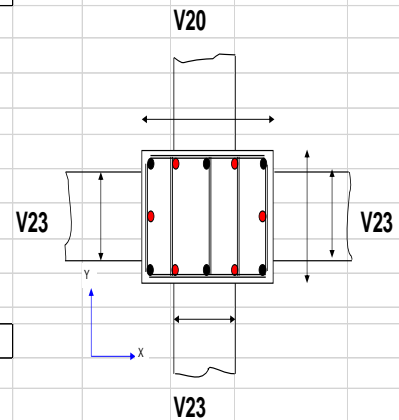
Diseño de Columna de Concreto		Comentarios:	
<b>DATOS A INGRESAR</b>			
	$f'_c$	=	3 ksi
	$f_y$	=	40 ksi
Largo	x	=	31,50 in
Ancho	y	=	23,62 in
Barras	==> #		8
	No. de $A_{sx}$	=	4 # 8
	No. de $A_{sy}$	=	4 # 8
	Total Barras ==> #		12 # 8
	$\rho$	=	1,27%
	$P_u$	=	300 k
	$M_{ux}$	=	100 k-ft
	$M_{uy}$	=	100 k-ft
	$e_x$	=	4,0 in
	$e_y$	=	4,0 in
<b>PASO 4/ CHEQUEO DE LA CAPACIDAD DE LA COLUMNA POR EL MÉTODO BRESLER</b>			
$P_u < (0.80)(0.70)P_o$		$P_n \leq \frac{1}{\frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} + \frac{1}{P_o}}$	
$300,0 < 1261,2 \text{ ok}$		$428,6 < 1860,7 \text{ ok}$	
$\frac{M_{ux}}{M_{nox}} + \frac{M_{uy}}{M_{noy}} \leq 1.0$		$0,452 < 1,0 \text{ ok}$	
<b>ANÁLISIS, Datos de <math>\epsilon_u, \phi</math> y <math>\beta_1</math></b>			
$\epsilon_u$	=	0,003	
$\phi$	=	0,70	
$\beta_1$	=	0,90	
	d	=	29,00 in
	d'	=	2,50 in
	$A_s$	=	3,16 in <sup>2</sup>
	b	=	23,62 in
	$M_n$	=	142,86 k-ft
	$M_{no}$	=	723,52 k-ft
	$P_o$	=	2071,61 k
			2,45 in
			-1.949,64 psi
			587,25 k-ft
			2252,23 k
			17,88 in
			40.000,00 psi
			1076,85 k
			929,66 k-ft
			21,12 in
			2,50 in
			3,16 in <sup>2</sup>
			31,50 in
			142,86 k-ft
			560,64 k-ft
			2005,18 k
			2,22 in
			-10.846,87 psi
			465,58 k-ft
			2252,23 k
			13,02 in
			40.000,00 psi
			1045,90 k
			697,57 k-ft
<b>PASO 1.- CALCULO DE CAPACIDAD DE MOMENTO (Pn=0)</b> $c = \frac{A_s f_y + W_{ste} E_s \sqrt{(A_s f_y A_s u E_s)^2 + 3,4 \beta_1 f_c b A_s u E_s d}}{1,7 \beta_1 f_c b}$			
$M_n = 0,85 f_c \beta_1 c b \left( d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) A_s f_y (d - d')$			
<b>PASO 2.- CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA AXIAL (Mn=0)</b> $P_o = 0,85 f_c (A_g - A_s) + A_s f_y$			
<b>PASO 3.- CONDICIÓN BALANCEADA</b> $a_b = \frac{\epsilon_u E_s \beta_1 d}{\epsilon_u E_s + f_y}$			
$P_b = 0,85 f_c b a_b + A_s f_y$			
$M_b = 0,85 f_c b \left( \frac{a_b}{2} \right) A_s f_y \frac{h}{2} + A_s f_y \frac{d}{2} h$			
$f'_s = E_s \epsilon_u \left( \frac{c - d'}{c} \right)$			
$f'_{sb} = \epsilon_u E_s \left[ 1 + \frac{d'}{d} \right] \frac{\epsilon_u E_s + f_y}{\epsilon_u E_s}$			

Fuente Daniel T. Lee / Engineering International.

Tabla XVI. Cálculo de columnas en formato Excel



PASO 5.- CHEQUEO DE COLUMNA FUERTE VIGA DEBIL							
EJES ANALIZADOS- MOMENTOS DE VIGAS A COLUMNAS							
MEDIDAS EN CMS.	Tipo viga		Capacidad		Sumatoria Vigas		
	Etabs	Propio	M+ (top)	M- (botton)	Mayor	Menor	
40X75	Bean 1	<b>V23</b>	410,121	503,909	<b>914,03</b>	921,66	
55X75	Bean 2	<b>V20</b>	417,751	692,744	1102,865	<b>1102,865</b>	
40X75	Bean 3	<b>V23</b>	410,121	503,909	914,03	914,03	
40X75	Bean 4	<b>V23</b>	410,121	503,909	914,03	914,03	
			<b>827,87</b>	<b>1.196,65</b>			
CHEQUEO							
<b>Col 1.00x1.00 y 20 No8</b>	1,27%						
Informacion obtenida por							
	Excel	Etabs9.5					
$\Sigma$ Mcap. Column mayor (y)	465,58	1493,61	(3,3)				
$\Sigma$ Mcap. Column menor (x)	587,25	1466,73	(2,2)				
$\Sigma$ Mbfy mayor	913,01	914,03	(3,3)				
$\Sigma$ Mbfx menor	1084,33	1102,87	(2,2)				
RELACION COLUMNA /VIGA y (6/5)Viga/Col							
Col. Eje 3/D Y	0,510	1,634	6/5=	1,2			
Col. Eje D/3 X	0,542	1,330	6/5=	1,2			
Col. Eje 3/D Y	2,353	0,734	<	1,2			
Col. Eje D/3 X	2,216	0,902	<	1,2			
<b>Conclusion</b>	Column/Bean	<b>Chequear</b>	6/5 Bean/Col	<b>ok cumple</b>			
<b>Conclusion</b>	Column/Bean	<b>Chequear</b>	6/5 Bean/Col	<b>ok cumple</b>			



**Tabla XVII. Cálculo Comparativo de diseño de columnas**

Se concluye que el programa de Etabs tiene bien desarrollado estos temas, las diferencias son mínimas y como no son el mismo software, en el caso de hojas Excel se pierden decimales en operaciones, que al final terminan en estas diferencias mínimas, las cuales son aceptables.

Finalmente también nos indica que el programa de Excel se puede mejorar, pero que también es una herramienta confiable para verificaciones, lo cual demuestra que siguiendo un proceso de cálculo adecuado y con criterio estructural se obtienen buenos resultados.



## **CAPÍTULO 6**

### **Traslado de datos a planos y detalles estructurales**

Del análisis y Diseño estructural final se van desarrollando los elementos estructurales tipo:

Vigas: para este elemento se desarrolló un eje, y así se deberá realizar para todos los demás niveles y ejes, con lo cual se obtiene una cantidad considerable de ejes diseñados y estos a su vez se deberán plasmar en planos según muestra.

Columnas: de este elemento se diseñó una columna, normalmente se terminan diseñando dos o tres tipos por nivel y que a su vez sirvan para tres o cuatro niveles.

Cimentación: por ser un concepto más amplio y que está determinado por un estudio de suelos y geológico, conlleva más criterio y sería interesante un estudio más profundo sobre este tema. En un edificio como estos normalmente pueden ser zapatas concéntricas unidas con vigas de amarre, y a su vez sobre pilotes, esto como un criterio, pero puede cambiar a una placa de cimentación y pilotes, todo dependerá de los estudios correspondientes de suelos.

El traslado de esta información a planos debe ser un proceso de constante supervisión durante su proceso (dibujo), ya que una mala interpretación va a dar como resultado otro proyecto que no corresponderá al calculado y diseñado, por lo tanto losas, vigas, columnas, cimentación y sus respectivos detalles serán el reflejo del ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL, desarrollado con criterio, además del uso adecuado del programa de análisis y diseño estructural como lo es Etabs.9.5

En esta fase debe regir la INGENIERÍA DE DETALLE, la cual nos indica de lo importante que es el detallado y sobre todo las indicaciones que deben prevalecer, por ejemplo que Eje se considera principal y cual principal secundario, de este concepto se refleja que el eje principal secundaria su peralte efectivo será más pequeño que el eje principal, en consecuencia se deberá reflejar en los planos y tomar muy en cuenta en los diseños.

Lógicamente si las vigas de eje Letras y Números son consideradas iguales, siempre la que se considere principal secundaria tendrá el menor peralte efectivo, considerando que ha menor peralte, menor capacidad en momentos, y aunque la diferencia sea de pulgadas, si puede repercutir en la capacidad.

Por lo tanto es necesario dejar bien plasmado en planos lo anterior. Es necesario caracterizar en forma general una viga, una columna y los nudos que sean necesarios.

Además de identificar cada eje, ya sea el principal y principal secundario. A continuación se presentan un eje de viga armado, la columna y el nudo respectivo, requiriendo que esto se debe hacer cuantas veces sea necesario en el juego de planos estructurales.

También es necesario de tener un orden en la elaboración de planos estructurales, teniendo el siguiente orden en los planos:

**Cimentación + columnas de Sotano4** (Nivel de cimentación)

**Columnas de Sótano 3:** (Nivel siguiente) el cual puede ser válido para dos o tres niveles superiores, y en consecuencia se deberá indicar y quedaría así:

**Columnas de Sotano3 al 1** (por citar un ejemplo)

**Columnas Nivel 1 al 5:** y así sucesivamente, además de ir numerando todos los planos para tener siempre referencia de la cimentación y columnas.

**Detalles estructurales de cimentación:** los cuales deberán contener tipos de zapatas, losa de cimentación, vigas de amarre, pilotes o lo que al final quede diseñado, aquí se deben indicar como se desarrollan los anclajes de las columnas y el desarrollo de traslapes verticales a lo alto del edificio. (Ver detalle final)

**Losas y vigas de Sótano 3,** indicando si es aplicable a dos niveles, caso contrario se tendrán igual número de planos que niveles.

**Detalles estructurales de Losas y vigas:** los cuales se desarrollan como van quedando lo ejes totalmente armados y su continuidad en los refuerzos, aquí se verifican los peraltes cuando se cruzan dos vigas.

Plano de especificaciones estructurales: este plano deberá contener la mayor información posible del proyecto, desde los códigos, cargas vivas, anclajes, traslapes, esfuerzos de los materiales ( $F_c$ ,  $f_y$ , valor soporte) con lo cual ayuda a desarrollar eficientemente el proyecto.

Importante indicar en los planos las características del detalle de ingeniería, Para visualizar mejor lo referente a traslado de datos a planos y detalles estructurales se desarrollaron cuatro planos típicos, los cuales muestran todos los criterios antes mencionados y los cuales se adjuntan en apéndice A.



## CONCLUSIONES

1. El programa de Etabs es eficiente para análisis y diseño estructural, como se comprobó en el modelo realizado.
2. Este programa es una herramienta de gran ayuda, pero se debe entender que cualquier error, se reflejará en los resultados, por lo tanto no se debe ver como un programa de introducir datos.
3. Es importante tomarse el tiempo necesario para plasmar en papel, la geometría (planta y elevaciones) y distribución de cargas, con criterios propios, es decir introducir información en las dimensionales que siempre uno trabaja, (kg-m, lbs.-pie) esto evita muchos errores.
4. El monitorear el proceso, es decir chequeos constantes en las diferentes fases del Análisis y diseño estructural. (geometría, cargas gravitacionales, estáticas y dinámicas.) nos genera confianza y certeza en el programa.
5. Tomar en cuenta que NO se llegará a dominar el programa al 100%, por lo que se puede usar solo para Análisis o Análisis y Diseño según el conocimiento y confianza que se tenga.
6. Este programa, Etabs, están bien idealizados, que muchas veces se cree que realizan los cálculos y diseños con solo pulsar un botón, siendo esto un concepto erróneo.
7. Por ningún motivo se elimina el criterio del ingeniero estructural, como quedó demostró en el análisis y diseños estructural, simplemente estos programas facilitan los procesos de análisis y diseños.

8. Las diferencias de datos finales están dentro del rango del 1% al 5% máximo, y se consideran bien, considerando que al final la cantidad de refuerzo siempre es mayor a la requerida, esto debido a que siempre se colocan varillas completas.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda antes de usar estos programas de Etabs u otro programa, realizar un curso básico-intermedio, para entender el uso, y como aplica los diferentes parámetros de códigos estructurales que se usan en estos análisis y diseños.
2. Que el usuario posea una base suficiente sobre estructuras, es decir que le guste la rama estructural, para entender cuándo se pueden cambiar parámetros aplicados a determinada estructura.
3. Iniciar con modelos típicos, (tipo-Mesa) y un solo nivel, para ir entendiendo de una mejor forma cómo trabajan los programas, y cómo todo proceso de ingeniería, siguiendo con modelos más complejos, esto va generando confianza y habilidad para su uso.
4. A los profesionales que se inician en estos programas, usarlos solo para análisis estructural, esto va proporcionando confiabilidad en el uso, además los análisis son relativamente más fáciles y lógicos de determinar si están bien.
5. Cuando ya se tenga la suficiente confiabilidad y sobre todo, en tener un mejor dominio de los programas, proceder con la fase de Diseño estructural, previsto en los programas.
6. Siempre realizar los diseños paralelos en programas desarrollados en hojas Excel, esto dará la satisfacción y confiabilidad de haber realizado un buen cálculo y diseño estructural.

7. Finalmente se dará cuenta uno de lo complejo que es este proceso, pero además de lo adecuado que realmente es el programa, cuando se hace buen uso del mismo.
8. Siempre esquematizar el proyecto, con características propias, es decir realizarlo como uno lo haría manualmente, esto aclara bastante el proceso de introducción de datos y evita errores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACE (2005), Building Code Requirements for Structural Concrete, ACI318-05, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI., USA.
2. AGIES ESE 2-10 Demandas Estructurales, Condiciones de Sitio y Niveles de Protección.
3. ASCE (2010), Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE/SEI 7-10, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.
4. IBC (2003), International Building Code, IBC 2003, West Flossmoor Road Country Club Hills, Illinois, USA.
5. IBC (2006), International Building Code, IBC 2006, West Flossmoor Road Country Club Hills, Illinois, USA.
6. Nilson, Artur – Winter, George (2000), Diseño de estructuras de concreto. 11va. Edición, México: Ediciones MacGRAW-HILL.
7. Paulay, T. M.J. Prestley. Seismic Design of reinforced concrete and Masonry Building.
8. Reiteran, Christopher Arnoldo, Robert (1987), Configuración y Diseño sísmico de edificios (1ra. Edición, México: Ediciones Limusa S.A.).
9. Uribe, Escamilla, Jairo (2000) Análisis de estructuras. 2da. Edición, Bogotá, Ediciones Ecoe.
10. [www.csiberkeley.com](http://www.csiberkeley.com) y [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com)

## **ANEXOS**



INVERSIÓN DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

SECCION

PLANTA DE CIMENTACION

FECHA: MARZO 2010

SECCION: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA DE LA INSTITUCION DE INVESTIGACIONES Y ESTADISTICAS

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

CA. I.E.C.

ASADO ENTRE

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA DE LA INSTITUCION DE INVESTIGACIONES Y ESTADISTICAS

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

CA. I.E.C.

CIMENTACION + DETALLES

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

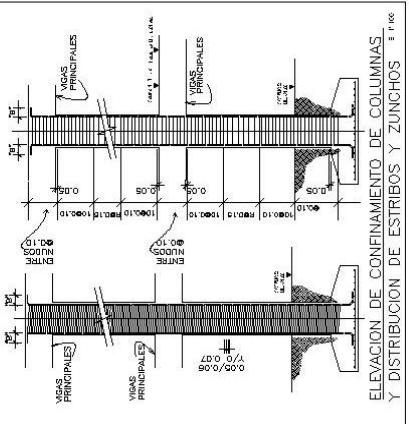
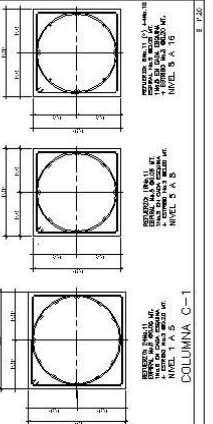
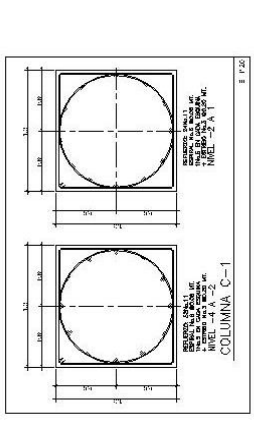
PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA



ESPECIFICACIONES

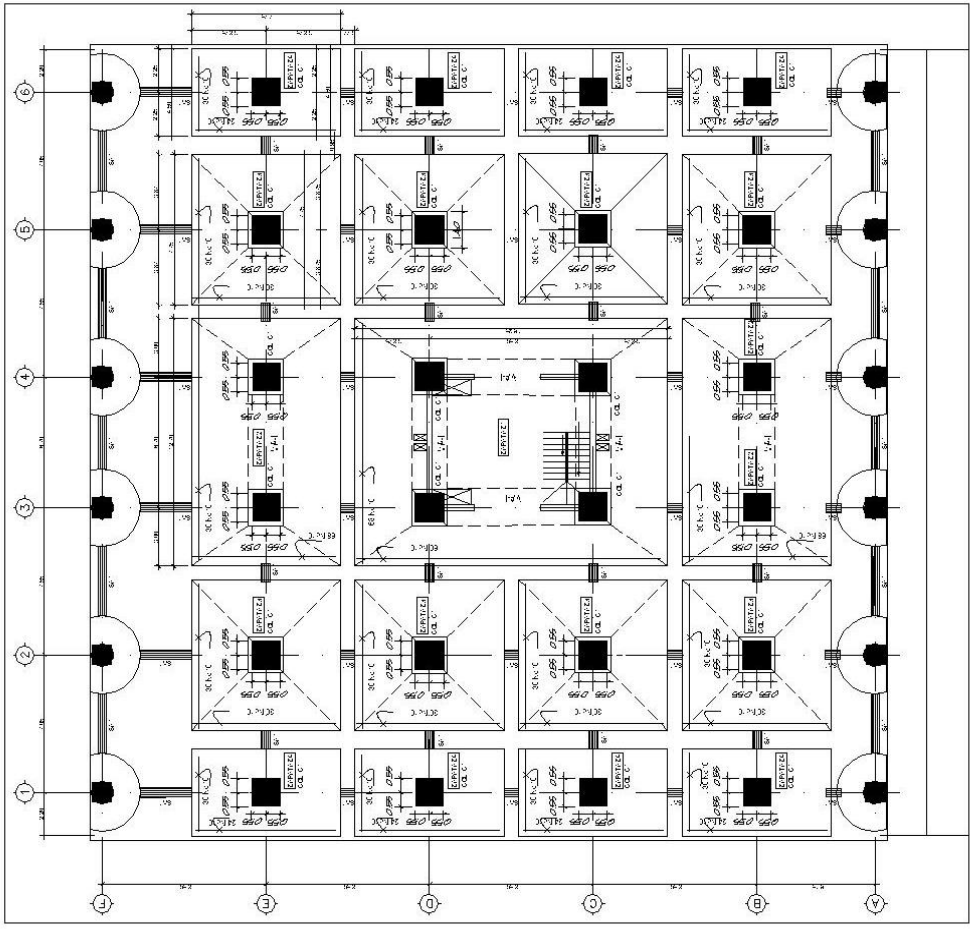
- CIMENTO, VIGAS Y LOSAS: AGERO  $f_y = 60,000$  PSI.
- COLUMNAS Y MUROS DE CORTE: AGERO  $f_y = 80,000$  PSI.
- CONCRETO  $f_c = 5,000$  PSI.

NOTAS: DETALLES DE ORIENTACIONES

HORA: 12

VER OTRAS ESPECIFICACIONES

PROYECTO: REFORMA EN PLANTA



PLANTA DE CIMENTACION



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

SECCION

PLANTA UBICACION

ESP-04

MANEJO ZIG

REG-04

INDICACION DE PLANTA

REVISION

ELABORACION

PROYECTO

UBICACION DE LA OBRA

INDICACION DE PLANTA

REVISION

ELABORACION

PROYECTO

UBICACION DE LA OBRA

INDICACION DE PLANTA

REVISION

ELABORACION

PROYECTO

UBICACION DE LA OBRA

INDICACION DE PLANTA

REVISION

ELABORACION

PROYECTO

UBICACION DE LA OBRA

INDICACION DE PLANTA

REVISION

ELABORACION

PROYECTO

UBICACION DE LA OBRA

INDICACION DE PLANTA

REVISION

ELABORACION

PROYECTO

UBICACION DE LA OBRA

INDICACION DE PLANTA

REVISION

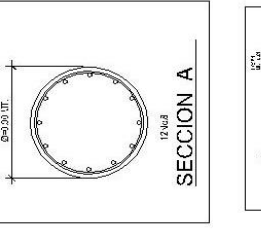
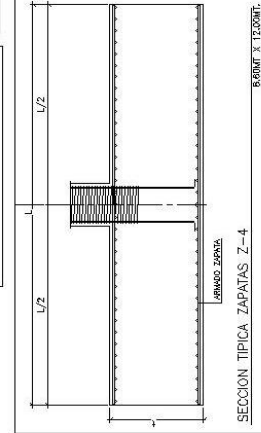
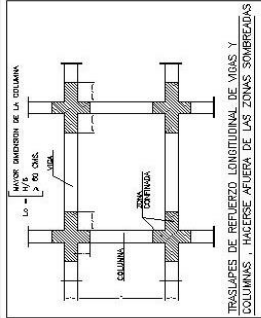
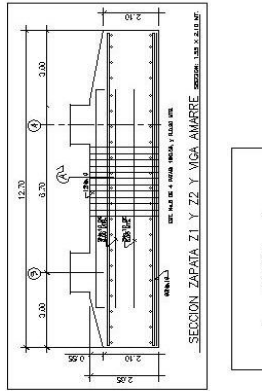
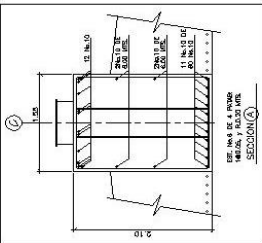
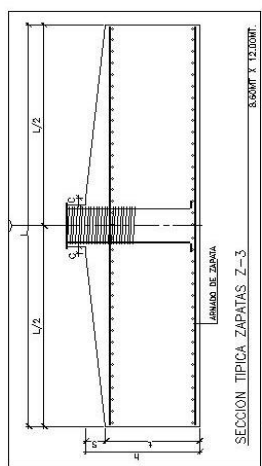
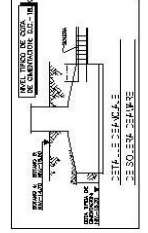
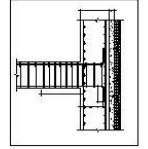
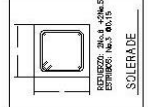


TABLA 1

BAR	A	B	C	D
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00



ESPECIFICACIONES

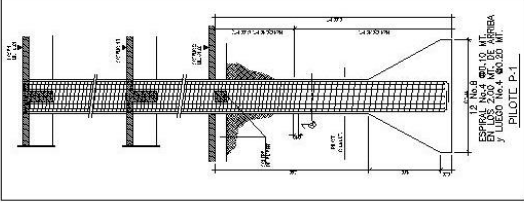
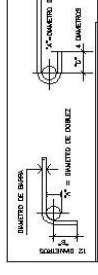
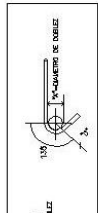
- CEMENTO, VIAS Y LOSAS: CONCRETO Fc= 4000 PSI
- COLUMNAS Y MUROS DE CORTE: ACERO fy= 60,000 PSI
- CONCRETO f'c= 5,000 PSI.

REQUISITOS MINIMOS PARA PROTECCION DEL ACERO REFORZO

- 1- ENTERRAR FUENTES DISTINTAMENTE CONTRA EL CEMENTO.
- 2- ENTERRAR CUBIERTAS A CONTACTO CONTRA EL CEMENTO.
- 3- COLUMNAS Y VIGAS PERIFERICAS: 1.5" MIN. DE CUBIERTA.
- 4- LOSAS Y VIGAS SECCIONADAS: 0.5" MIN. DE CUBIERTA.

ESPECIFICACIONES DE TRASLAPES Y ANCLAJES EN ACERO

BARRA	NO. DE TRASLAPES EN COLUMNA	TRASLAPES EN VIGA Y LOSA	ANCLAJES EN LOSA
1	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

SECCIÓN

PLANTA UBICACIÓN

FECHA: MARZO 2012

SEÑALA: INGENIERA ENFERMERA

PROYECTO: REFORMA DE PINTAMIENTOS Y REPARACIÓN DE REFORMA - SUR

NOTA: VER DETALLE DE ORBITACIONEN Y VER OTRAS ESPECIFICACIONES HOJA 02.

COL. 002

USO: P. 002

PROY. 002.01

PROY. 002.02

PROY. 002.03

PROY. 002.04

PROY. 002.05

PROY. 002.06

PROY. 002.07

PROY. 002.08

PROY. 002.09

PROY. 002.10

PROY. 002.11

PROY. 002.12

PROY. 002.13

PROY. 002.14

PROY. 002.15

PROY. 002.16

PROY. 002.17

PROY. 002.18

PROY. 002.19

PROY. 002.20

PROY. 002.21

PROY. 002.22

PROY. 002.23

PROY. 002.24

PROY. 002.25

PROY. 002.26

PROY. 002.27

PROY. 002.28

PROY. 002.29

PROY. 002.30

PROY. 002.31

PROY. 002.32

PROY. 002.33

PROY. 002.34

PROY. 002.35

PROY. 002.36

PROY. 002.37

PROY. 002.38

PROY. 002.39

PROY. 002.40

PROY. 002.41

PROY. 002.42

PROY. 002.43

PROY. 002.44

PROY. 002.45

PROY. 002.46

PROY. 002.47

PROY. 002.48

PROY. 002.49

PROY. 002.50

PROY. 002.51

PROY. 002.52

PROY. 002.53

PROY. 002.54

PROY. 002.55

PROY. 002.56

PROY. 002.57

PROY. 002.58

PROY. 002.59

PROY. 002.60

PROY. 002.61

PROY. 002.62

PROY. 002.63

PROY. 002.64

PROY. 002.65

PROY. 002.66

PROY. 002.67

PROY. 002.68

PROY. 002.69

PROY. 002.70

PROY. 002.71

PROY. 002.72

PROY. 002.73

PROY. 002.74

PROY. 002.75

PROY. 002.76

PROY. 002.77

PROY. 002.78

PROY. 002.79

PROY. 002.80

PROY. 002.81

PROY. 002.82

PROY. 002.83

PROY. 002.84

PROY. 002.85

PROY. 002.86

PROY. 002.87

PROY. 002.88

PROY. 002.89

PROY. 002.90

PROY. 002.91

PROY. 002.92

PROY. 002.93

PROY. 002.94

PROY. 002.95

PROY. 002.96

PROY. 002.97

PROY. 002.98

PROY. 002.99

PROY. 003.00

PROY. 003.01

PROY. 003.02

PROY. 003.03

PROY. 003.04

PROY. 003.05

PROY. 003.06

PROY. 003.07

PROY. 003.08

PROY. 003.09

PROY. 003.10

PROY. 003.11

PROY. 003.12

PROY. 003.13

PROY. 003.14

PROY. 003.15

PROY. 003.16

PROY. 003.17

PROY. 003.18

PROY. 003.19

PROY. 003.20

PROY. 003.21

PROY. 003.22

PROY. 003.23

PROY. 003.24

PROY. 003.25

PROY. 003.26

PROY. 003.27

PROY. 003.28

PROY. 003.29

PROY. 003.30

PROY. 003.31

PROY. 003.32

PROY. 003.33

PROY. 003.34

PROY. 003.35

PROY. 003.36

PROY. 003.37

PROY. 003.38

PROY. 003.39

PROY. 003.40

PROY. 003.41

PROY. 003.42

PROY. 003.43

PROY. 003.44

PROY. 003.45

PROY. 003.46

PROY. 003.47

PROY. 003.48

PROY. 003.49

PROY. 003.50

PROY. 003.51

PROY. 003.52

PROY. 003.53

PROY. 003.54

PROY. 003.55

PROY. 003.56

PROY. 003.57

PROY. 003.58

PROY. 003.59

PROY. 003.60

PROY. 003.61

PROY. 003.62

PROY. 003.63

PROY. 003.64

PROY. 003.65

PROY. 003.66

PROY. 003.67

PROY. 003.68

PROY. 003.69

PROY. 003.70

PROY. 003.71

PROY. 003.72

PROY. 003.73

PROY. 003.74

PROY. 003.75

PROY. 003.76

PROY. 003.77

PROY. 003.78

PROY. 003.79

PROY. 003.80

PROY. 003.81

PROY. 003.82

PROY. 003.83

PROY. 003.84

PROY. 003.85

PROY. 003.86

PROY. 003.87

PROY. 003.88

PROY. 003.89

PROY. 003.90

PROY. 003.91

PROY. 003.92

PROY. 003.93

PROY. 003.94

PROY. 003.95

PROY. 003.96

PROY. 003.97

PROY. 003.98

PROY. 003.99

PROY. 004.00

PROY. 004.01

PROY. 004.02

PROY. 004.03

PROY. 004.04

PROY. 004.05

PROY. 004.06

PROY. 004.07

PROY. 004.08

PROY. 004.09

PROY. 004.10

PROY. 004.11

PROY. 004.12

PROY. 004.13

PROY. 004.14

PROY. 004.15

PROY. 004.16

PROY. 004.17

PROY. 004.18

PROY. 004.19

PROY. 004.20

PROY. 004.21

PROY. 004.22

PROY. 004.23

PROY. 004.24

PROY. 004.25

PROY. 004.26

PROY. 004.27

PROY. 004.28

PROY. 004.29

PROY. 004.30

PROY. 004.31

PROY. 004.32

PROY. 004.33

PROY. 004.34

PROY. 004.35

PROY. 004.36

PROY. 004.37

PROY. 004.38

PROY. 004.39

PROY. 004.40

PROY. 004.41

PROY. 004.42

PROY. 004.43

PROY. 004.44



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

SECCION

PLANTA UBICACION

TRAMO

NUMERO ZONA

REGION

INDICACION SUPLENIA

PROYECTO

ELABORADO POR INGENIEROS CIVILES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

REFORMA - SUR

PROFESOR RESPONSABLE

CON. 100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO

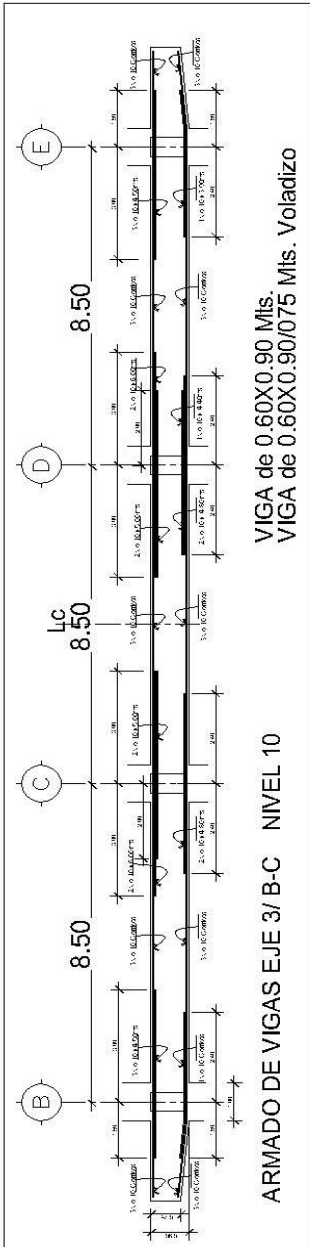
PROYECTO

PROYECTO

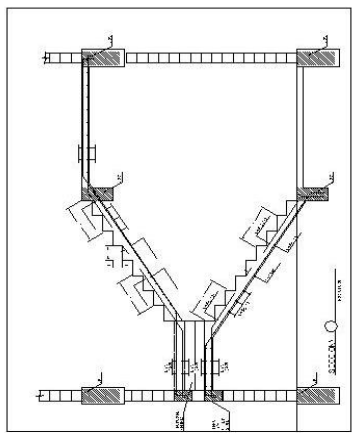
PROYECTO

PROYECTO

PROYECTO



ARMADO DE VIGAS EJE 3/B-C NIVEL 10



**ESPECIFICACIONES**  
 - CEMENTO, VIGAS Y LOGAS:  
 ACERO fy= 60,000 PSI  
 ACERO fy= 60,000 PSI  
 - COLUMNAS Y MUROS DE CORTE:  
 ACERO fy= 60,000 PSI  
 CONCRETO fc= 5,000 PSI.

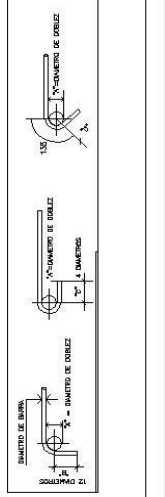
**REQUISITOS DE RECURSOS MINIMOS PARA PERFORACION DE AGUAS DE INTERIOR**  
 1- BOMBAS Y EQUIPOS DE BOMBEO  
 2- EQUIPOS DE CARGA Y CORTADO DE TUBERIAS  
 3- EQUIPOS DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE TUBERIAS  
 4- EQUIPOS DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE TUBERIAS  
 5- EQUIPOS DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE TUBERIAS  
 6- EQUIPOS DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE TUBERIAS

**ESPECIFICACIONES DE TRASLAPES Y ANCLAJES EN ACERO**

DIAMETRO DE BARRA	TRASLAPES EN COLUMNAS	TRASLAPES EN VIGAS	ANCLAJES
3	35D	35D	35D
4	35D	35D	35D
5	35D	35D	35D
6	35D	35D	35D
7	35D	35D	35D
8	35D	35D	35D
9	35D	35D	35D
10	35D	35D	35D
11	35D	35D	35D
12	35D	35D	35D

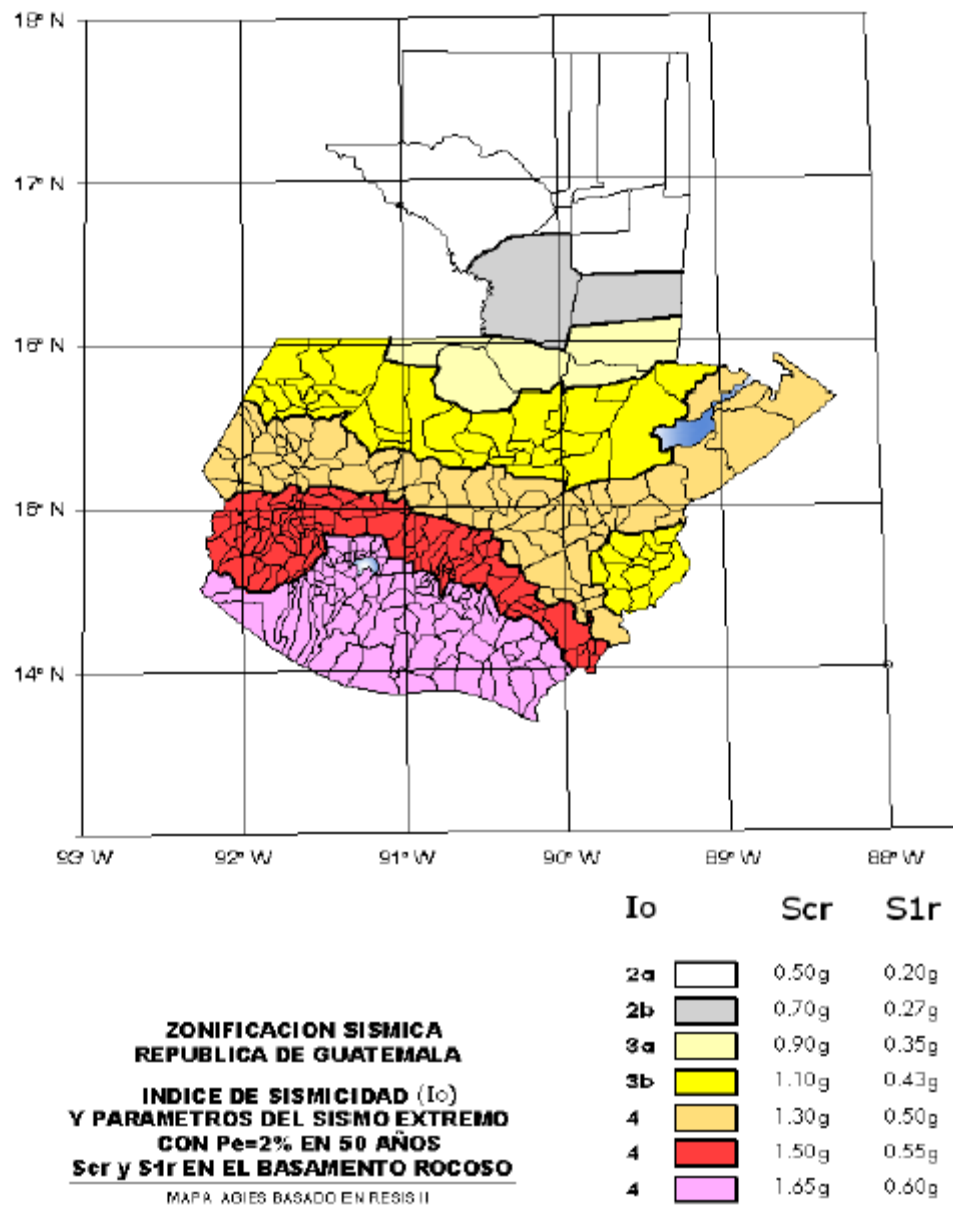
**TABLA 1**

TIPO DE BARRA	A	B	C	D
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000





**Figura 4-1**  
**Zonificación sísmica para la República de Guatemala**



Fuente: AGIES 2010

## Nivel Mínimo de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$I_0 = 5$	E	E	D	C
$I_0 = 4$	E	D	D	C
$I_0 = 3$	D	C	C	B
$I_0 = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder un sismo de diseño	5% en 50 años	5% en 50 años	10% en 50 años	No aplica
a) ver clasificación de obra en Capítulo 3, norma NSE 1 b) ver índice de sismicidad en Sección 4.2.1 c) ver Sección 4.3.4, para selección de espectro sísmico de diseño según probabilidad de excederlo d) para ciertas obras que hayan sido calificadas como "críticas" el ente estatal correspondiente puede considerar probabilidad de excedencia de 2% en 50 años ( $K_d = 1.00$ en sección 4.3.4) e) "esencial" e "importante" tienen la misma probabilidad de excedencia – se diferencian en el Nivel de Protección y en las deformaciones laterales permitidas				

Fuente: AGIES NSE 2-10.

### Coeficiente de sitio Fa

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
D	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
E	1.7	1.2	1.0	0.9	0.9
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES NSE 2-10.

### Coeficiente de sitio Fv

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
E	3.2	2.8	2.6	2.4	2.4
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES NSE 2-10.

### Factor $N_a$ para períodos cortos de vibración

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)		
	$\leq 2$ km	5 km	$\geq 10$ km
A	1.25	1.12	1.0
B	1.12	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar la distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km  
 Nota 2: utilizar el factor  $N_a$  que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Fuente: AGIES NSE 2-10.

### Factor $N_v$ para períodos largos de vibración

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)			
	$\leq 2$ km	5 km	10 km	$\geq 15$ km
A	1.4	1.2	1.1	1.0
B	1.2	1.1	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km  
 Nota 2: utilizar el factor  $N_v$  que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Fuente: AGIES NSE 2-10.

## Coeficientes y factores de diseño de sistemas sismo resistentes

	SISTEMA ESTRUCTURAL (sección 1.5)	Sistema Constructivo Véase Secc1.5.8	R	$\Omega_r$	$C_d$	Límite de altura en metros			
						Nivel de Protección			
						B	C	D	E
E1	SISTEMA DE MARCOS								
E1-A	Marcos tipo A								
	De concreto reforzado	NSE 7.1	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
	De acero estructural	NSE 7.5	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
E1-B	Marcos tipo B								
	De concreto reforzado	NSE 7.1	5	3	4.5	50	30	12	NP
	De acero estructural	NSE 7.5	4.5	3	4	50	30	12	NP
E1-C	Marcos tipo C								
	De concreto reforzado	NSE 7.1	3	3	3	30	NP	NP	NP
	De acero estructural	NSE 7.5	3.5	3	2.5	30	NP	NP	NP
E2	SISTEMA DE CAJON								
	Con muros estructurales								
	De concreto reforzado A	NSE 7.1	5	2.5	5	SL	75	50	30
	De concreto reforzado B	NSE 7-1	4	2.5	4	50	50	30	NP
	De concreto reforzado BD	1.5.8	5	2.5	3	30	30	15	12
	De mampostería reforzada A	NSE 7.4	4	2.5	3	30	30	20	15
	Paneles de Concreto prefabricado	NSE 7.3	4	3	3.5	30	30	15	12
	Con paneles de madera	NSE 7.6	6	3	4	20	20	15	20
E3	SISTEMA GENERAL								
	Con muros estructurales								
	De concreto reforzado A	NSE 7.1	6	2.5	5	SL	75	50	50
	De concreto reforzado B	NSE 7.1	5	2.5	4	SL	50	30	NP
	De mampostería reforzada A	NSE 7.4	5.5	3	3.5	SL	SL	50	50
	Paneles de concreto prefabricado	NSE 7.3	4.5	3	3.5	SL	30	30	20
	Marcos de acero arriostrado								
	Tipo A con riostras excéntricas	NSE 7.5	8	2	4	SL	50	50	30
	Tipo A con riostras concéntricas	NSE 7.5	6	2	5	SL	50	30	20
	Tipo B con riostras concéntricas	NSE 7.5	3.5	2	3.5	30	12	12	NP

Fuente: AGIES NSE 3-10.

**Coeficientes y factores de diseño de sistemas sismo resistentes  
(continuación)**

	SISTEMA ESTRUCTURAL (sección 1.5)	Sistema Constructivo Véase Secc1.5.8	R	$\Omega_r$	$C_d$	Límite de altura en metros				
						Nivel de Protección				
						B	C	D	E	
E4	SISTEMA DUAL  Marcos de concreto reforzado A Con muros estructurales De concreto reforzado A De mampostería reforzada A	NSE 7.1	7	2.5	5.5	SL	SL	SL	SL	
		NSE 7.4	5.5	3	5	SL	SL	SL	SL	
	Marcos de acero tipo A con riostras excéntricas con riostras concéntricas especiales	NSE 7.5	8	2.5	4	SL	SL	SL	SL	
		NSE 7.5	7	2.5	5.5	SL	SL	SL	SL	
	E5	COLUMNAS VOLADIZAS o PÉNDULO INVERTIDO  De concreto reforzado Confinado  De estructura de acero Con detalles sísmicos  De estructura de madera	NSE 7.1	2.5	1.2	2.5	12	12	12	12
			NSE 7.5	2.5	1.2	2.5	12	12	12	12
NSE 7.7			1.5	1.5	1.5	12	12	12	12	
E6	OTRO TIPO  Clasificar como E5, o bien, consultar exclusiones en NSE 3.1, NSE 4, NSE 5 o NSE 6.									

Nota: SL = Sin límite, NP = No se permite

Fuente: AGIES NSE 3-10.