



UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE
FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**Desarrollo de un entorno didáctico multimedial para el aprendizaje
del área de estructura en las carreras de la Facultad de
Arquitectura, Construcción e Ingeniería Civil**

AUTOR: JUAN MUSIC TOMICIC

FECHA: MARZO 2005

E-Mail: JMUSIC@UCN.CL

Desarrollo de un entorno didáctico multimedial para el aprendizaje del área de estructura en las carreras de la Facultad de Arquitectura, Construcción e Ingeniería Civil

Resumen

En el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Católica del Norte, hemos ido incorporando diversos software destinados al diseño de estructuras. Entre ellos podemos mencionar el ETABS, SAP y SAFE.

En las clases entregamos a los estudiantes los conocimientos teóricos y prácticos, para el manejo de las nuevas herramientas de diseño y su aplicación a las nuevas tecnologías y tendencias del mercado actual.

Para conseguir este objetivo, nos propusimos desarrollar entornos de aprendizaje basados en tecnologías multimedia, que aportasen una serie de elementos positivos, desde un punto de vista pedagógico, a la asimilación de los conocimientos necesarios para que el estudiante logre desenvolverse con soltura dentro de las ya comentadas herramientas de diseño.

Como parte de este trabajo, se han preparado estos apuntes y el material adicional desarrollado, el cual se entrega en un CD, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes en el área de estructura.

Aquí se expone de una manera clara y concisa, la forma de usar el software ETABS y SAP.

Es importante señalar que para poder utilizar un software de manera adecuada se requiere previamente dominar la teoría en la cual se basa el programa. Sin ello, no es posible ni recomendable utilizar ningún programa.

Desarrollo de un entorno didáctico multimedial para el aprendizaje del área de estructura en las carreras de la Facultad de Arquitectura, Construcción e Ingeniería Civil

1) Introducción

El enfoque de la enseñanza del análisis estructural está cambiando en forma acelerada debido a la profusión del uso y disponibilidad de la computadora. Los costos cada vez más bajos y la capacidad de cálculo siempre creciente han tenido, como era de esperar, un efecto positivo en los programas para análisis de estructuras. El número y variedad de programas para el análisis y diseño de estructuras ha crecido al mismo ritmo que se han desarrollado las computadoras. Es muy probable que alguno o incluso varios de los programas tales como SAP2000, ETABS, Visual Analysis, STAAD/Pro, RISA, GT-Strudl, Robot, Cypecad y otros, se encuentren hoy en día en todas las oficinas de cálculo y diseño.

A tono con los tiempos, el grupo de docentes del área de Estructura del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Católica del Norte, ha implementado y sigue considerando cambios en el contenido de sus cursos de análisis y diseño. En particular, se está poniendo más énfasis en los cursos de análisis de pregrado en el método de rigidez matricial.

Los cambios tecnológicos en la educación en general y en ingeniería estructural son inevitables e irreversibles y no tiene sentido oponerse a ellos; por el contrario deberíamos aceptarlos y adoptarlos en forma juiciosa e inteligente. Los estudiantes actuales han nacido y crecido sumergido en la era de la informática y en general se sienten muy cómodos con el manejo de las computadoras. Es por lo tanto lógico y razonable aprovechar esta coyuntura para mejorar su formación técnica.

Lo antes señalado, si bien nos permite contar con una herramienta poderosa, es importante reflexionar sobre el uso (y abuso) de los programas de análisis estructural. Como se tendrá oportunidad de apreciar más adelante, es posible para un usuario crear un modelo de una estructura relativamente complicada y analizarla para distintas condiciones de carga con mucha facilidad y con conocimientos mínimos del tema. Sin embargo, esto puede traer consecuencias muy negativas, e inclusive catastróficas. Como todo profesional o docente con experiencia sabe, es imposible (y peligroso) sustituir la experiencia y los años de estudio con una computadora. Es bien conocido el adagio en inglés: "garbage-in, garbage-out". En otras palabras, los resultados que entrega un programa de computadora son tan malos (o buenos...) como los datos que se le ingresan.

El uso de la computadora permite optimizar el diseño al ser factible considerar diversos sistemas estructurales, geometrías o secciones para una misma estructura en un tiempo razonable. También se puede aumentar la confiabilidad estructural al poder considerarse con relativa facilidad diversos escenarios o combinaciones de cargas más allá de las mínimas requeridas por un código. El mismo objetivo se logra al acercar más el modelo analítico a la estructura real haciéndolo más sofisticado y detallado (por ejemplo, considerando efectos tridimensionales, etc.). Al reducirse el

tiempo para el análisis y diseño, la eficiencia y por ende la competitividad de una empresa de ingeniería se ve beneficiada.

Todo esto es posible mediante el uso de programas profesionales para el análisis estructural. Lo que **no** es posible sustituir mediante una computadora es el esfuerzo detrás de años de estudio y el buen juicio ingenieril. Por lo tanto, nuestra filosofía básica en la enseñanza del arte y la ciencia de la ingeniería estructural no ha cambiado. Todo estudiante debe aprender y entender claramente las suposiciones y simplificaciones que se hacen al crear un modelo, o en el método de cálculo. Debe ser capaz de reproducir a mano lo que la computadora puede hacer para una estructura simple, incluyendo los famosos diagramas de fuerzas y momentos internos. Debe ser capaz de determinar si los resultados del análisis, ya sea a mano o automático, tienen sentido o no. Debe conocer la metodología y ser capaz de calcular las cargas (muertas, vivas, viento, terremoto, etc.) para el análisis de la estructura. Debe conocer las diferencias entre los distintos sistemas estructurales y cómo éstos trabajan. Sólo una vez que domina estos aspectos (y tal vez uno que otro no citado), el estudiante o profesional está capacitado para usar en forma exitosa y productiva una herramienta tan poderosa como un programa de análisis estructural. Por lo tanto, si los programas son utilizados por personas que tienen conociendo sólidos de los fundamentos conceptuales de los métodos que utilizan y sus supuestos y aplican su experiencia y un buen criterio estructural, estos son una buena herramienta de apoyo al ingeniero.

En el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Católica del Norte, hemos ido incorporando diversos software destinados al diseño de estructuras. Entre ellos podemos mencionar el ETABS, SAP y SAFE.

En las clases entregamos a los estudiantes los conocimientos teóricos y prácticos, para el manejo de las nuevas herramientas de diseño y su aplicación a las nuevas tecnologías y tendencias del mercado actual.

Para conseguir este objetivo, nos propusimos desarrollar entornos de aprendizaje basados en tecnologías multimedia, que aportasen una serie de elementos positivos, desde un punto de vista pedagógico, a la asimilación de los conocimientos necesarios para que el estudiante logre desenvolverse con soltura dentro de las ya comentadas herramientas de diseño.

Como parte de este trabajo, se han preparado estos apuntes y el material adicional desarrollado, el cual se entrega en un CD, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes en el área de estructura.

Aquí se expone de una manera clara y concisa, la forma de usar el software ETABS y SAP.

Es importante señalar que para poder utilizar un software de manera adecuada se requiere previamente dominar la teoría en la cual se basa el programa. Sin ello, no es posible ni recomendable utilizar ningún programa.

2) Manual práctico de utilización del programa ETABS

Se expone, a continuación, los principales aspectos que se deben conocer y dominar para el uso del programa ETABS.

a) Aspectos Generales

ETABS es un programa de análisis y diseño estructural basado en el método de los elementos finitos, con especiales características para el análisis y diseño estructural de edificaciones. Los métodos numéricos usados en el programa, los procedimientos de diseño y los códigos internacionales de diseño le permitirán ser versátil y productivo, tanto si se está diseñando un pórtico bidimensional o realizando un análisis dinámico de un edificio de gran altura con aisladores en la base.

b) Concepto Fundamental

ETABS trabaja dentro de un sistema de datos integrados. El concepto básico es que usted crea un modelo consistente del sistema de piso y sistemas de pórtico vertical y lateral (o sistema de muros) para analizar y diseñar toda la edificación. Todo lo que se necesita es integrar el modelo dentro de un sistema versátil de análisis y diseño con una interfase. No existen módulos externos para mantenimiento y no se preocupe de la transferencia de datos entre módulos. Los efectos sobre una parte de la estructura debido a cambios efectuados en otra parte son instantáneos y automáticos.

c) Variedad de Opciones de Análisis

Los métodos de análisis incluyen una gran variedad de opciones para el análisis estático y dinámico. El modelo integrado puede incluir, sistemas de vigas de acero, pórticos resistentes, complejos sistemas de muros de cortante, losas de piso rígido y flexible, techos inclinados, rampas y estructuras de estacionamiento, sistemas de tijerales, edificaciones múltiples y sistemas de diafragma escalonados.

d) Métodos Numéricos

Los métodos numéricos usados para analizar la edificación permiten modelar sistemas de piso de tableros de acero y losa de concreto que puedan automáticamente transmitir sus cargas a las vigas principales. El enmallado de elementos finitos elaborados automáticamente de un complejo sistema de piso con interpolación de desplazamientos en transiciones de diferentes características de mallas, asociado con el análisis de vectores Ritz para el análisis dinámico, permite la inclusión de los efectos de flexibilidad del diafragma en el análisis de una manera práctica.

Las opciones de análisis dinámico vertical permiten incluir los efectos de las componentes del movimiento vertical del terreno en su análisis sísmico. Esto también permitirá una evaluación detallada de los problemas de vibración vertical de pisos, adicionales a los métodos empíricos tradicionales que también son incluidos dentro del software.

Los problemas especiales asociados con la construcción de estructuras típicas han sido asociados con técnicas numéricas personalizadas que permiten incluir fácilmente sus efectos en el análisis. Los problemas especiales incluidos, entre otros, son: Cálculo del centro de rigidez, efectos locales y globales P-Delta, inclusión de paneles aislados en zona deformable, efecto de nudos rígidos en los extremos y

desplazamiento de extremos de elementos con relación a los puntos cardinales de una sección.

e) Capacidades Avanzadas

Los más avanzados métodos numéricos incluyen sofisticadas opciones para modelar amortiguamientos no lineales, análisis pushover, aislamiento en base, construcción con carga secuencial, impacto y levantamiento estructural.

f) Uso del Manual Desarrollado

El manual que se presenta lo introduce al uso del programa ETABS Versión 8.4.5. ETABS es un programa extremadamente versátil y poderoso con muchas ventajas y funciones. Este manual no pretende ser un documento que cubra en su totalidad esas funciones y ventajas. El fue elaborado pensando en que se desea hacer el análisis estructural de un edificio de varios pisos, que tiene diafragma rígido a nivel de piso y se realizara un análisis sísmico por el método dinámico de superposición modal espectral, según las disposiciones de la norma Nch433of96.

Para captar el completo valor del ETABS, debería usarse este manual en conjunto con los otros documentos del programa, tales como el manual de referencia del uso de la interfase gráfica y los manuales de diseño en acero, concreto, muros de corte y pisos de sección compuesta.

Es importante finalmente señalar que el programa incluye gran cantidad de ayuda en línea que esta disponible cada vez que la interfase gráfica este abierta. La documentación es accesible en dos formas: una ayuda estándar al estilo Windows y una gran biblioteca de documentos.

Se accede a la ayuda estilo Windows haciendo click en el menú **Help** y seleccionando **Search for Help on....**, o presionando la tecla de función **F1** en el teclado. Si la tecla **F1** es presionada mientras un formulario está abierto, la ayuda relacionada a ese ítem, será visualizada. La ayuda al estilo Windows provee una guía con respecto al ingreso de datos dentro de varios formularios usados en el programa. Es frecuente aclarar además el significado de los datos ingresados dentro de los formularios.

La biblioteca de documentos es una serie de archivos con .pdf que pueden ser visualizados o impresos usando Adobe Acrobat Reader. Se accede a la librería de documentos usando el comando **Help > Documentation and Tutorials**, el cual presentará el formulario **ETABS Documentation**. Este formulario visualiza varias de las categorías de documentación disponible.

Haciendo Doble click (botón izquierdo del mouse) sobre el nombre de una categoría presentará una lista de los documentos individuales disponibles en formato .pdf. Note que algunas de las categorías además tienen subcategorías.

Haciendo doble click en el botón derecho del mouse, sobre el nombre de un documento individual presentará información resumida acerca de contenido, tamaño y fecha.

Haciendo doble click (botón izquierdo del mouse) sobre el nombre de un documento individual, o resaltándolo y haciendo clic en el botón **Display Selected Document** ejecutará el Adobe Acrobat Reader y visualizará el documento seleccionado. Note que muchos archivos contienen hipervínculos para facilitar el desplazamiento entre los documentos.

MANUAL DE USO DEL PROGRAMA ETABS.

1.- Consideraciones Generales

- Se presentan los principales comandos del programa ETABS, versión 8.4.5.
- El edificio a analizar se supone que cuenta con diafragma rígido a nivel de piso.
- Se aplican las disposiciones de la norma Nch. 433 Of. 96.
- Se realizará un análisis sísmico por el método de superposición modal espectral.

2.- Etapas para realizar un análisis estructural de un edificio con Software Etabs V8.

Se pueden distinguir 6 etapas principales:

- Etapa 1: Estructuración del edificio.
- Etapa 2: Creación del modelo estructural.
- Etapa 3: Realizar Análisis Modal.
- Etapa 4: Definición de sismos a analizar y estados de cargas.
- Etapa 5: Realizar análisis estructural.
- Etapa 6: Visualización de resultados.

ETAPA 1: Estructuración del edificio.

Es la etapa más importante y consiste en definir la ubicación, dimensiones y materiales de todos los elementos estructurales, para poder resistir adecuadamente las cargas que actúan sobre el edificio, según disposiciones de las normas chilenas vigentes.

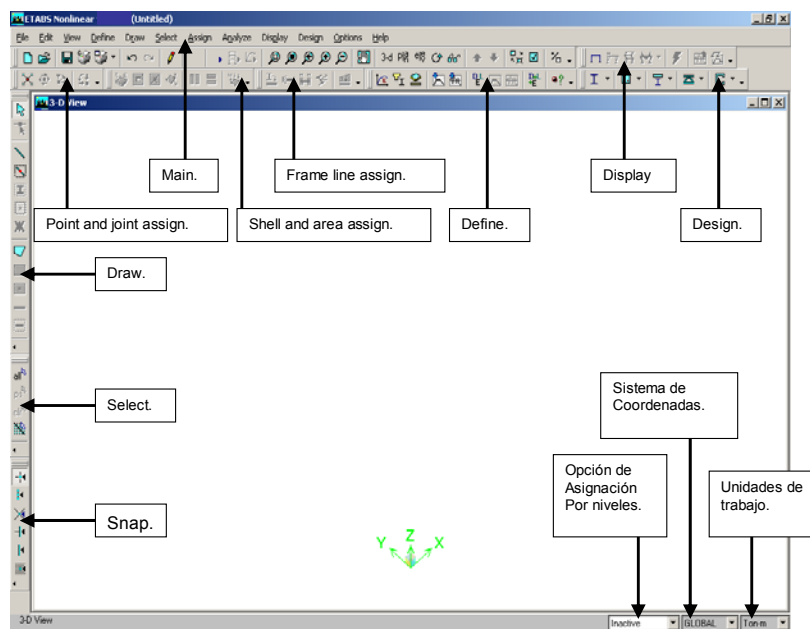
Para lograr una estructuración adecuada, se requiere:

- Gran dominio de los conceptos fundamentales de una buena estructuración;
- Experiencia práctica del ingeniero.

Antes de usar el programa se debe:

- i) Definir la estructuración del edificio;
- ii) Establecer el sistema de coordenadas globales (X, Y, Z);
- iii) Definir los ejes necesarios para ubicar los elementos resistentes (vigas, columnas, muros, losas, etc.) del edificio.

Una vez finalizado lo anterior, se debe abrir el programa ETABS, lo que nos lleva a la pantalla principal de él, la cual se muestra en la figura a continuación, donde elegimos el sistema de unidades (éstas después se pueden cambiar).

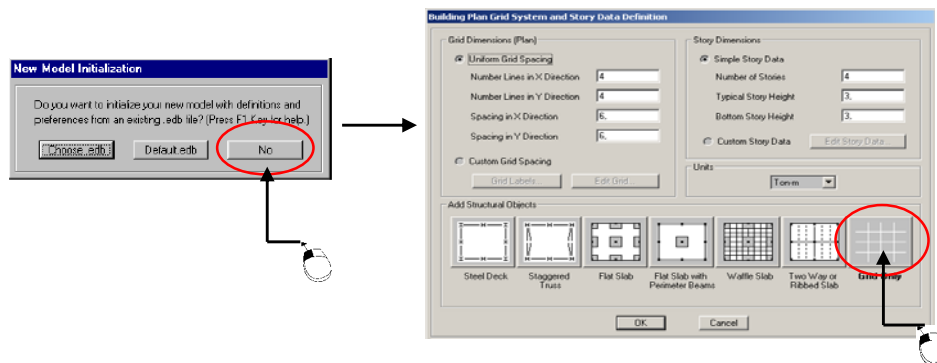


Ventana Principal de Software Etabs.

ETAPA 2: Creación del modelo estructural.

- **Paso 1:** Crear nuevo archivo y guardar como archivo de trabajo.

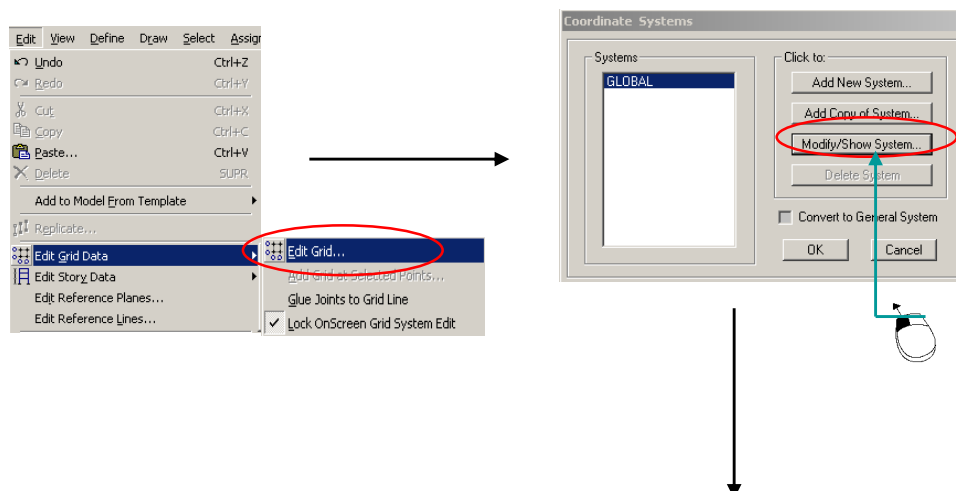
File → New Model / .



File → Save as / .

- **Paso 2:** Editar la grilla.

Edit → Edit grid data → Edit grid / .



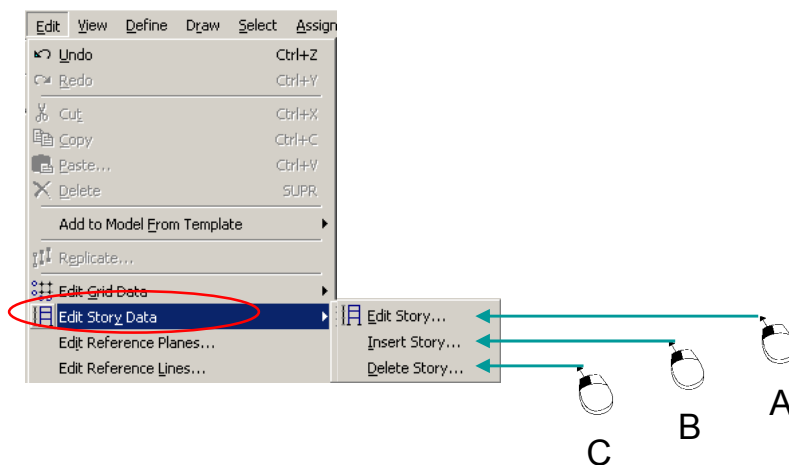
Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	0	Primary	Show	Top	
2	4,57	Primary	Show	Top	
3	5,4	Primary	Show	Bottom	
4	5,8	Primary	Show	Top	
5	8,88	Primary	Show	Top	
6	12,08	Primary	Show	Bottom	
7	12,28	Primary	Show	Top	
8	15,88	Primary	Show	Top	
9	16,08	Primary	Show	Bottom	
10	19,28	Primary	Show	Top	

Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	A	Primary	Show	Left	
2	B	Primary	Show	Left	
3	C	Primary	Show	Left	
4	D	Primary	Show	Left	
5	E	Primary	Show	Left	
6	F	Primary	Show	Left	
7	G	Primary	Show	Left	
8	H	Primary	Show	Left	
9	I	Primary	Show	Left	
10	J	Primary	Show	Left	

Formulario Editor de Grillas.

- **Paso 3:** Editar los pisos o niveles.

Edit → Edit story data → Edit story /



A →

	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
18	PISOAUX	2	41,13	No	NONE	No	0
17	STORY16	2,43	39,13	No	NONE	No	0
16	STORY15	2,43	36,7	No	STORY1	No	0
15	STORY14	2,43	34,27	No	STORY1	No	0
14	STORY13	2,43	31,84	No	STORY1	No	0
13	STORY12	2,43	29,41	No	STORY1	No	0
12	STORY11	2,43	26,98	No	STORY1	No	0
11	STORY10	2,43	24,55	No	STORY1	No	0
10	STORY9	2,43	22,12	No	STORY1	No	0
9	STORY8	2,43	19,69	No	STORY1	No	0
8	STORY7	2,43	17,26	No	STORY1	No	0
7	STORY6	2,43	14,83	No	STORY1	No	0
6	STORY5	2,43	12,4	No	STORY1	No	0
5	STORY4	2,43	9,97	No	STORY1	No	0
4	STORY3	2,43	7,54	No	STORY1	No	0
3	STORY2	2,43	5,11	No	STORY1	No	0
2	STORY1	2,68	2,68	Yes		No	0

Reset Selected Rows

Height: 2, [Reset]
 Master Story: No, [Reset]
 Similar To: NONE, [Reset]
 Splice Point: No, [Reset]
 Splice Height: 0, [Reset]

Units: Change Units: Ton-m

[OK] [Cancel]

Formulario Editor de Niveles.

B →

Insert New Story

New Story Data

Story ID: PISOAUX
 Story Height: 2,43
 Number of Stories: 1

New Story Location

Insert Above Level: STORY16

Replicate New Story

From Existing Story: STORY16
 None

[OK] [Cancel]

Formulario para Insertar nuevos Niveles.

C →

Select Story to Delete

Select

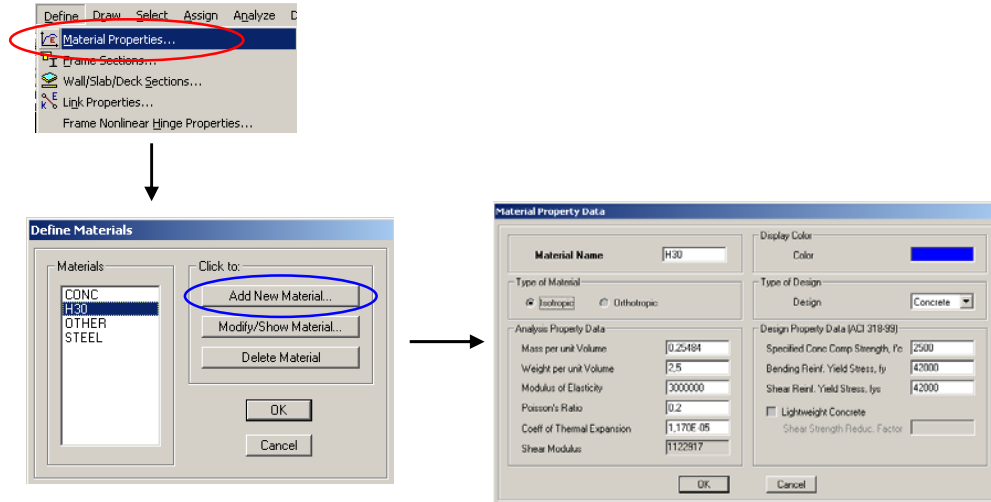
- PISOAUX
- STORY16
- STORY15
- STORY14
- STORY13
- STORY12
- STORY11
- STORY10
- STORY9
- STORY8
- STORY7

[OK] [Cancel] [Clear All]

Formulario para Eliminar Niveles.

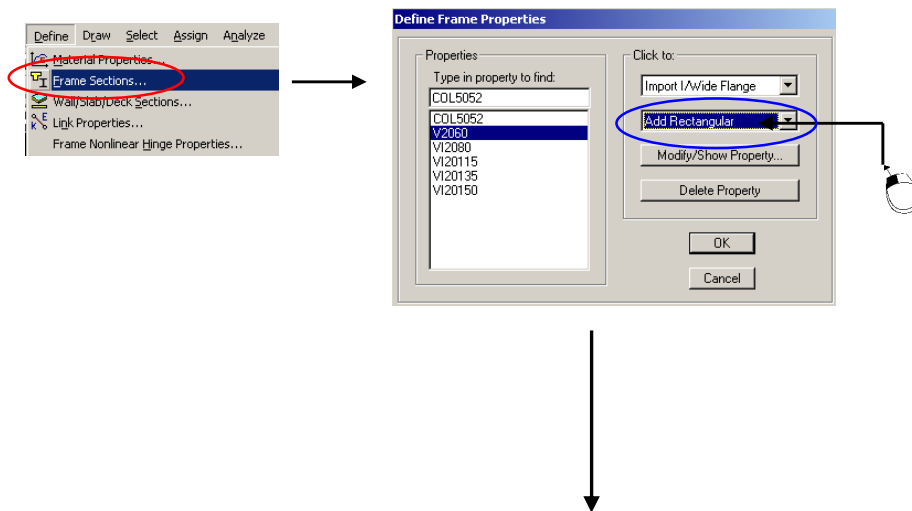
- **Paso 4:** Definición de materiales.

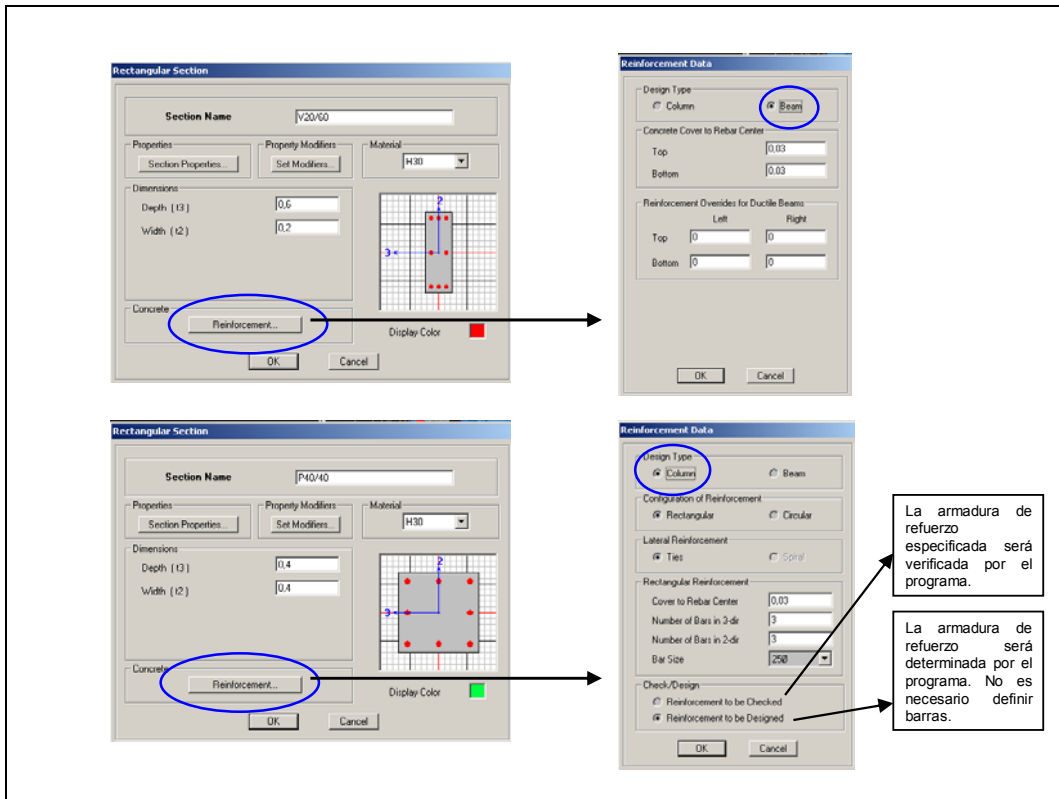
Define → Material Properties / .




- **Paso 5:** Definir secciones vigas, columnas y diagonales.

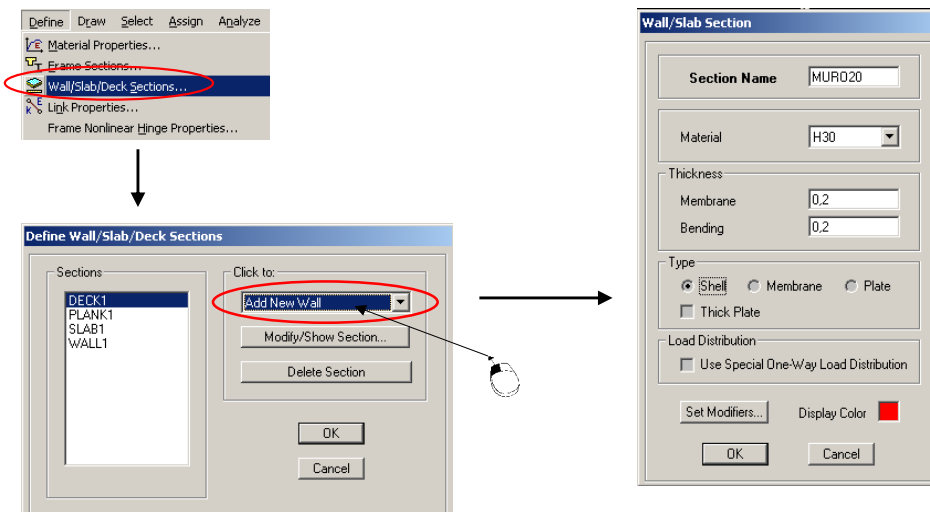
Define → Frame sections / .



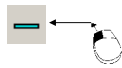


• **Paso 6:** Definir secciones de muros y losas.

Define → Wall/Slab/Deck sections / 

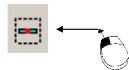


- **Paso 7:** Dibujar y asignar muros (elementos de superficie).



Permite generar muros desde la vista en planta o en elevación, definiendo nodo de inicio y nodo final.

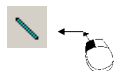
Properties of Object	
Property	MURO20
Plan Offset Normal	0,
Drawing Control	None <space bar>



Permite generar muros desde la vista en planta o en elevación, haciendo un solo clic en la línea de la grilla.

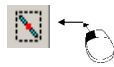
Properties of Object	
Property	MURO20
Plan Offset Normal	0,

- **Paso 8:** Dibujar y asignar columnas, vigas y diagonales (elementos de línea).



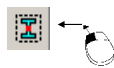
Este botón permite dibujar una viga o columna entre los puntos donde se haya hecho clic.

Properties of Object	
Type of Line	Frame
Property	V20/60
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0,
Drawing Control Type	None <space bar>



Este botón permite dibujar una viga o columna en una región determinada sobre la grilla.

Properties of Object	
Type of Line	Frame
Property	V20/60
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0,



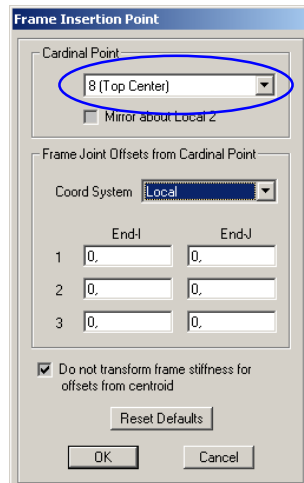
Este botón permite dibujar una columna en la zona de intersección de grillas.

Properties of Object	
Property	P40/40
Moment Releases	Continuous
Angle	0,
Plan Offset X	0,
Plan Offset Y	0,

Comando Insertion Point

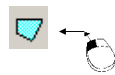
- Para definir si una viga es normal, invertida o semi-invertida (por defecto, la viga queda centrada respecto del nivel de piso), ésta se debe seleccionar una vez que haya sido asignada y luego proceder de la siguiente manera:

Assign → Frame/Line → Insertion point.



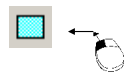
Esta ventana modifica la ubicación de la viga respecto a los ejes globales (X, Y, Z) o locales (1, 2, 3).

- **Paso 9:** Dibujar y asignar losas (elementos de superficie).



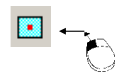
Dibujar Áreas (Plan, Elev,3D).

Properties of Object	
Property	LOSA13
Drawing Control	None <space bar>



Dibujar Áreas Rectangulares (Plan, Elev).

Properties of Object	
Property	LOSA13
X Dimension (if no drag)	0.
Y Dimension (if no drag)	0.



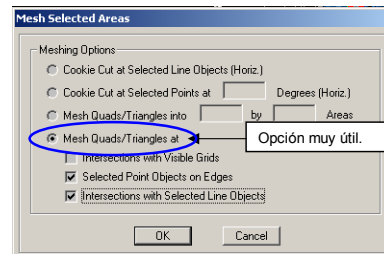
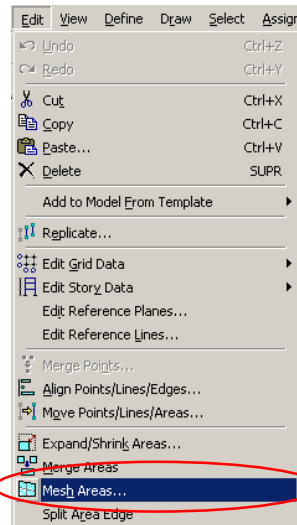
Dibujar Áreas con un clic (Plan, Elev).

Properties of Object	
Property	LOSA13

- **Paso 10:** Mallado de losas y muros

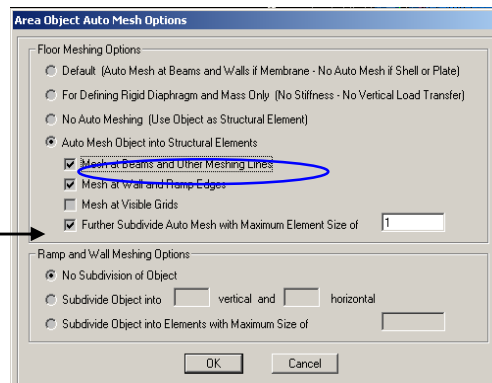
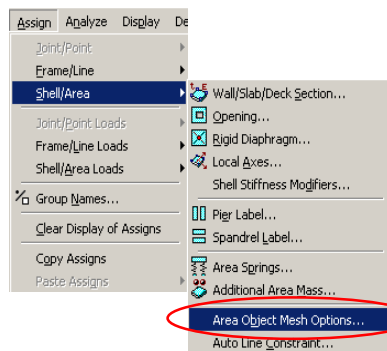
OPCIÓN 1: Caso Manual.

Edit → Mesh Areas



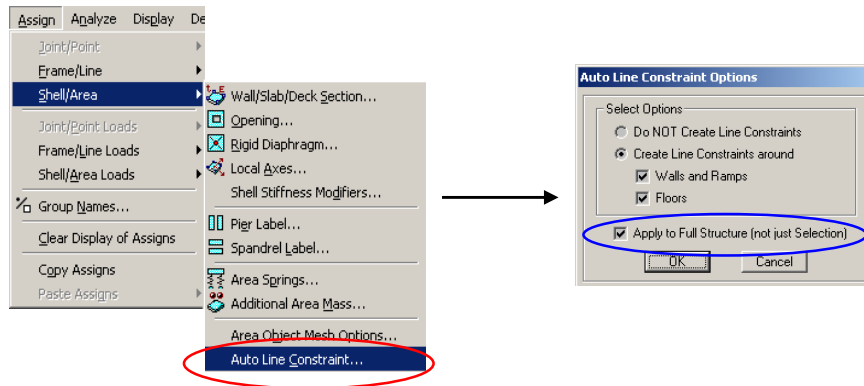
- **OPCIÓN 2:** Caso Automático.

Assign → Shell/Area → Area Object Mesh Options




- **Paso 11:** Asegurar la conectividad en todos los elementos

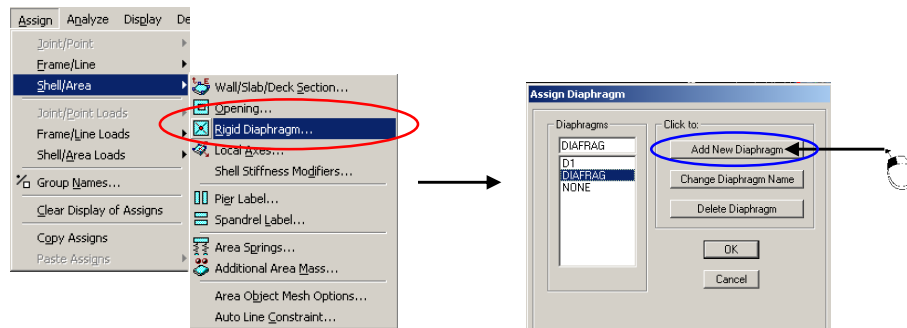
Assign → Shell/Area → Auto Line Constraint.



- **Paso 12:** Asignar diafragmas rígidos


Se debe seleccionar la losa, luego:

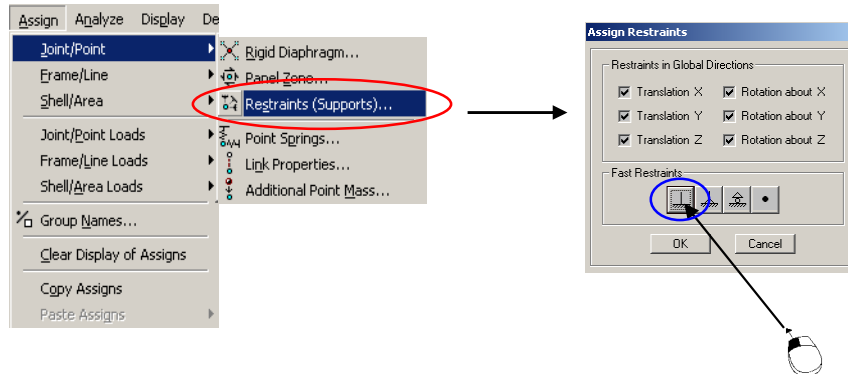
Assign → Shell/Area → Rigid Diafragma / .



Si la estructura solo tiene un diafragma de piso en cada nivel, resulta conveniente identificarlos todos con el mismo nombre (Ej.:Diafrag.). Así es fácil determinar las masas acumuladas piso a piso al ver los resultados del análisis.

- **Paso 13**: Asignar apoyos en la base

Assign → Joint Points → Restraints (Supports) /  .

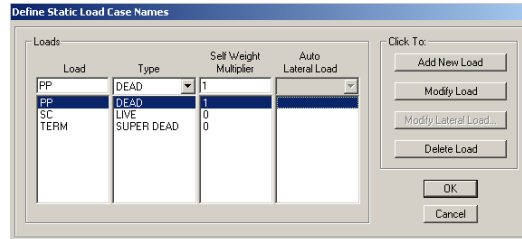
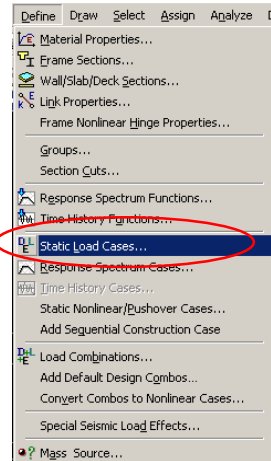


ETAPA 3: Realizar Análisis Modal.

El objetivo es poder encontrar los periodos asociados a la mayor masa traslacional en ambas direcciones X e Y, es decir, encontrar T_x^* y T_y^* , para poder determinar el espectro de diseño según norma Nch. 433 Of. 96.

- **Paso 14:** Definir los tipos de cargas

Define → Static Load Cases / .

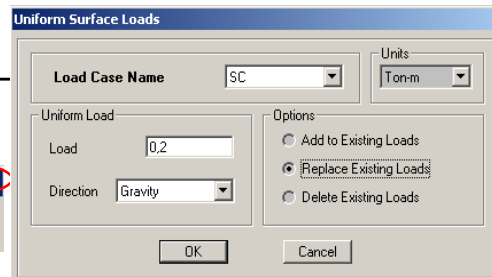
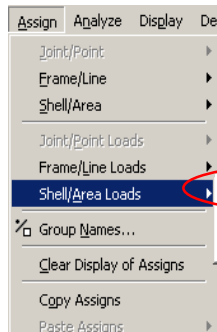


PP= Peso Propio.
SC= Sobrecarga.
TERM= Terminaciones.

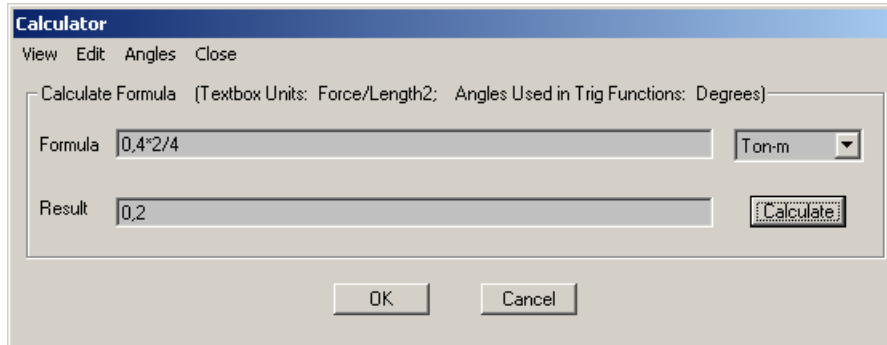
- **Paso 15:** Asignación de cargas gravitacionales sobre las losas

- i) Seleccionar losas;
- ii) Selección adecuada de opción de asignación por niveles.

Assign → Shell / Area Loads → Uniform / .

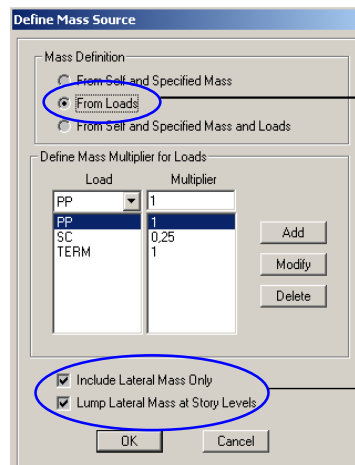
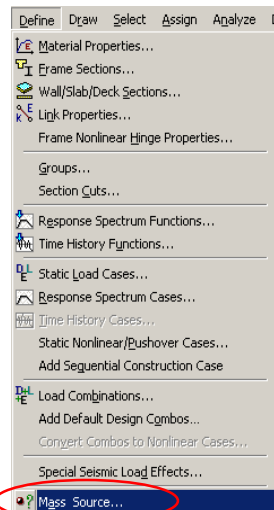


El programa trae una calculadora incorporada, la cual, tiene un conjunto de funciones que son útiles para asignar cargas. Ésta se puede obtener, manteniendo la tecla Shift presionada y haciendo doble clic sobre el campo Load.



- **Paso 16**: Definición de masas a considerar en el análisis sísmico

Define → Mass Source / ? .



Opción Recomendada.

Al especificar las masas a través de las cargas asignadas, es necesario definir que porcentaje de estas cargas se debe considerar en la determinación de la masa sísmica, de acuerdo a lo establecido en la Nch433 Of.96.

Impide que se generen modos de vibrar con vibraciones fuera del plano de los diafragmas (verticales).

• **Paso 17:** Ejecutar Análisis Modal

Analyze → Set Analysis Options.

El número de modos a considerar deben ser los suficientes para acumular al menos el 90% de la masa sísmica en cada dirección de análisis (Nch433 Of.96).

• **Paso 18:** Buscar periodo asociados a mayor masa traslacional (T_x^* y T_y^*), verificando que cantidad de modos de vibrar considerados es adecuada.

Display → Set Output Table Mode/

Selección de Cargas o Estados de Cargas.

Modal Participating Mass Ratios

Edit View

Modal Participating Mass Ratios

Mode	Period	Ux*	Uy*	Uz	SumUx	SumUy	SumUz	Rx
1	1.448805	0.0009	65.5158	0.0000	0.0009	65.5158	0.0000	97.9023
2	1.248388	67.2425	0.0084	0.0000	67.2433	65.5242	0.0000	0.0125
3	1.179151	0.5206	0.5140	0.0000	67.7639	66.0381	0.0000	0.7575
4	0.526391	0.0016	15.2669	0.0000	67.7655	81.3050	0.0000	0.9104
5	0.488098	13.9216	0.0121	0.0000	81.6871	81.3171	0.0000	0.0007
6	0.469049	0.1601	0.4032	0.0000	81.8472	81.7204	0.0000	0.0221
7	0.303471	0.0019	4.9889	0.0000	81.8491	86.7092	0.0000	0.2181
8	0.287894	4.9890	0.0102	0.0000	86.8381	86.7194	0.0000	0.0004
9	0.277846	0.0684	0.2401	0.0000	86.9065	86.9595	0.0000	0.0099
10	0.211601	0.0014	2.8553	0.0000	86.9079	89.8148	0.0000	0.0443
11	0.201685	2.8822	0.0069	0.0000	89.7901	89.8217	0.0000	0.0001
12	0.194720	0.0391	0.1500	0.0000	89.8292	89.9717	0.0000	0.0022
13	0.159275	0.0011	1.5169	0.0000	91.4986	91.4986	0.0000	0.0367
14	0.152535	1.5264	0.0048	0.0000	91.3568	91.4933	0.0000	0.0001

Acumulado más de un 90% de la masa en cada dirección de análisis.

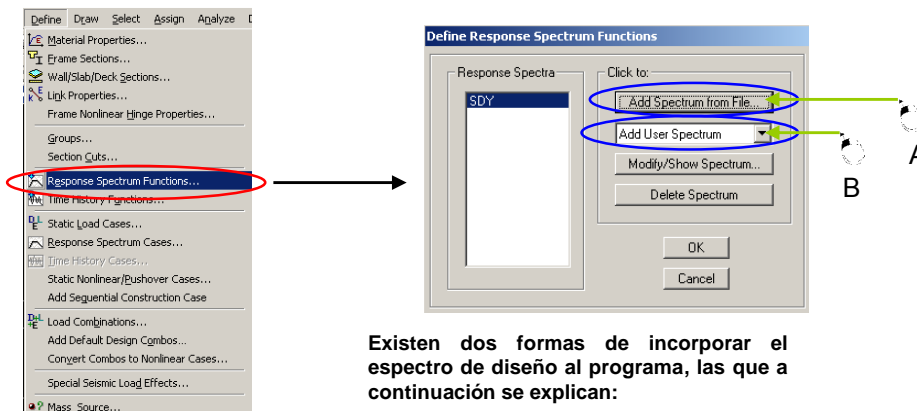
OK

Formulario despliegue con los periodos y masas equivalentes asociadas a cada modo de vibrar.

ETAPA 4: Definición de Sismo a analizar y Estados de Carga.

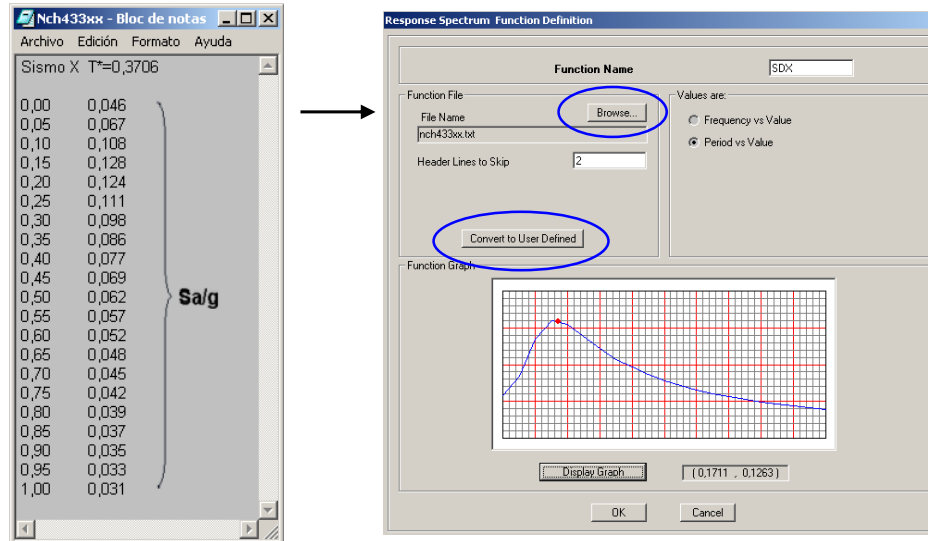
- **Paso 19:** Definir el espectro de aceleraciones

Define → Response Spectrum Functions / .

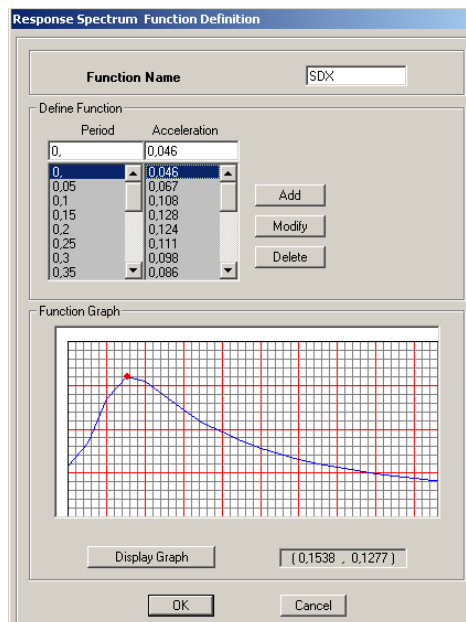


Existen dos formas de incorporar el espectro de diseño al programa, las que a continuación se explican:

A) Desde Archivo de texto.

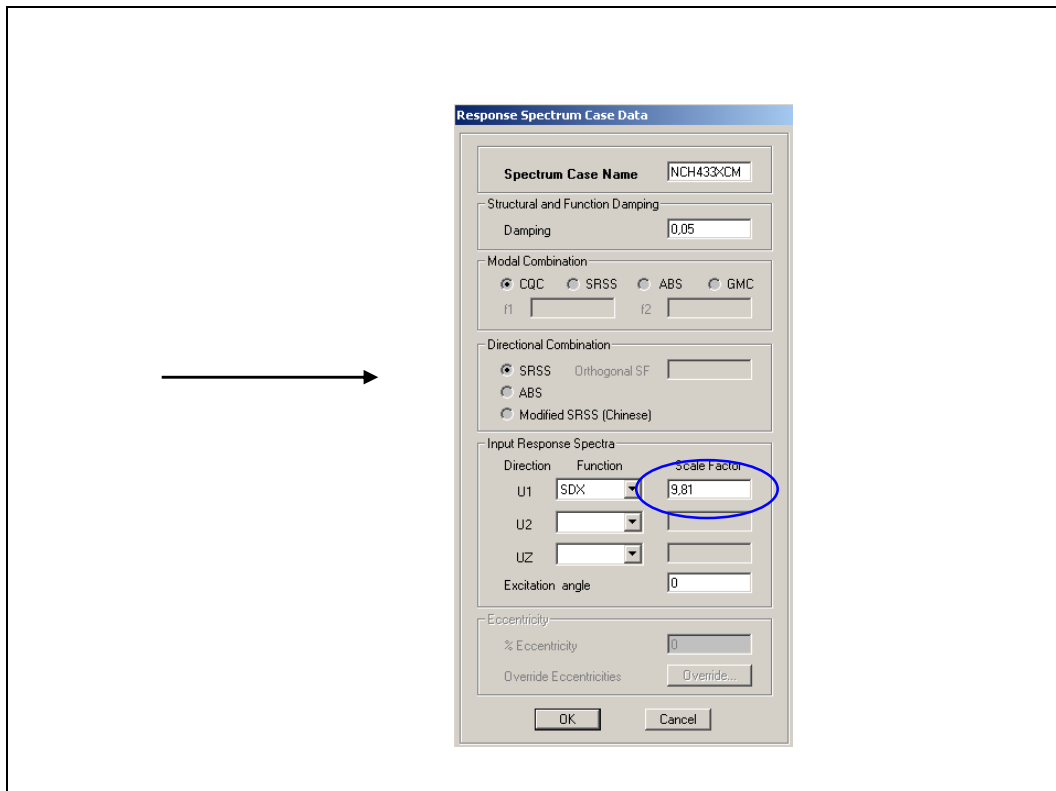
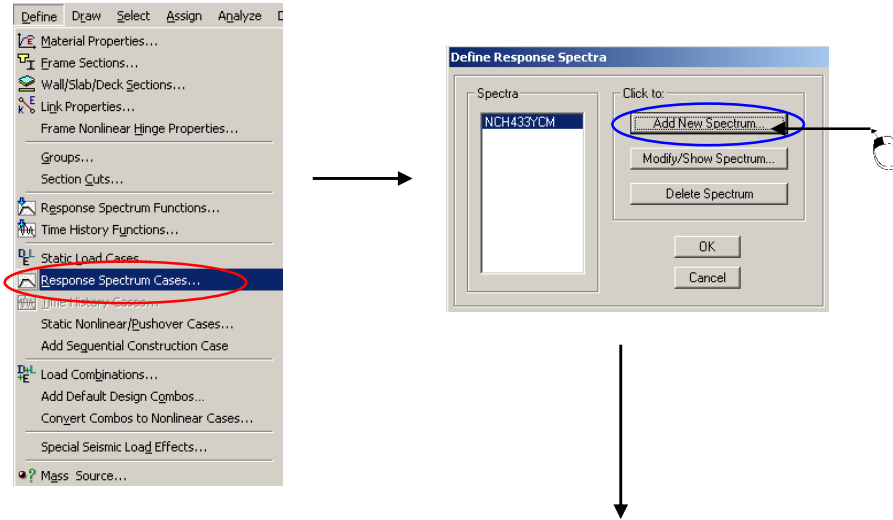


B) Ingreso Manual.



- **Paso 20**: Definición de sismos a analizar

Define → Response Spectrum Cases / .



- **Paso 21:** Consideración de la torsión accidental

Se puede introducir de 2 formas:

- Desplazando transversalmente la ubicación de los centros de masas del modelo en $\pm 0,05 \cdot b_{ky}$, para el sismo de dirección X, y en $\pm 0,05 \cdot b_{kx}$ para el sismo de dirección Y.

Sismo actuando con una excentricidad del 5%.

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name: NCH433KTA

Structural and Function Damping: Damping: 0.05

Modal Combination: COC SRSS ABS GMC

Directional Combination: SRSS ABS Orthogonal SF: Modified SRSS (Chinese)

Input Response Spectra:

Direction	Function	Scale Factor
U1	SDX	9.81
U2		
U3		

Excitation angle: 0

Eccentricity: Eccentricity Ratio: 0.05

Override Eccentricities:

- Aplicando momentos de torsión estáticos en cada nivel, calculados como el producto de la variación del esfuerzo de corte combinado en ese nivel, por una excentricidad accidental, dada por:

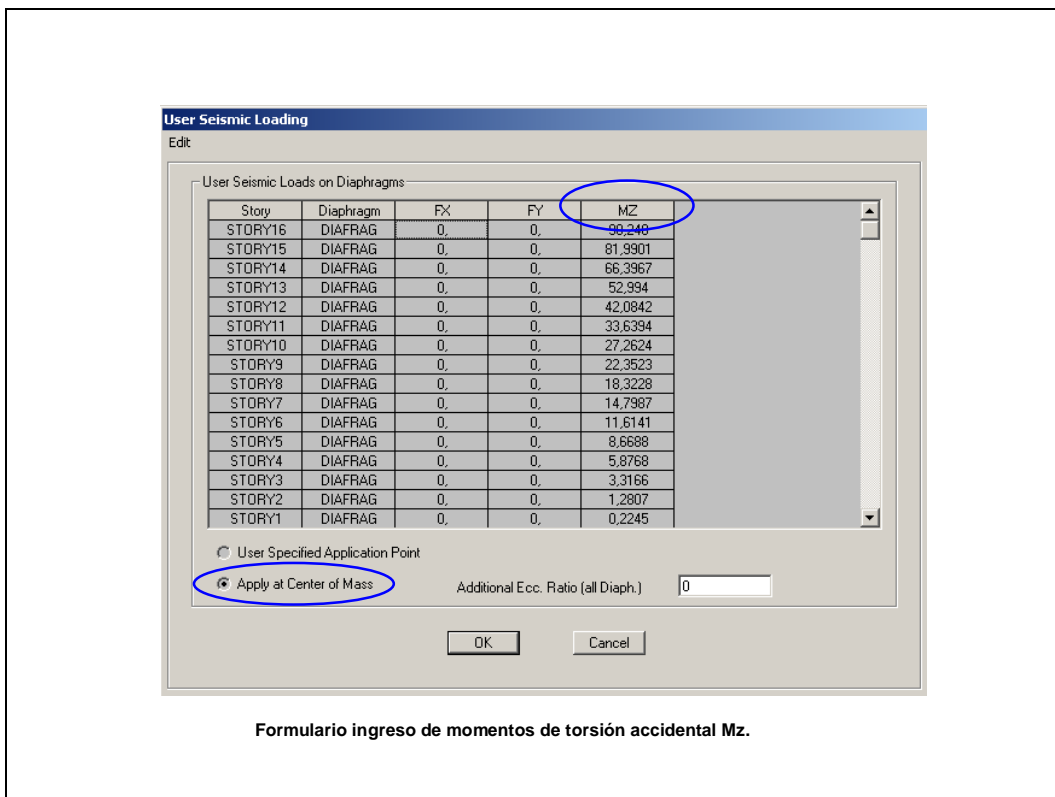
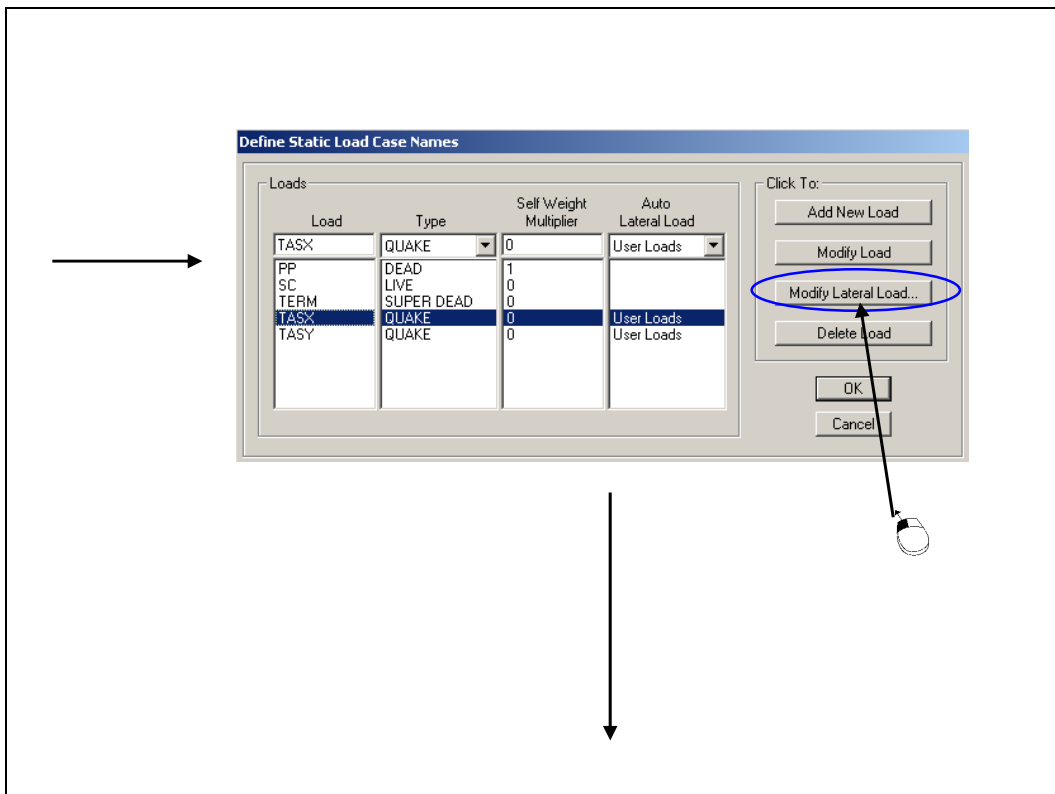
$$\pm 0.1 \cdot b_{ky} \cdot Z_k / H \quad \text{para el sismo según X}$$

$$\pm 0.1 \cdot b_{kx} \cdot Z_k / H \quad \text{para el sismo según Y.}$$

Define Static Load Case Names

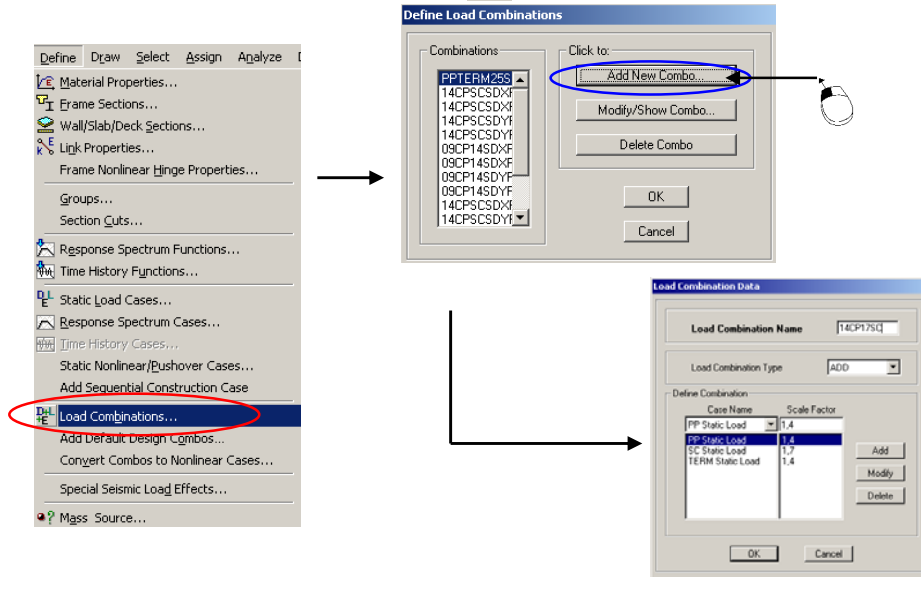
Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
TASX	QUAKE	0	User Loads
PP	DEAD	1	
SC	LIVE	0	
TERM	SUPER DEAD	0	
TASY	QUAKE	0	User Loads

Click To:



- **Paso 22:** Definición Estados de Cargas

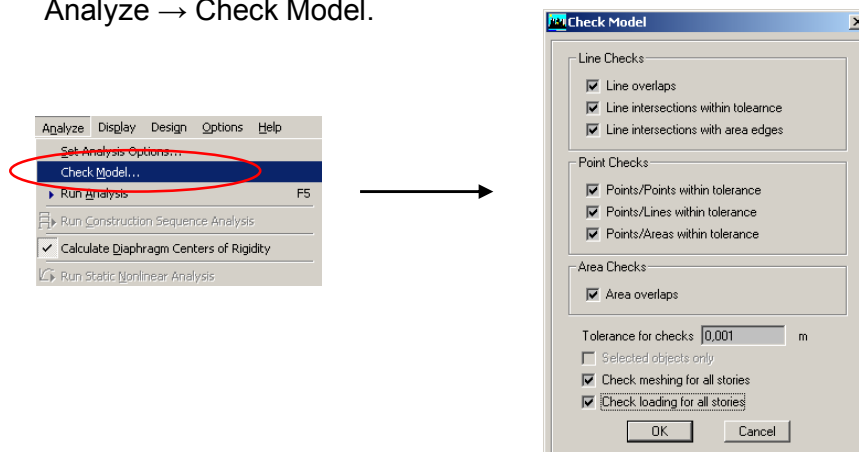
Define → Load Combinations / 



ETAPA 5: Realizar Análisis Estructural.

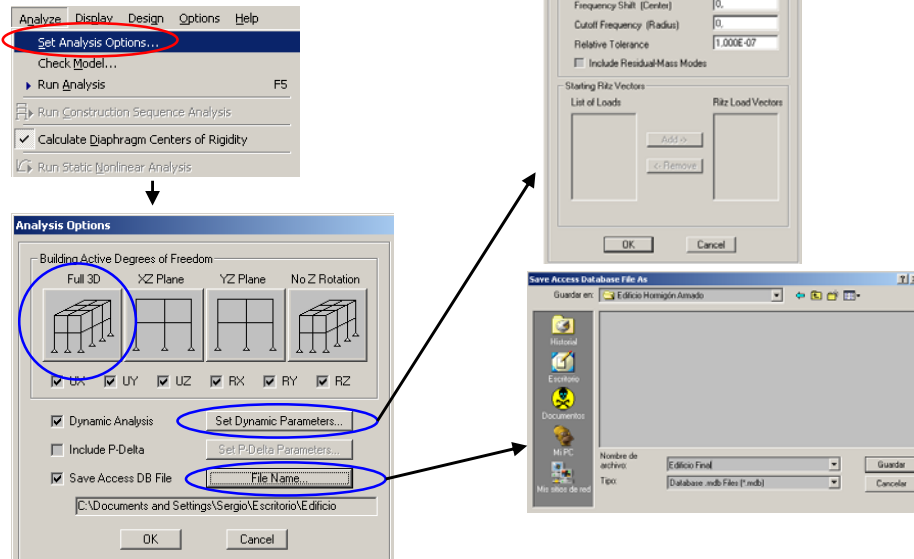
- **Paso 23:** Chequear Modelo

Analyze → Check Model.




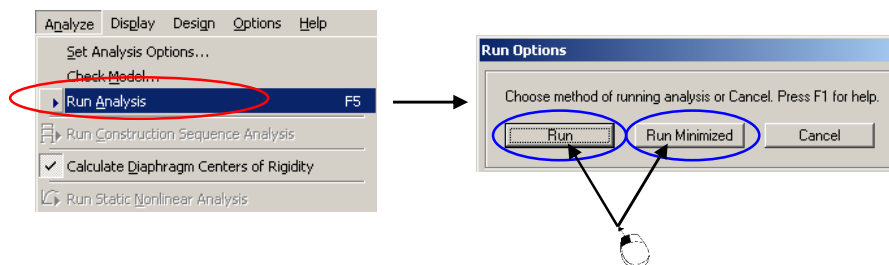
• **Paso 24:** Definir tipo de Análisis

Analyze → Set Analysis Options.



• **Paso 25:** Ejecutar Análisis Estructural

Analyze → Run Analysis /  .



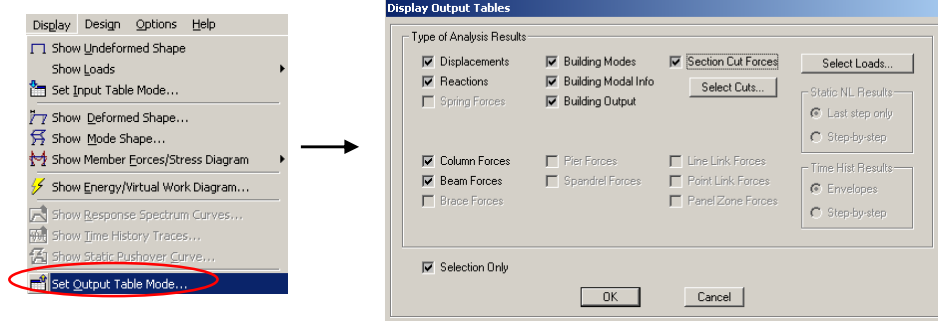
Elegir cualquiera de las dos opciones.

ETAPA 6: Visualización de resultados.

Los resultados del análisis pueden ser visualizados tanto por pantalla, como a través de base de datos generada por el programa.

- **Paso 26:** Visualización de resultados por pantalla

Display → Set Output Table Mode/  .



Como ejemplo, se pueden visualizar los cortes por piso generados por los espectros para cada una de las direcciones de análisis, como lo muestra la figura siguiente:

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY5	NCH433*CM	Bottom	0,00	344,84	10,92	2478,313	202,435	6352,456
STORY5	NCH433*CM	Top	0,00	9,98	339,79	4651,788	5435,401	161,421
STORY5	NCH433*CM	Bottom	0,00	9,98	339,79	4651,788	6167,227	183,827
STORY4	NCH433*CM	Top	0,00	357,37	11,28	2595,755	202,435	6352,456
STORY4	NCH433*CM	Bottom	0,00	357,37	11,28	2595,755	227,832	7166,714
STORY4	NCH433*CM	Top	0,00	10,34	354,59	4855,320	6167,227	183,827
STORY4	NCH433*CM	Bottom	0,00	10,34	354,59	4855,320	6931,816	207,061
STORY3	NCH433*CM	Top	0,00	366,72	11,54	2682,069	227,832	7166,714
STORY3	NCH433*CM	Bottom	0,00	366,72	11,54	2682,069	253,933	8003,519
STORY3	NCH433*CM	Top	0,00	10,60	365,48	5005,350	6931,816	207,061
STORY3	NCH433*CM	Bottom	0,00	10,60	365,48	5005,350	7726,048	230,985
STORY2	NCH433*CM	Top	0,00	372,05	11,66	2726,654	253,933	8003,519
STORY2	NCH433*CM	Bottom	0,00	372,05	11,66	2726,654	280,548	8857,353
STORY2	NCH433*CM	Top	0,00	10,73	371,55	5088,996	7726,048	230,985
STORY2	NCH433*CM	Bottom	0,00	10,73	371,55	5088,996	8544,259	255,413
STORY1	NCH433*CM	Top	0,00	373,83	11,70	2736,961	280,548	8857,353
STORY1	NCH433*CM	Bottom	0,00	373,83	11,70	2736,961	310,307	9811,965
STORY1	NCH433*CM	Top	0,00	10,76	373,74	5119,421	8544,259	255,413
STORY1	NCH433*CM	Bottom	0,00	10,76	373,74	5119,421	9466,821	282,732

Visualización del peso sísmico.

Story Shears

Edit View

Story Shears

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY10	PPTERM25SC	Bottom	2437.34	0.00	0.00	0.000	18494.380	-34307.446
STORY9	PPTERM25SC	Top	2642.31	0.00	0.00	0.000	20117.719	-37193.531
STORY9	PPTERM25SC	Bottom	2780.11	0.00	0.00	0.000	21101.700	-39132.194
STORY8	PPTERM25SC	Top	2985.08	0.00	0.00	0.000	22725.038	-42018.279
STORY8	PPTERM25SC	Bottom	3122.88	0.00	0.00	0.000	23709.020	-43956.942
STORY7	PPTERM25SC	Top	3327.86	0.00	0.00	0.000	25332.358	-46843.028
STORY7	PPTERM25SC	Bottom	3465.65	0.00	0.00	0.000	26316.339	-48781.691
STORY6	PPTERM25SC	Top	3670.63	0.00	0.00	0.000	27939.678	-51667.776
STORY6	PPTERM25SC	Bottom	3808.42	0.00	0.00	0.000	28923.659	-53606.439
STORY5	PPTERM25SC	Top	4013.40	0.00	0.00	0.000	30546.997	-56492.524
STORY5	PPTERM25SC	Bottom	4151.19	0.00	0.00	0.000	31530.979	-58431.188
STORY4	PPTERM25SC	Top	4356.17	0.00	0.00	0.000	33154.317	-61317.273
STORY4	PPTERM25SC	Bottom	4493.96	0.00	0.00	0.000	34138.298	-63255.936
STORY3	PPTERM25SC	Top	4698.94	0.00	0.00	0.000	35761.637	-66142.021
STORY3	PPTERM25SC	Bottom	4836.73	0.00	0.00	0.000	36745.618	-68080.684
STORY2	PPTERM25SC	Top	5041.17	0.00	0.00	0.000	38368.956	-70955.679
STORY2	PPTERM25SC	Bottom	5176.00	0.00	0.00	0.000	39337.448	-72835.722
STORY1	PPTERM25SC	Top	5373.90	0.00	0.00	0.000	40960.786	-75699.625
STORY1	PPTERM25SC	Bottom	5610.33	0.00	0.00	0.000	42825.107	-78953.863

OK

Ubicación de los centros de masas y centros de rigidez de cada nivel.

Center Mass Rigidity

Edit View

Center Mass Rigidity

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR	XCCM
STORY16	DIAFRAG	31.7759	31.7759	14.076	7.596	13.963	3.225	14.078
STORY15	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.968	3.282	14.077
STORY14	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.967	3.327	14.076
STORY13	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.966	3.372	14.076
STORY12	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.417	14.076
STORY11	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.462	14.076
STORY10	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.508	14.076
STORY9	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.558	14.076
STORY8	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.967	3.612	14.076
STORY7	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.970	3.672	14.076
STORY6	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.976	3.744	14.076
STORY5	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.985	3.837	14.076
STORY4	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.998	3.973	14.076
STORY3	DIAFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	14.019	4.221	14.076
STORY2	DIAFRAG	34.7053	34.7053	14.041	7.618	14.044	4.798	14.073
STORY1	DIAFRAG	39.3734	39.3734	14.051	7.855	14.076	6.746	14.072

OK

- **Paso 27:** Visualización de resultados a través de una base de datos generada.

Para esto se debe ir al programa Microsoft Access y abrir el archivo que fue creado en el paso 24.



Como ejemplo, se pueden visualizar los cortes por piso generados por los espectros para cada una de las direcciones de análisis, a través de una base de datos Access, en una tabla dinámica, como lo muestra la figura siguiente:

Coloque campos de filtro aquí		Coloque campos de columna aquí									
Story	Load	Loc	VX	VY	P	T	MX	MY			
STORY7	NCH433XCM	Top	313,3195801	9,945258141	4,29748E-06	2202,293701	131,8216705	4083,892334			
STORY7	NCH433YCM	Bottom	313,3195801	9,945258141	4,29748E-06	2202,293701	154,3302002	4807,792969			
STORY7	NCH433YCM	Top	9,057126999	304,2599182	8,74203E-06	4164,21875	4070,847168	119,4504852			
STORY7	NCH433XCM	Bottom	9,057126999	304,2599182	8,74203E-06	4164,21875	4736,951172	139,9401245			
STORY6	NCH433XCM	Top	329,9735413	10,46457672	4,56731E-06	2343,270752	154,3302002	4807,792969			
STORY6	NCH433XCM	Bottom	329,9735413	10,46457672	4,56731E-06	2343,270752	177,8962097	5565,009766			
STORY6	NCH433YCM	Top	9,54527092	322,5552673	1,00332E-05	4415,108887	4736,951172	139,9401093			
STORY6	NCH433YCM	Bottom	9,54527092	322,5552673	1,00332E-05	4415,108887	5435,400391	161,4212494			
STORY5	NCH433XCM	Top	344,8387146	10,91780663	4,59194E-06	2478,312744	177,8962097	5565,009766			
STORY5	NCH433XCM	Bottom	344,8387146	10,91780663	4,59194E-06	2478,312744	202,4351654	6352,455566			
STORY5	NCH433YCM	Top	9,981881142	339,7913513	1,05322E-05	4651,788086	5435,400391	161,4212341			
STORY5	NCH433YCM	Bottom	9,981881142	339,7913513	1,05322E-05	4651,788086	6167,227051	183,8266754			
STORY4	NCH433XCM	Top	357,3700562	11,28255844	4,89096E-06	2595,754639	202,4351654	6352,455566			
STORY4	NCH433XCM	Bottom	357,3700562	11,28255844	4,89096E-06	2595,754639	227,8316345	7166,713867			
STORY4	NCH433YCM	Top	10,34142303	354,5917053	1,14346E-05	4855,320313	6167,227051	183,8266602			
STORY4	NCH433YCM	Bottom	10,34142303	354,5917053	1,14346E-05	4855,320313	6931,815918	207,0606889			
STORY3	NCH433XCM	Top	366,7166138	11,53640366	5,00081E-06	2682,068848	227,8316345	7166,713867			
STORY3	NCH433XCM	Bottom	366,7166138	11,53640366	5,00081E-06	2682,068848	253,9326782	8003,519043			
STORY3	NCH433YCM	Top	10,5966692	365,4842529	1,18565E-05	5005,350098	6931,815918	207,0606537			
STORY3	NCH433YCM	Bottom	10,5966692	365,4842529	1,18565E-05	5005,350098	7726,047852	230,9849091			
STORY2	NCH433XCM	Top	372,0500488	11,66196918	4,91304E-06	2726,653809	253,9326782	8003,519043			
STORY2	NCH433XCM	Bottom	372,0500488	11,66196918	4,91304E-06	2726,653809	280,5480347	8857,353516			
STORY2	NCH433YCM	Top	10,72706318	371,5507813	1,27701E-05	5088,995605	7726,047852	230,9848938			
STORY2	NCH433YCM	Bottom	10,72706318	371,5507813	1,27701E-05	5088,995605	8544,258789	255,4125671			
STORY1	NCH433XCM	Top	373,8331604	11,70427036	4,96822E-06	2736,961182	280,5480347	8857,353516			
STORY1	NCH433XCM	Bottom	373,8331604	11,70427036	4,96822E-06	2736,961182	310,3067627	9811,964844			
STORY1	NCH433YCM	Top	10,76085949	373,7375488	1,23298E-05	5119,42041	8544,258789	255,4125671			
STORY1	NCH433YCM	Bottom	10,76085949	373,7375488	1,23298E-05	5119,42041	9466,821289	282,7316284			

Visualización del peso sísmico.

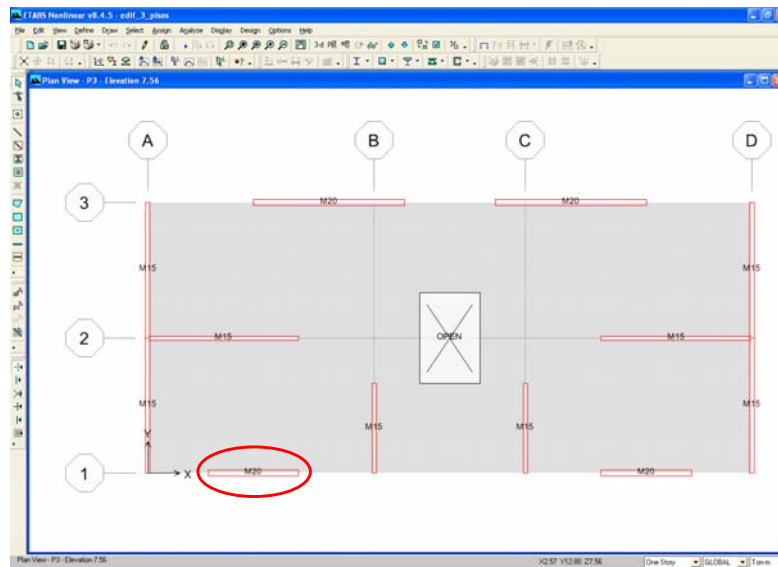
Coloque campos de filtro aquí		Coloque campos de columna aquí						
Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY16	PPTERM25SC	Top	242,9185028	-1,20619E-10	4,65256E-10	1,62952E-07	1866,481079	-3420,29248
STORY16	PPTERM25SC	Bottom	380,7116394	-1,20358E-10	4,65451E-10	1,62863E-07	2850,462402	-5358,955666
STORY15	PPTERM25SC	Top	595,68927	-1,08422E-10	6,71025E-10	2,24711E-07	4473,800781	-8245,041016
STORY15	PPTERM25SC	Bottom	723,4824219	-1,08307E-10	6,63871E-10	2,24576E-07	5457,782227	-10183,7041
STORY14	PPTERM25SC	Top	928,460083	-9,77904E-11	8,74917E-10	2,79836E-07	7081,120117	-13069,78906
STORY14	PPTERM25SC	Bottom	1066,253174	-9,7679E-11	8,73321E-10	2,79729E-07	8065,101563	-15008,45215
STORY13	PPTERM25SC	Top	1271,230835	-8,6843E-11	1,04896E-09	3,28866E-07	9688,44043	-17894,53711
STORY13	PPTERM25SC	Bottom	1409,024048	-8,68292E-11	1,05943E-09	3,28961E-07	10672,4209	-19833,20117
STORY12	PPTERM25SC	Top	1614,001709	-7,9221E-11	1,21955E-09	3,71659E-07	12295,75977	-22719,28516
STORY12	PPTERM25SC	Bottom	1751,7948	-7,92802E-11	1,22882E-09	3,71746E-07	13279,74121	-24657,94922
STORY11	PPTERM25SC	Top	1956,772461	-7,00409E-11	1,38553E-09	4,08422E-07	14903,0791	-27544,0332
STORY11	PPTERM25SC	Bottom	2094,565674	-7,00519E-11	1,39025E-09	4,08453E-07	15887,06055	-29482,69727
STORY10	PPTERM25SC	Top	2299,543213	-6,46053E-11	1,53148E-09	4,39274E-07	17510,39844	-32368,7832
STORY10	PPTERM25SC	Bottom	2437,336426	-6,45343E-11	1,53652E-09	4,3932E-07	18494,38086	-34307,44531
STORY9	PPTERM25SC	Top	2642,313965	-5,87912E-11	1,6527E-09	4,64441E-07	20117,71875	-37193,53125
STORY9	PPTERM25SC	Bottom	2780,107178	-5,88499E-11	1,65736E-09	4,64489E-07	21101,69922	-39132,19531
STORY8	PPTERM25SC	Top	2985,084717	-5,23147E-11	1,76347E-09	4,84499E-07	22725,03906	-42018,27734
STORY8	PPTERM25SC	Bottom	3122,87793	-5,22614E-11	1,76651E-09	4,84521E-07	23709,01953	-43956,94141
STORY7	PPTERM25SC	Top	3327,855469	-4,83703E-11	1,86149E-09	4,99829E-07	25332,35742	-46843,02734
STORY7	PPTERM25SC	Bottom	3465,648882	-4,83784E-11	1,8642E-09	4,99849E-07	26316,33984	-48781,69141
STORY6	PPTERM25SC	Top	3670,626465	-4,51057E-11	1,9385E-09	5,1076E-07	27939,67773	-51667,77734
STORY6	PPTERM25SC	Bottom	3808,419434	-4,50903E-11	1,93981E-09	5,10769E-07	28923,6582	-53606,4375
STORY5	PPTERM25SC	Top	4013,397217	-4,16596E-11	1,99936E-09	5,17873E-07	30546,99805	-56492,52344
STORY5	PPTERM25SC	Bottom	4151,19043	-4,17109E-11	2,00061E-09	5,17885E-07	31530,97852	-58431,1875
STORY4	PPTERM25SC	Top	4356,167969	-4,00051E-11	2,04452E-09	5,21753E-07	33154,31641	-61317,27344
STORY4	PPTERM25SC	Bottom	4493,960938	-3,99887E-11	2,04491E-09	5,21756E-07	34138,29688	-63255,9375
STORY3	PPTERM25SC	Top	4698,938965	-3,80971E-11	2,07238E-09	5,23024E-07	35761,63672	-66142,02344
STORY3	PPTERM25SC	Bottom	4836,731934	-3,80855E-11	2,07221E-09	5,23022E-07	36745,61719	-68080,6875
STORY2	PPTERM25SC	Top	5041,171387	-2,768E-11	2,0783E-09	5,22435E-07	38368,95703	-70955,67969
STORY2	PPTERM25SC	Bottom	5176	-2,76673E-11	2,07809E-09	5,22431E-07	39337,44922	-72835,71875
STORY1	PPTERM25SC	Top	537,9301855	-2,8142E-11	2,07823E-09	5,22247E-07	40960,78516	-75699,625
STORY1	PPTERM25SC	Bottom	5610,328125	-2,81818E-11	2,07829E-09	5,22248E-07	42825,10547	-78953,85938

Ubicación de los centros de masas y centros de rigidez de cada nivel.

Coloque campos de filtro aquí		Coloque campos de columna aquí					
Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY16	DIAFRAG	31,77589417	31,77589417	14,07765007	7,557508945	13,96884441	3,224555492
STORY15	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96824455	3,282233
STORY14	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96745014	3,327359915
STORY13	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,9663763	3,372237444
STORY12	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96540737	3,416649342
STORY11	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96474552	3,461734533
STORY10	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96463108	3,508447886
STORY9	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96530819	3,557882071
STORY8	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96707916	3,611558676
STORY7	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,97041416	3,671961546
STORY6	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,9758873	3,743754864
STORY5	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,98472118	3,836555004
STORY4	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,99785605	3,97324276
STORY3	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	14,01904011	4,221299171
STORY2	DIAFRAG	34,70527649	34,70527649	14,04057121	7,618124485	14,04357243	4,798285961
STORY1	DIAFRAG	39,37339401	39,37339401	14,05077076	7,854896069	14,076478	6,746424675

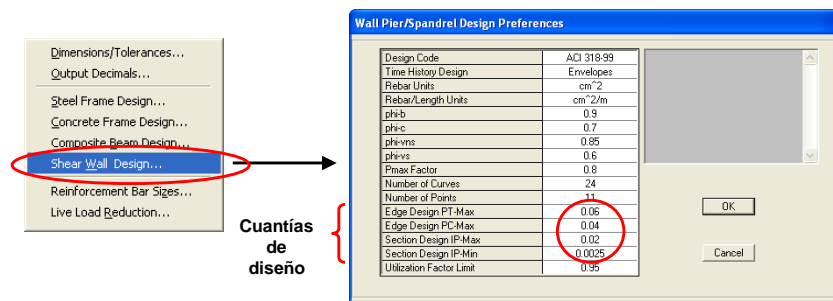
Diseño de Muros de Hormigón Armado.

Diseño del Muro M20 eje 1 entre A-B Mediante los 3 métodos que proporciona Etabs

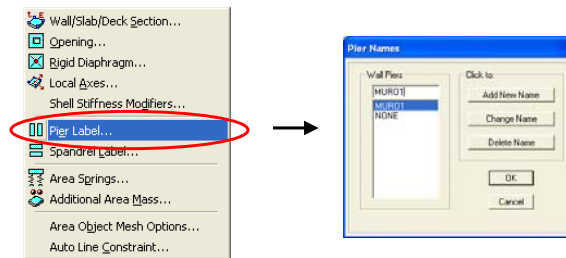


Metodología básica para el diseño del muro

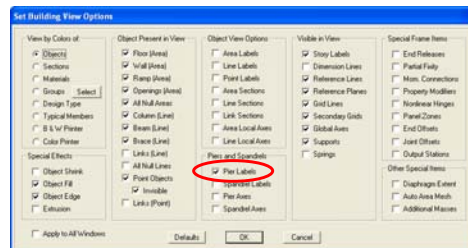
- 1) Ir al menú **Option > Preferences > Shear Wall Design** y luego definir el código de Diseño con sus respectivas unidades de salida



- 2) Seleccionar el muro M20 completo del modelo.
- 3) Ir al menú **Assign > Shell Area > Pier Label** y agregar un nombre identificador del Pier



- 4) Ir al menú **Set Building View Options** and activar **Pier Labels**, desactivando las otras opciones de identificación por labels, para verificar visualmente el nombre asignado al Pier.

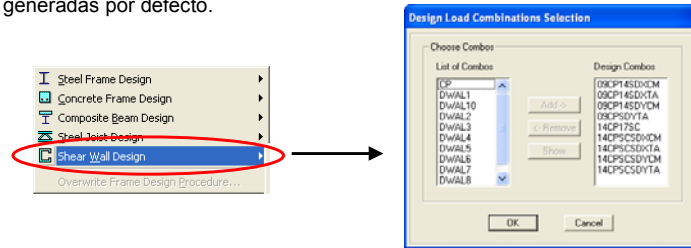


Con el fin de verificar la asignación del Pier, es conveniente activar la opción de vista (Pier label) y desactivar las demás opciones de vista en la misma columna

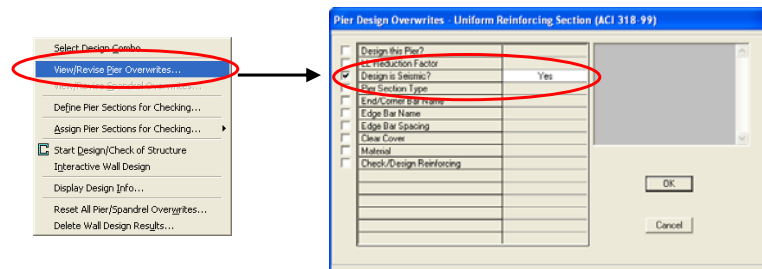


Vista en elevación del eje 1

- 5) Ir al menú **Design>Shear Wall Design>Select Design Combo** y luego agregar las combinaciones de cargas definidas para el diseño, removiendo las combinaciones generadas por defecto.



- 6) Ir al menú **Design>Shear Wall Design>View/Revise pier Overwrites** para activar el diseño sísmico con las disposiciones del capítulo 21 de la ACI318-99



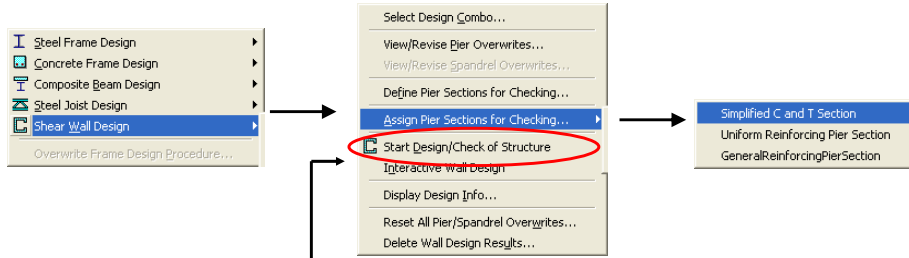
6) Existen 3 métodos para el diseño de muros:

- Tensión- Compresión:** Solo diseña los pilares de borde, determinando la longitud de borde del Pier y su armadura flexural de borde, además diseña la sección completa al corte. El diseño está basado en esfuerzos de un plano bidimensional.
- Armadura uniformemente distribuida :** Diseño flexural y al corte para toda la sección. Además permite comparar la armadura longitudinal propuesta por el usuario con la calculada por el programa. El diseño está basado en el diagrama de interacción tridimensional.
- Armadura General:** Diseño flexural y al corte para toda la sección. Se pueden crear secciones diferentes con armadura irregular. Además permite comparar la armadura propuesta por el usuario con la calculada por el programa. El diseño está basado en el diagrama de interacción tridimensional.

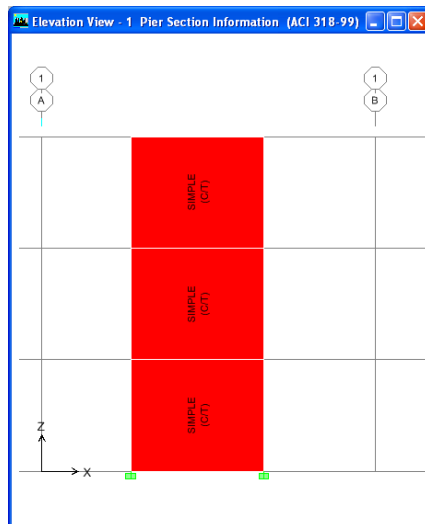
Para los dos últimos casos se puede chequear Demanda v/s Capacidad de la sección, donde este factor es un indicador de las condiciones de esfuerzo del muro con respecto a su capacidad, basado en el diagrama de interacción tridimensional.

6.1) Tensión - compresión:

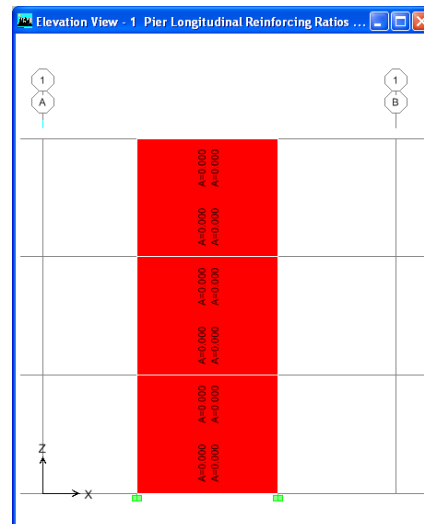
Seleccionar el muro completo o la sección deseada, luego ir al menu **Design>Shear Wall**
Design>Assign Pier sections for Checking > Simplified C and T section



Ejecutar **Start Design/Check of Structure** para diseñar el muro,
 Después que se haya ejecutado el análisis del modelo.



Vista del muro con el tipo de diseño asignado (C/T)



Vista del muro diseñado con la armadura propuesta, luego de ejecutado el diseño del muro

Simplified T and C Pier Section - Design (ACI 318-99)

Story ID: P1 Pier ID: MUR01 X Loc: 3.5 Y Loc: 0 Units: Ton-m

Flexural Design for P and M3 (RLLF = 0.875)

Station	Location	Edge-Length	Rebar	Tension	Combo	Pu	Mu
	Left Top	0.200	0.000	09CPSDYTA		18.128	-0.221
	Right Top	0.200	0.000	09CPSDYTA		18.128	-0.221
	Left Bottom	0.200	0.000	09CPSDYTA		21.394	-1.551
	Right Bottom	0.200	0.000	09CPSDYTA		21.394	-1.551

Station	Location	Edge-Length	Rebar	Compression	Combo	Pu	Mu
	Left Top	0.200	0.000	09CPSDYTA		18.128	-0.221
	Right Top	0.200	0.000	09CPSDYTA		18.128	-0.221
	Left Bottom	0.200	0.000	09CPSDYTA		21.394	-1.551
	Right Bottom	0.200	0.000	09CPSDYTA		21.394	-1.551

Shear Design

Station	Location	Rebar	Shear	Pu	Mu	Vu	Capacity phi Vc	Capacity phi Vn
	Top	5.000	14CPSDXTA	34.156	9.365	7.890	32.016	69.961
	Bottom	5.000	14CPSDXTA	39.236	28.848	7.890	35.195	65.567

Boundary Element Check

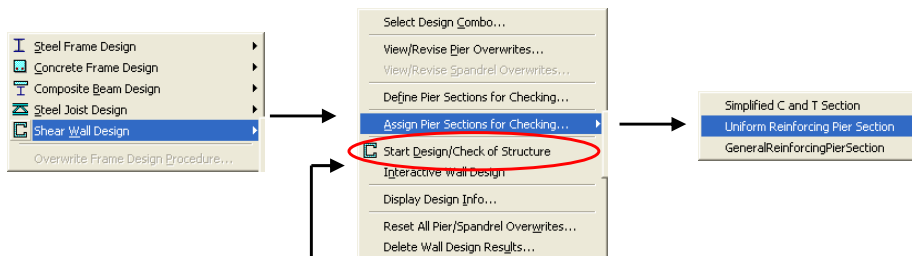
Station	Location	B-Zone Length	B-Zone Combo	Pu	Mu	Vu	Pu/Po
	Top	0.450	09CP14SDYCM	18.098	0.072	-0.006	0.0126
	Bottom	0.450	09CP14SDYCM	21.364	0.074	-0.006	0.0149

Compos... Overwrites... OK Cancel

Ventana de diseño para Tensión – Compresión, donde se muestra la combinación de carga que controla para los 2 tipos de diseño: flexural y corte. (se aprecia que no coloca restricción de armadura mínima en el diseño de los pilares).

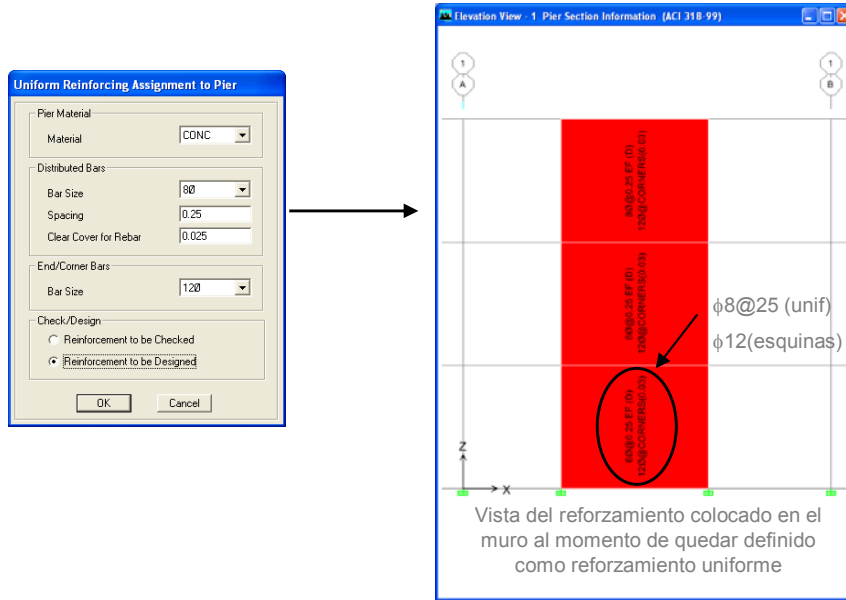
6.2) Reforzamiento uniforme:

Seleccionar el muro completo o la sección deseada, luego ir al menú **Design>Shear Wall Design>Assign Pier sections for Checking > Unifor Reinforcing Pier Section**



Ejecutar **Start Design/Check of Structure** para diseñar el muro,
Después que se haya ejecutado el análisis del modelo.

Para el reforzamiento uniforme, solo permite definir el tipo de armadura repartida en las caras longitudinales y las barras en las esquinas



Uniform Reinforcing Pier Section - Design (ACI 318-99)

Story ID: P1 Pier ID: MUR01 X Loc: 3.5 Y Loc: 0 Units: Ton-m

Flexural Design for P-M2-M3 (RLLF = 1.000)

Station	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	Pu	M2u	M3u	Pier Ag
Top	0.0025	0.0026	09CPSDYTA	18.128	0.000	-0.221	0.800
Bottom	0.0025	0.0026	09CPSDYTA	21.394	0.000	-1.551	0.600

Shear Design

Station	Rebar cm ² /m	Shear Combo	Pu	Mu	Vu	Capacity phi Vc	Capacity phi Vn
Top Leg 1	5.000	14CPSCSDXTA	34.156	9.365	7.890	32.016	69.981
Bot Leg 1	5.000	14CPSCSDXTA	39.236	28.848	7.890	35.195	65.567

Boundary Element Check

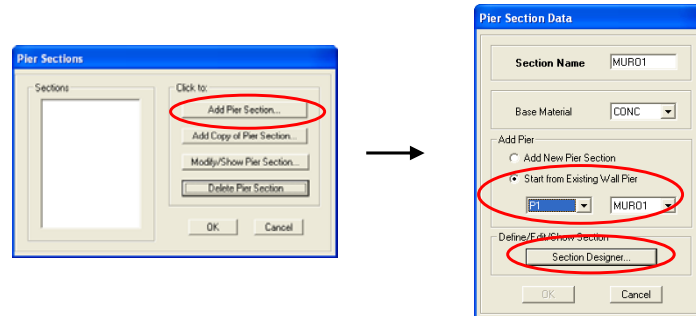
Station	B-Zone Length	B-Zone Combo	Pu	Mu	Vu	Pu/Po
Top Leg 1	0.450	09CP14SDYCM	18.098	0.072	-0.006	0.0121
Bot Leg 1	0.450	09CP14SDYCM	21.364	0.074	-0.006	0.0143

Required Reif Ratio: Cuantía de diseño
Current Reinf Ratio: Cuantía Suministrada.

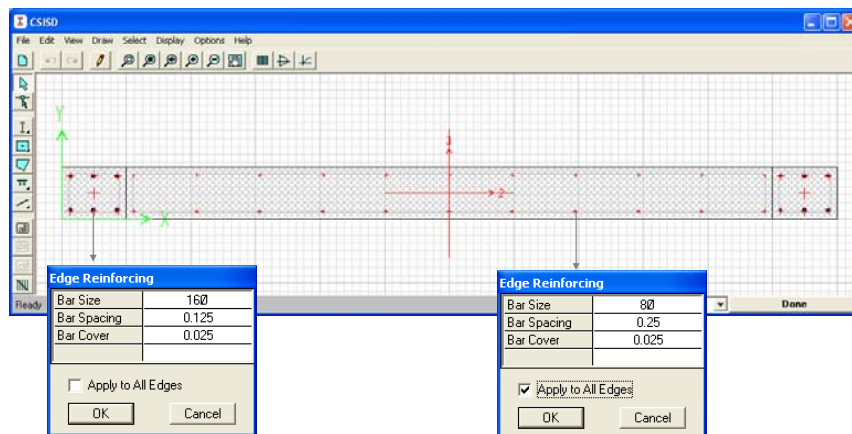
Ventana de diseño para reforzamiento uniforme, donde se muestra la combinacion de carga que controla para los 2 tipos de diseño: flexural y corte.

6.3) Reforzamiento General:

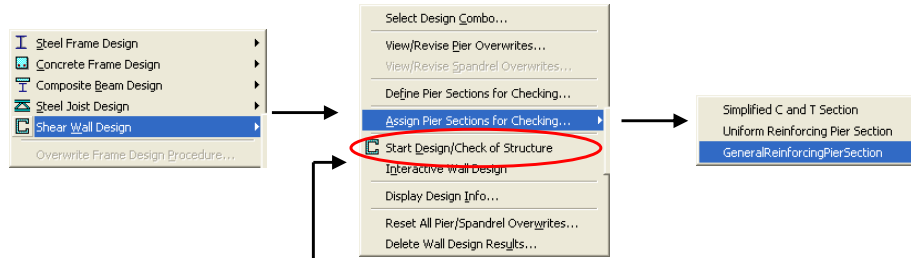
Ir al menú **Design>Shear Wall> Define Pier for Checking**, para agregar una seccion para ser "Chequeada" desde un Pier Existente



De la figura anterior, activar **Section Designer** para cambiar la armadura colocada por defecto y poder realizar una comparación entre el diseño v/s la armadura colocada o bien por capacidad de la sección.

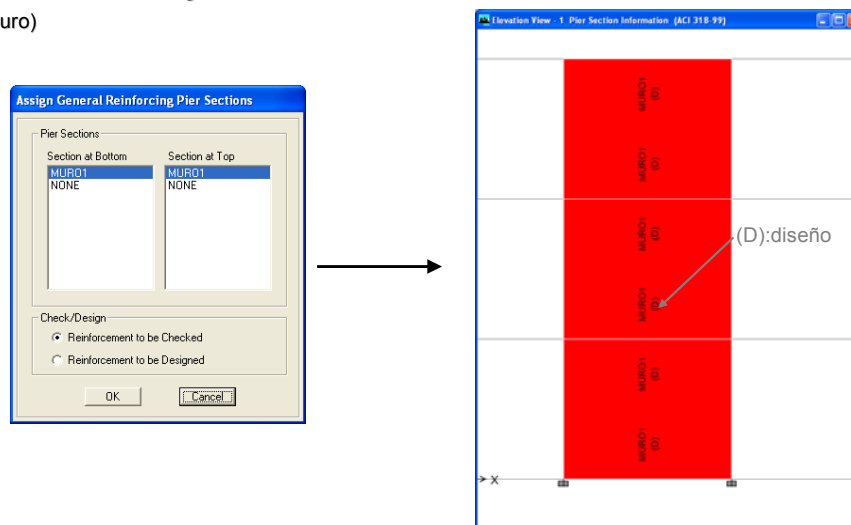


Seleccionar el muro completo o la sección deseada, luego ir al menu **Design>Shear Wall Design>Assign Pier Sections for Checking > General Reinforcing Pier Section**



Ejecutar **Start Design/Check of Structure** para diseñar el muro,
Después que se haya ejecutado el análisis del modelo.

Luego de definir el tipo de sección general, aparece una ventana que indica el reforzamiento que llevará el nivel superior e inferior del muro. (también se podría haber definido otra sección general con el fin de disminuir el reforzamiento en la altura del muro)



Vista de la asignación del muro con reforzamiento general

General Reinforcing Pier Section -Design (ACI 318-99)

Story ID: P1 Pier ID: MUR01 X Loc: 3.5 Y Loc: 0 Units: Ton-m

Flexural Design for P-M2-M3 (RLLF = 1.000)

Station	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	Pu	M2u	M3u	Pier Ag
Location							
Top	0.0025	0.0056	09CPSDYTA	18.128	0.000	-0.221	0.600
Bottom	0.0025	0.0056	09CPSDYTA	21.394	0.000	-1.551	0.600

Shear Design

Station	Rebar cm ² /m	Shear Combo	Pu	Mu	Vu	Capacity phi Vc	Capacity phi Vn
Location							
Top Leg 1	5.000	14CPSCSDXTA	34.156	9.365	7.890	32.016	69.981
Bot Leg 1	5.000	14CPSCSDXTA	39.236	28.848	7.890	35.195	65.567

Boundary Element Check

Station	B-Zone Length	B-Zone Combo	Pu	Mu	Vu	Pu/Po
Location						
Top Leg 1	0.450	09CP14SDYCM	18.098	0.072	-0.006	0.0095
Bot Leg 1	0.450	09CP14SDYCM	21.364	0.074	-0.006	0.0112

Required Reif Ratio: Cuantía de diseño
Current Reinf Ratio: Cuantía Suministrada.

Combos... Overwrites... Section Top... Section Bot... OK Cancel

Ventana de diseño para reforzamiento General, donde se muestra la combinación de carga que controla para los 2 tipos de diseño: flexural y corte.

General Reinforcing Pier Section -Check (ACI 318-99)

Story ID: P1 Pier ID: MUR01 X Loc: 3.5 Y Loc: 0 Units: Ton-m

Flexural Check for P-M2-M3 (RLLF = 1.000)

Station	D/C Ratio	Flexural Combo	Pu	M2u	M3u
Location					
Top	0.041	14CP175C	35.759	0.000	0.239
Bottom	0.066	09CP14SDXTA	20.865	0.000	-28.471

Shear Design

Station	Rebar cm ² /m	Shear Combo	Pu	Mu	Vu	Capacity phi Vc	Capacity phi Vn
Location							
Top Leg 1	5.000	14CPSCSDXTA	34.156	9.365	7.890	32.016	69.981
Bot Leg 1	5.000	14CPSCSDXTA	39.236	28.848	7.890	35.195	65.567

Boundary Element Check

Station	B-Zone Length	B-Zone Combo	Pu	Mu	Vu	Pu/Po
Location						
Top Leg 1	0.450	09CP14SDYCM	18.098	0.072	-0.006	0.0116
Bot Leg 1	0.450	09CP14SDYCM	21.364	0.074	-0.006	0.0136

Combos... Overwrites... Section Top... Section Bot... OK Cancel

Ventana de Chequeo para reforzamiento General, donde el radio D/C corresponde al porcentaje de Demanda v/s Capacidad, donde este factor es un indicador de las condiciones de esfuerzo del muro con respecto a su capacidad.

3) Manual Práctico de Utilización del Programa SAP

Se expone, a continuación, los principales aspectos que se deben conocer y dominar para el uso del programa SAP.



MANUAL DE USO DEL
PROGRAMA SAP2000.

1.- Consideraciones Generales

- Se presentan los principales comandos del programa SAP2000, versión 8.3.3.
- El edificio a analizar se supone que cuenta con diafragma rígido a nivel de piso.
- Se aplican las disposiciones de la norma Nch. 433 Of. 96.
- Se realizará un análisis sísmico por el método de superposición modal espectral.

2.- Etapas para realizar un análisis estructural de un edificio con Software SAP2000.

Se pueden distinguir 6 etapas principales:

- Etapa 1: Estructuración del edificio.
- Etapa 2: Creación del modelo estructural.
- Etapa 3: Realizar Análisis Modal.
- Etapa 4: Definición de sismos a analizar y estados de cargas.
- Etapa 5: Realizar análisis estructural.
- Etapa 6: Visualización de resultados.

ETAPA 1: Estructuración del edificio.

Es la etapa más importante y consiste en definir la ubicación, dimensiones y materiales de todos los elementos estructurales, para poder resistir adecuadamente las cargas que actúan sobre el edificio, según disposiciones de las normas chilenas vigentes.

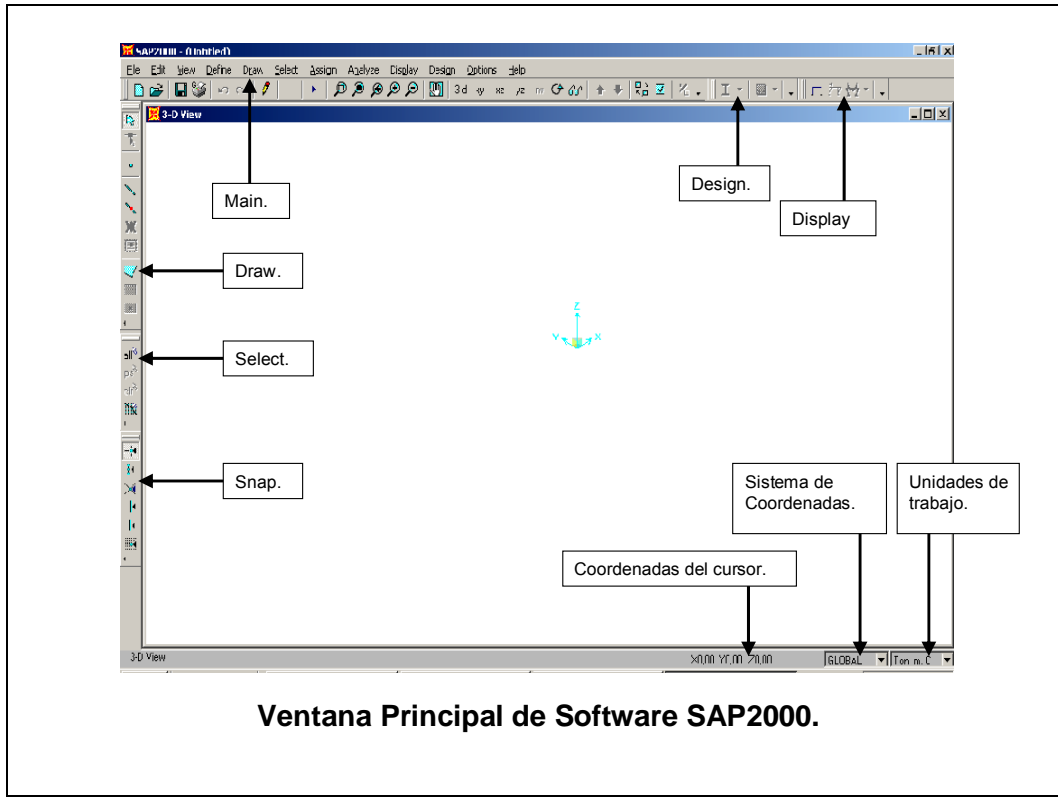
Para lograr una estructuración adecuada, se requiere:

- Gran dominio de los conceptos fundamentales de una buena estructuración;
- Experiencia práctica del ingeniero.

Antes de usar el programa se debe:

- i) Definir la estructuración del edificio;
- ii) Establecer el sistema de coordenadas globales (X, Y, Z);
- iii) Definir los ejes necesarios para ubicar los elementos resistentes (vigas, columnas, muros, losas, etc.) del edificio.

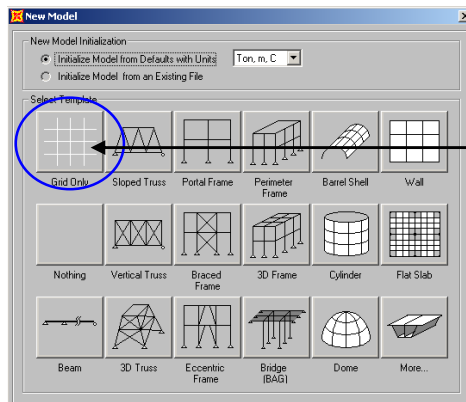
Una vez finalizado lo anterior, se debe abrir el programa SAP2000, lo que nos lleva a la pantalla principal de él, la cual se muestra en la figura a continuación, donde elegimos el sistema de unidades (éstas después se pueden cambiar).



ETAPA 2: Creación del modelo estructural.

- **Paso 1:** Crear nuevo archivo y guardar como archivo de trabajo.

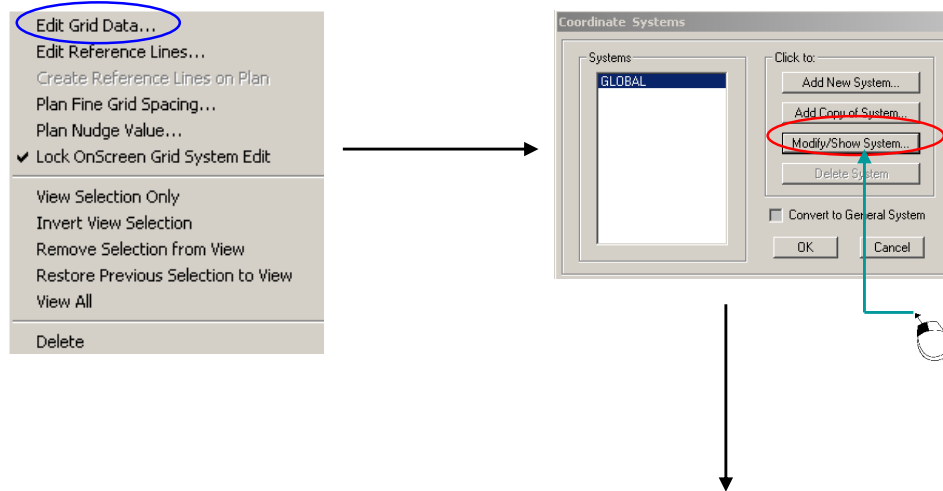
File → New Model / .



File → Save as / .

- **Paso 2**: Editar la grilla.

Edit → Edit grid data.

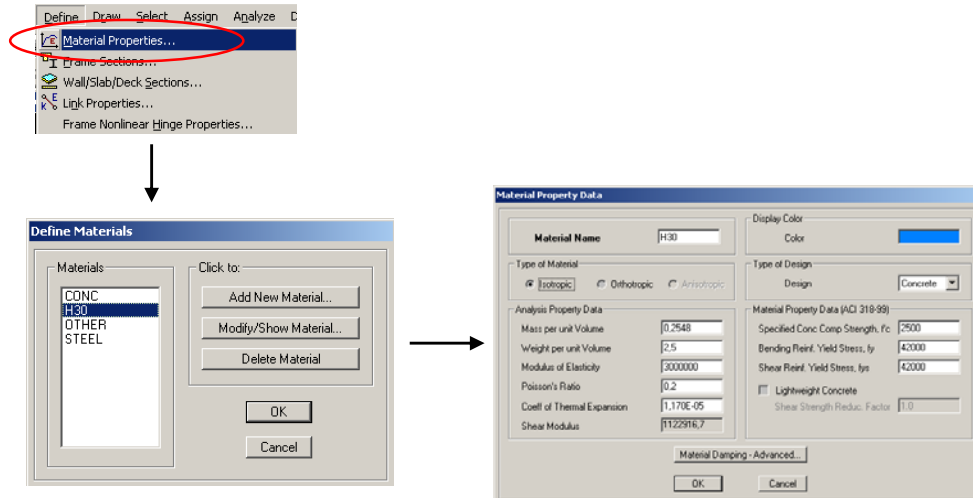


The 'Coordinate/Grid System' dialog box is shown. The 'System Name' field contains 'GLOBAL'. Under 'Direction', the 'X' radio button is selected. The 'X Location' list contains the following values: 0, 4.57, 4.6, 5.4, 5.8, 6.2, 8.88, 10.28, 11.64, and 12.08. The 'Add Grid Line' button is circled in blue. Other buttons include 'Move Grid Line', 'Delete Grid Line', and 'Delete All'. There are also checkboxes for 'Lock Grid Lines' (checked), 'Snap to Grid Lines', and 'Glue Joints to Grid Lines'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Formulario Editor de Grillas.

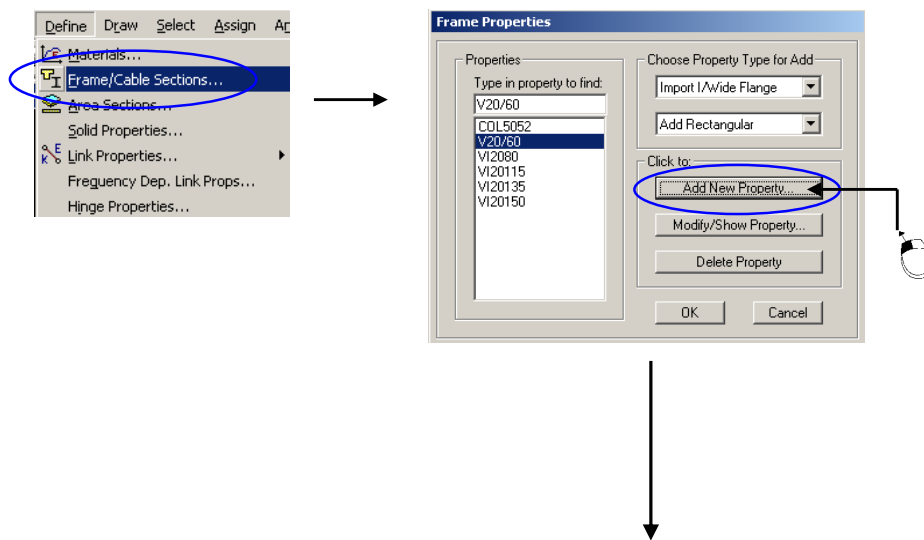
- **Paso 3:** Definición de materiales.

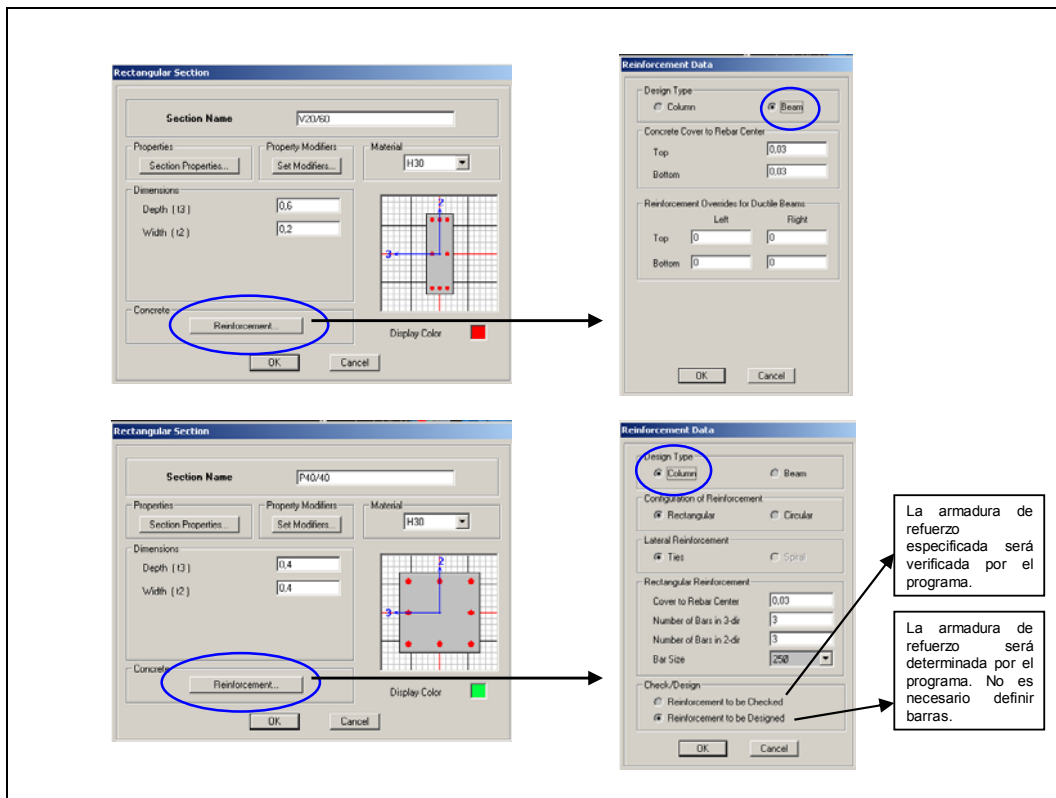
Define → Material Properties / .



- **Paso 4:** Definir secciones vigas, columnas y diagonales.

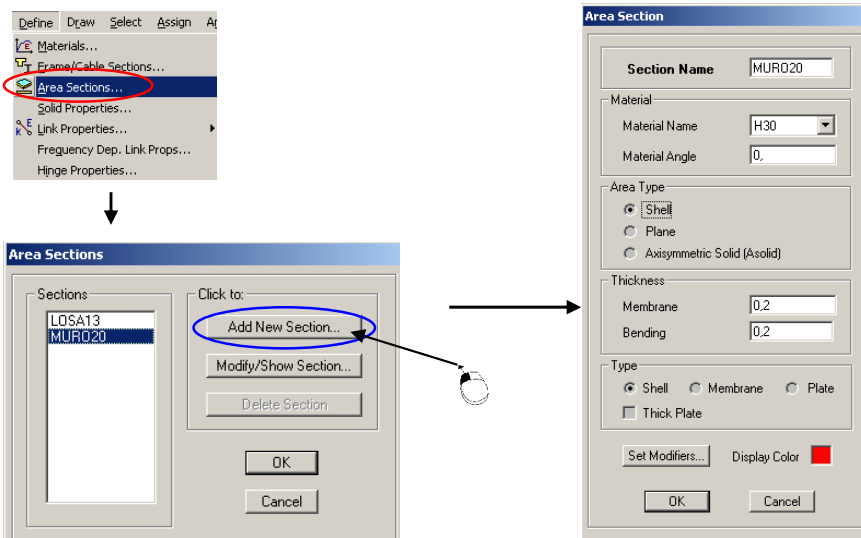
Define → Frame/Cable Sections / .



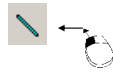


• **Paso 5:** Definir secciones de muros y losas.

Define → Area sections /

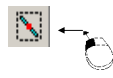


- **Paso 6:** Dibujar y asignar columnas, vigas y diagonales (elementos de línea).



Este botón permite dibujar una viga o columna entre los puntos donde se haya hecho clic.

Properties of Object	
Property	V20/60
Moment Releases	Continuous
XY Plane Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>



Este botón permite dibujar una viga o columna en una región determinada sobre la grilla.

Properties of Object	
Property	V20/60
Moment Releases	Continuous
XY Plane Offset Normal	0.

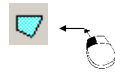
Comando Insertion Point

- Para definir si una viga es normal, invertida o semi-invertida (por defecto, la viga queda centrada respecto del nivel de piso), ésta se debe seleccionar una vez que haya sido asignada y luego proceder de la siguiente manera:

Assign → Frame/Cable → Insertion point.

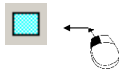
Esta ventana modifica la ubicación de la viga respecto a los ejes globales (X, Y, Z) o locales (1, 2, 3).

- **Paso 7:** Dibujar y asignar losas y muros (elementos de superficie).



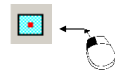
Dibujar Áreas (Plan, Elev,3D).

Properties of Object	
Property	LOSA13
XY Plane Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>



Dibujar Áreas Rectangulares (Plan, Elev).

Properties of Object	
Property	LOSA13



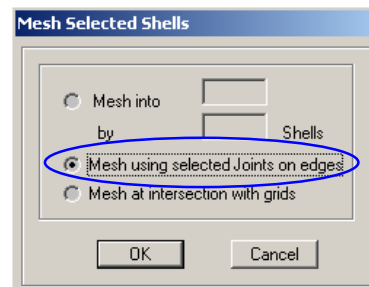
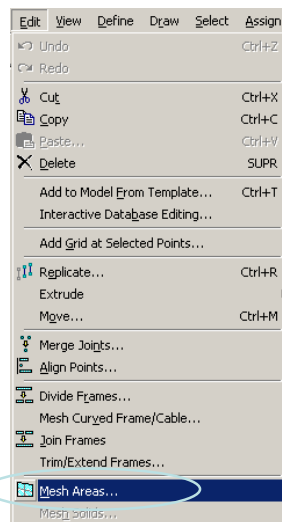
Dibujar Áreas con un clic (Plan, Elev).

Properties of Object	
Property	LOSA13

- **Paso 8:** Mallado de losas y muros

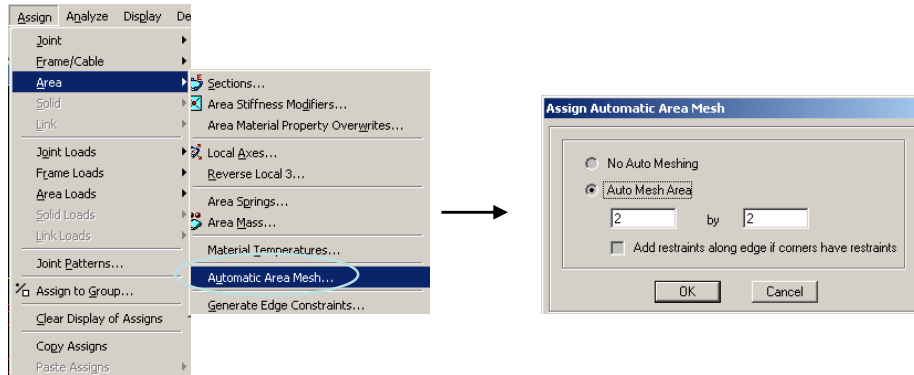
OPCIÓN 1: Caso Manual.

Edit → Mesh Areas /



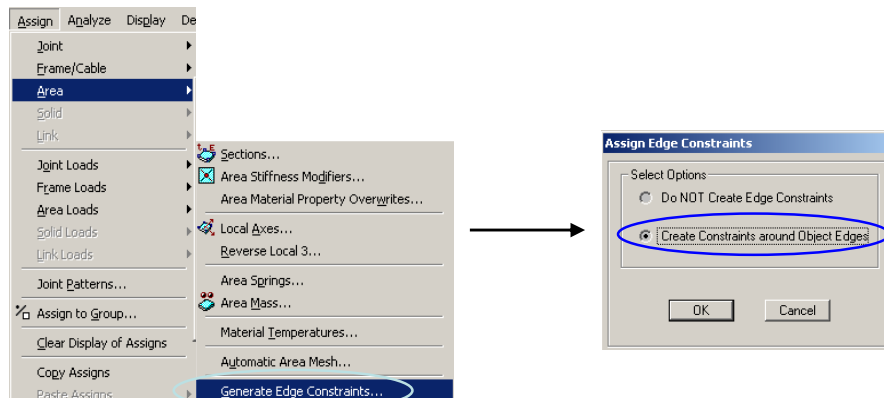
- OPCIÓN 2: Caso Automático.

Assign → Area → Automatic Area Mesh



- **Paso 9**: Asegurar la conectividad en todos los elementos

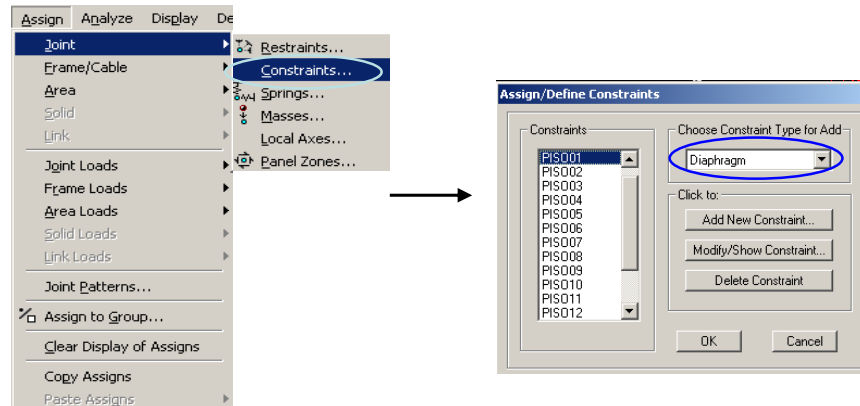
Assign → Area → Generate Edge Constraints.




- **Paso 10:** Asignar diafragmas rígidos

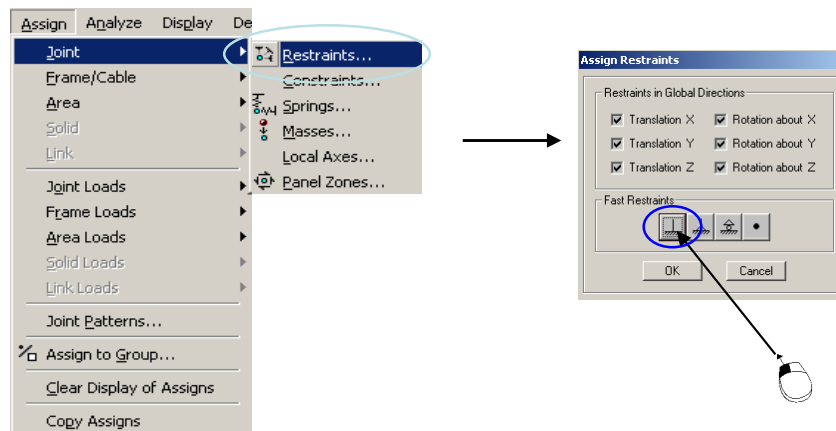
Se debe seleccionar los nodos que componen la losa, luego:

Assign → Joint → Constraints.



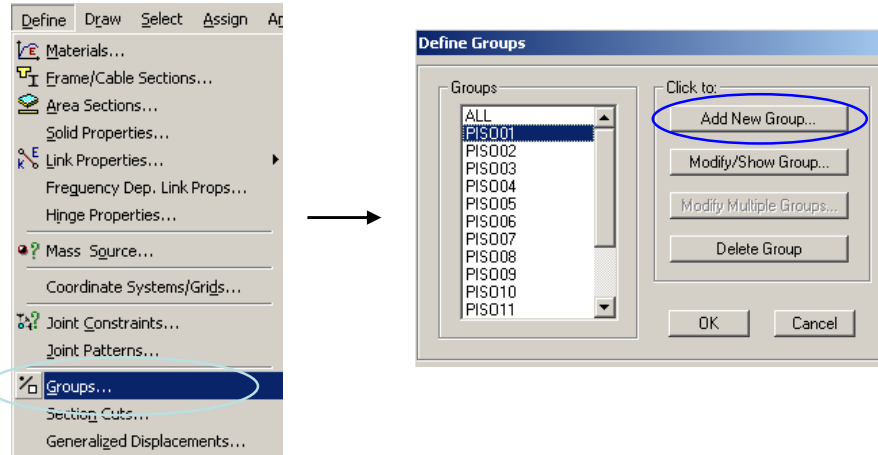
- **Paso 11:** Asignar apoyos en la base

Assign → Joint → Restraints /  .



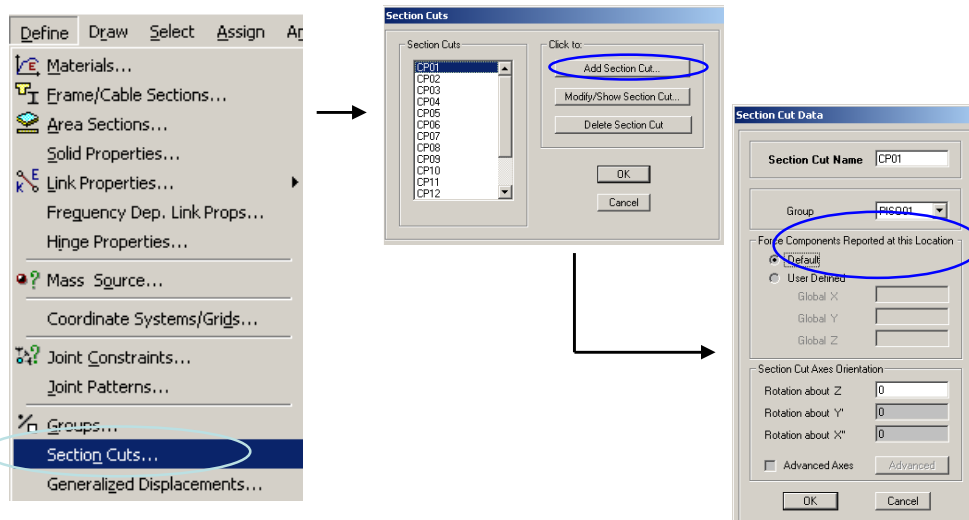
- **Paso 12:** Definir grupos

Define → Groups / .



- **Paso 13:** Definir Secciones de cortes.

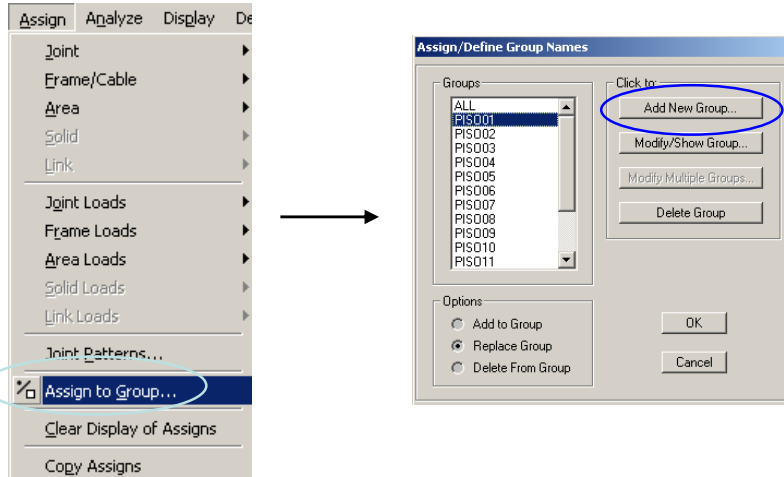
Define → Sections Cuts.



- **Paso 14:** Asignar los elementos seleccionados a un grupo definido.

Este paso es necesario para obtener los cortes por piso. Para esto se debe seleccionar piso por piso para luego asignarlo a un grupo ya definido en el paso 13.


Assign → Assign to group / .

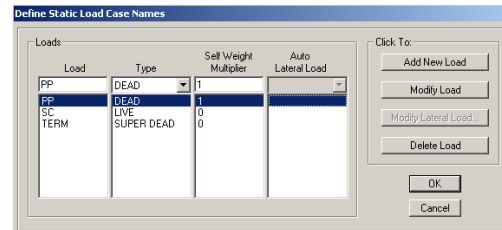
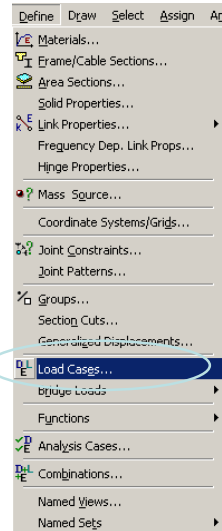


ETAPA 3: Realizar Análisis Modal.

El objetivo es poder encontrar los periodos asociados a la mayor masa traslacional en ambas direcciones X e Y, es decir, encontrar T_x^* y T_y^* , para poder determinar el espectro de diseño según norma Nch. 433 Of. 96.

- **Paso 15:** Definir los tipos de cargas

Define → Load Cases / .




PP= Peso Propio.

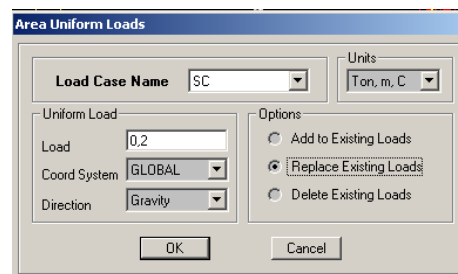
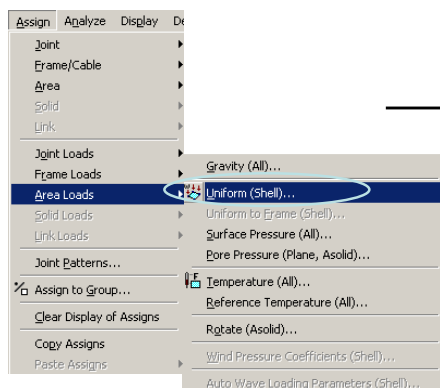
SC= Sobrecarga.

TERM= Terminaciones.


- **Paso 16:** Asignación de cargas gravitacionales sobre las losas

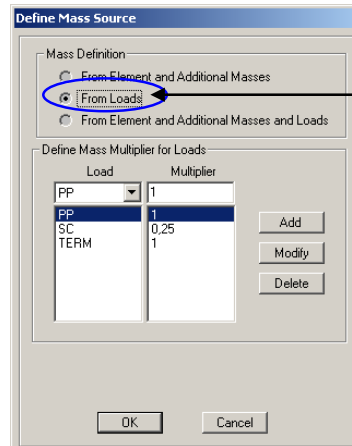
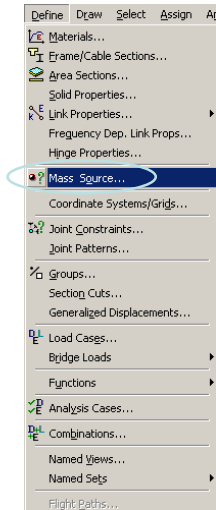
i) Seleccionar losas

Assign → Area Loads → Uniform (Shell) / .



- **Paso 17:** Definición de masas a considerar en el análisis sísmico

Define → Mass Source /  .

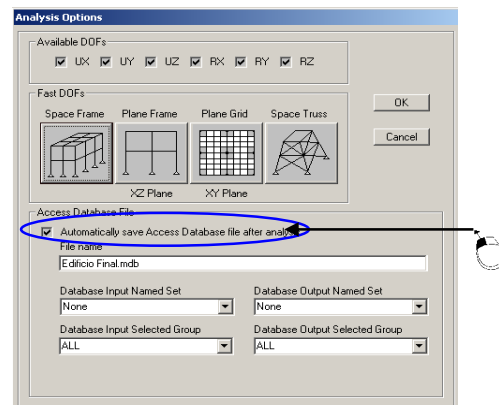
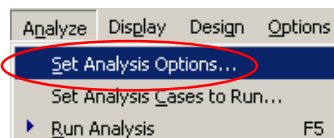


Opción Recomendada.

Al especificar las masas a través de las cargas asignadas, es necesario definir que porcentaje de estas cargas se debe considerar en la determinación de la masa sísmica, de acuerdo a lo establecido en la Nch433 Of.96.

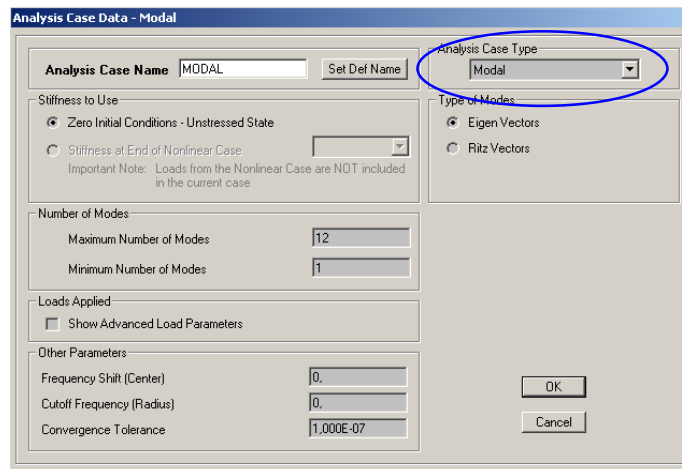
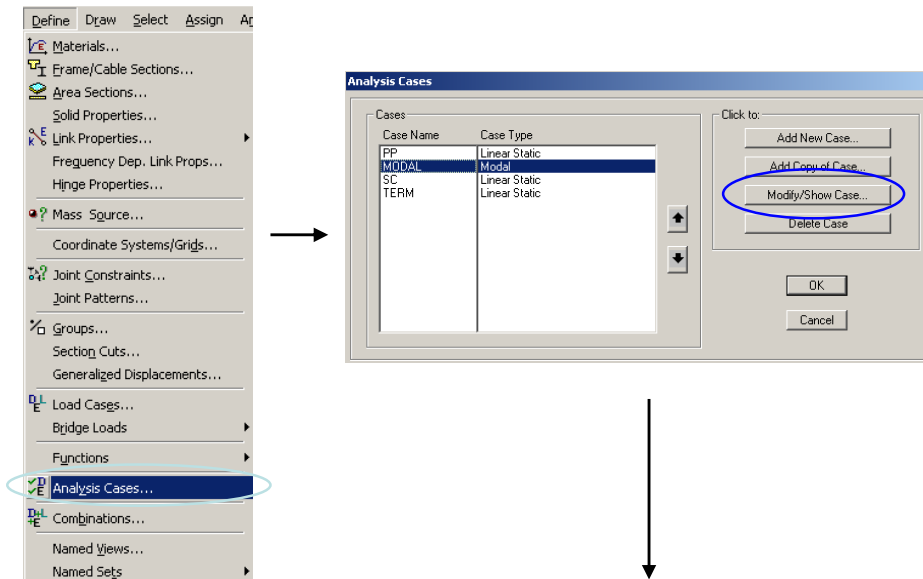
- **Paso 18:** Ejecutar Análisis Modal

Analyze → Set Analysis Options.



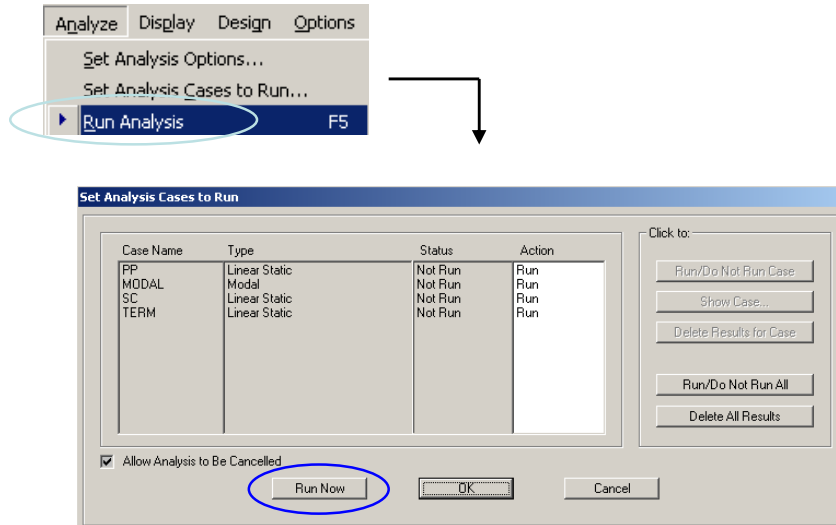
- **Paso 19**: Número de modos a considerar

Define → Analysis Cases / .



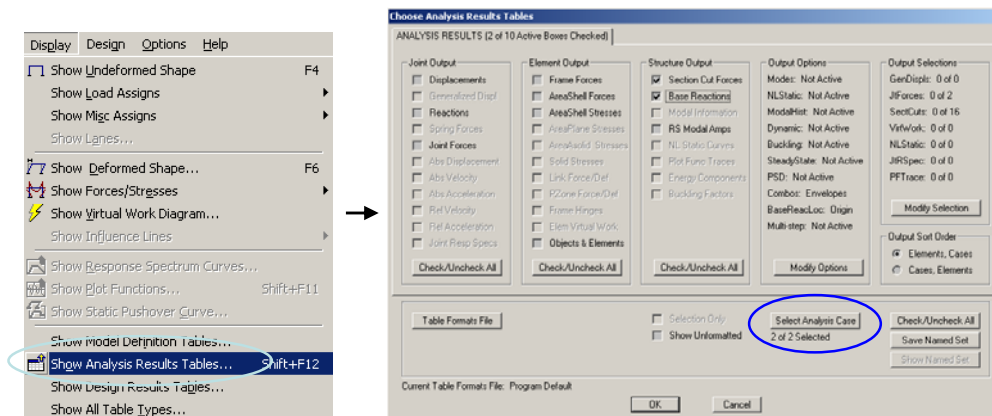
- **Paso 20:** Correr el análisis.

Analyze → Run Analysis.



- **Paso 21:** Buscar periodo asociados a mayor masa traslacional (T_x^* y T_y^*), verificando que cantidad de modos de vibrar considerados es adecuada.

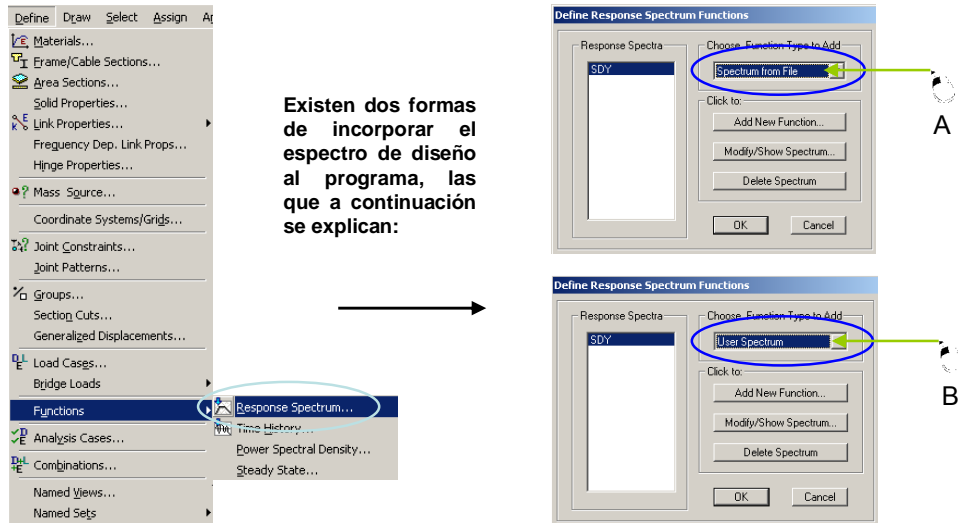
Display → Show Analysis Results Tables/



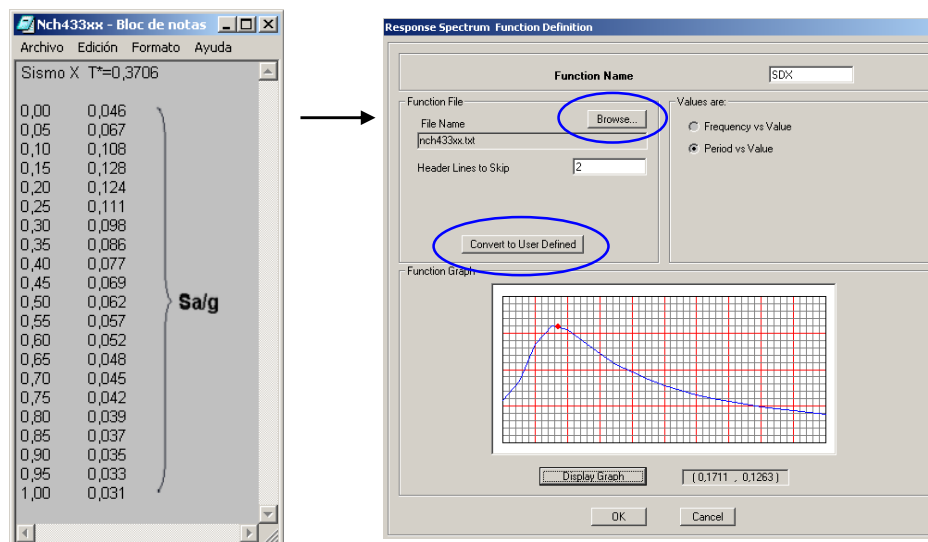
ETAPA 4: Definición de Sismo a analizar y Estados de Carga.

- **Paso 22:** Definir el espectro de aceleraciones

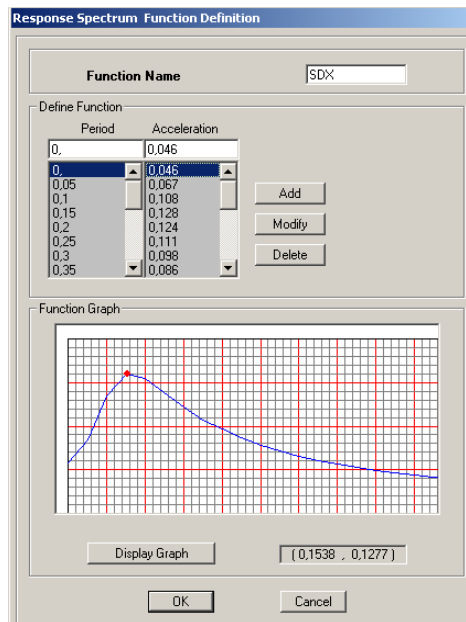
Define → Functions → Response Spectrum / 



A) Desde Archivo de texto.

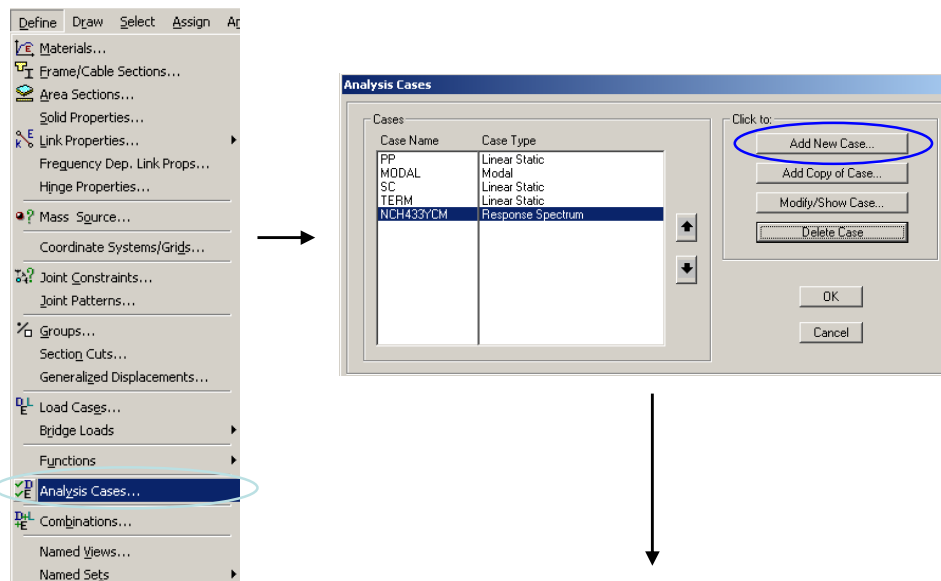


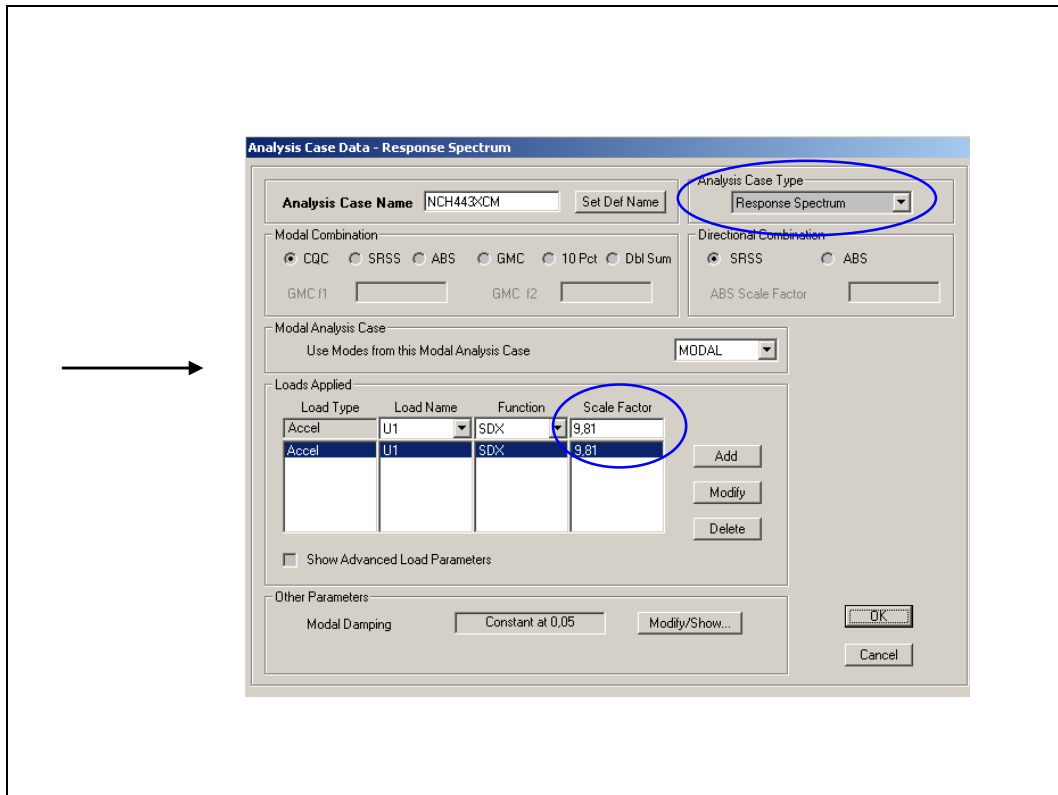
B) Ingreso Manual.



- **Paso 23**: Definición de sismos a analizar

Define → Analysis Cases / .



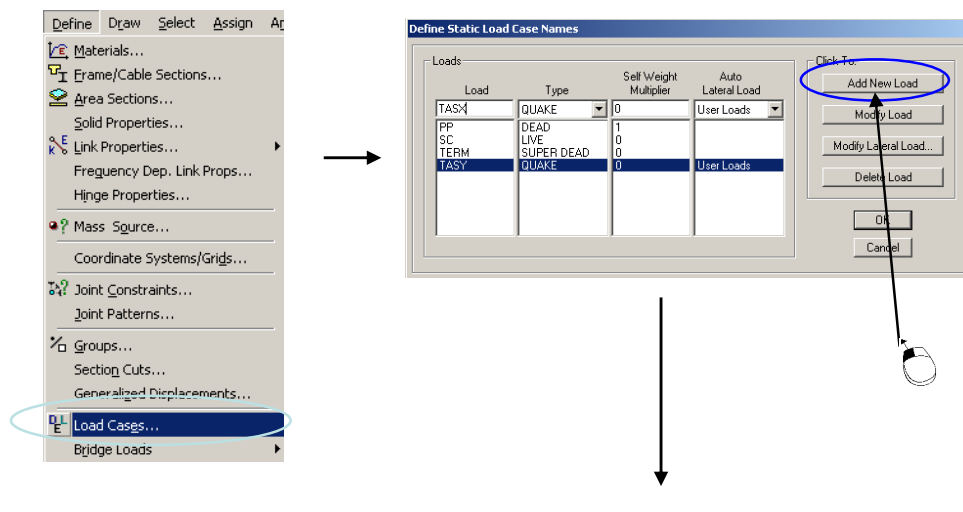


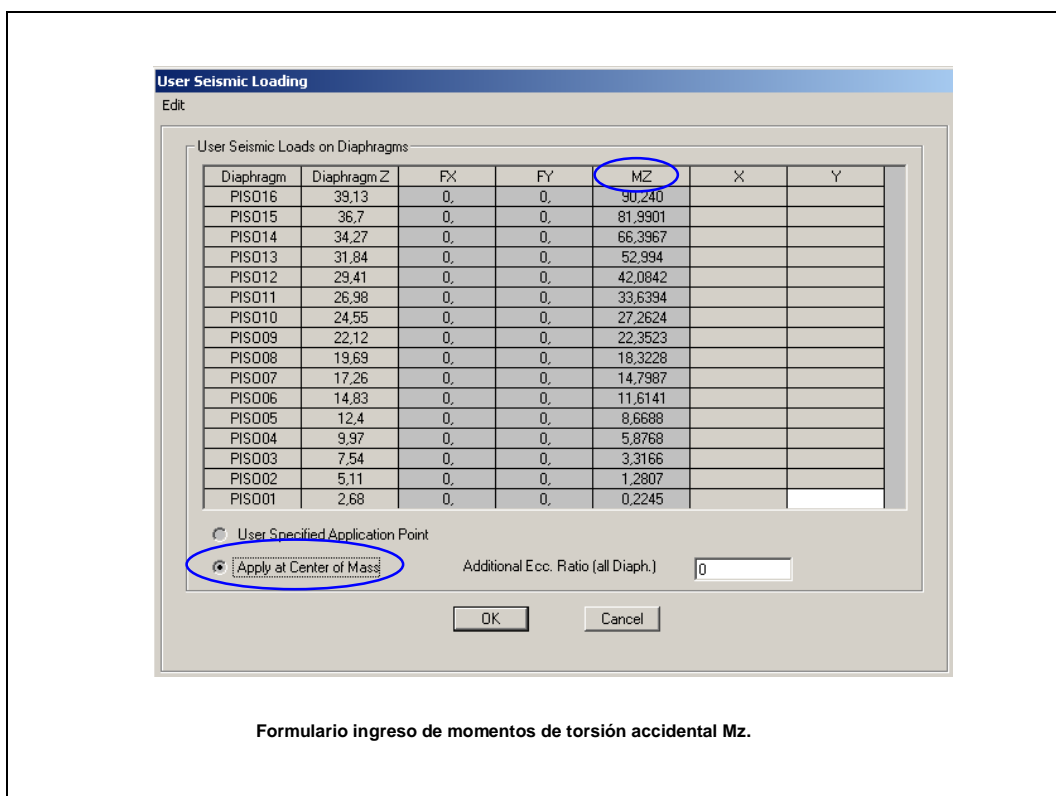
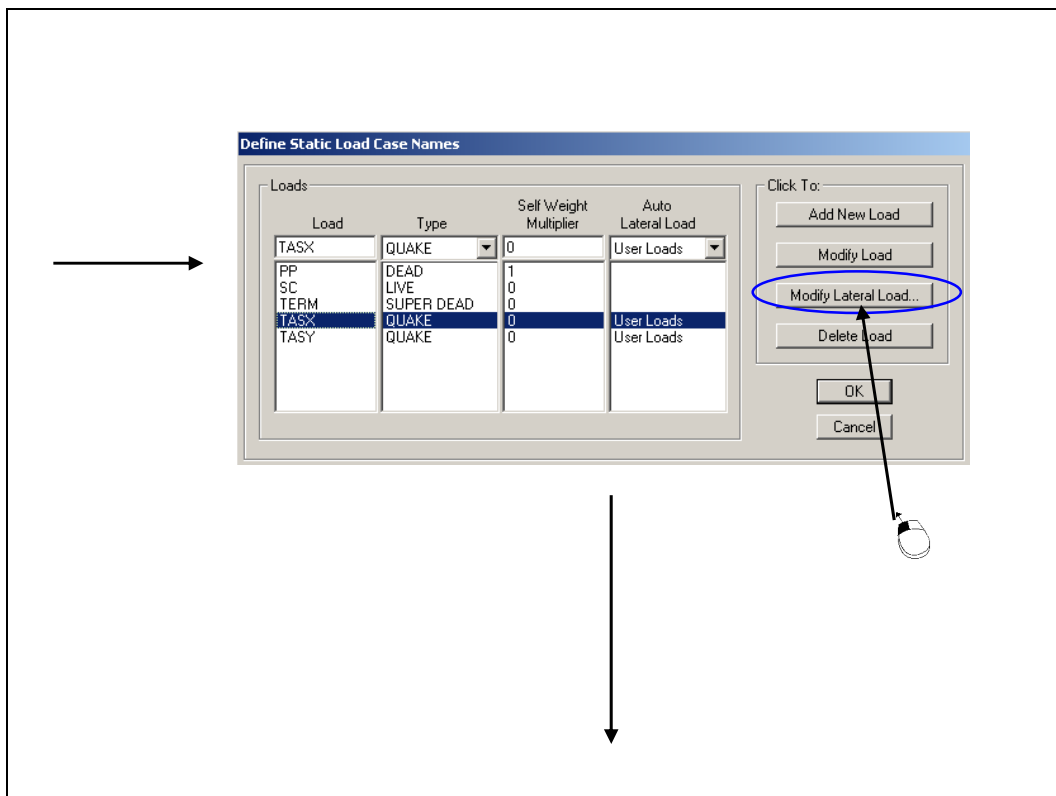
• **Paso 24:** Consideración de la torsión accidental

Aplicando momentos de torsión estáticos en cada nivel, calculados como el producto de la variación del esfuerzo de corte combinado en ese nivel, por una excentricidad accidental, dada por:

$$\pm 0.1 * b_k \quad \gamma * Z_k / H \quad \text{para el sismo según X}$$


$$\pm 0.1 * b_k \quad x * Z_k / H \quad \text{para el sismo según Y.}$$

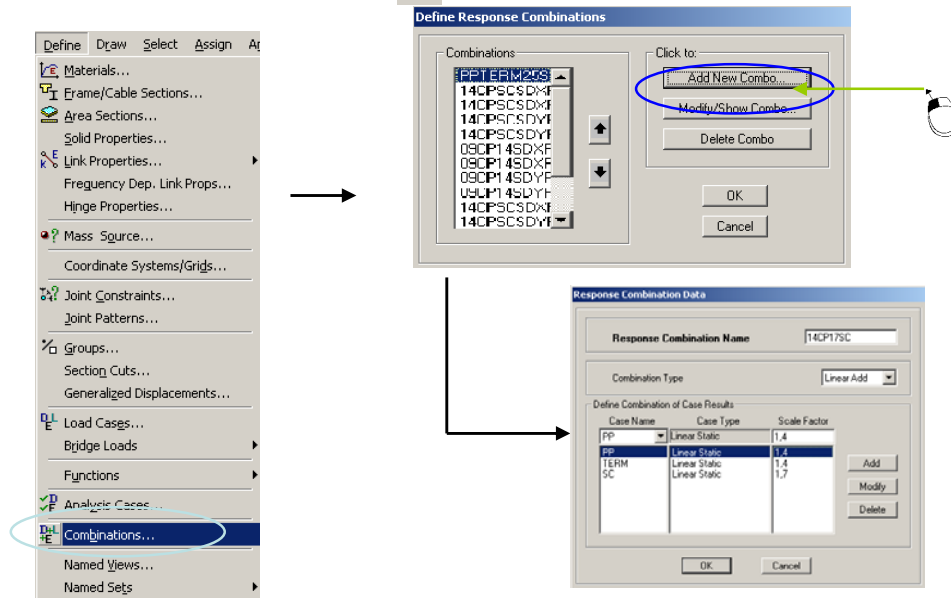




Formulario ingreso de momentos de torsión accidental Mz.

- **Paso 25:** Definición Estados de Cargas

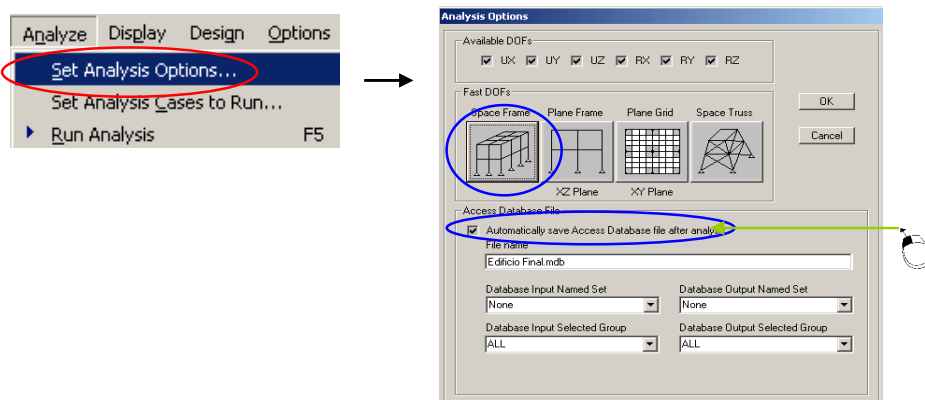
Define → Combinations / .




ETAPA 5: Realizar Análisis Estructural.

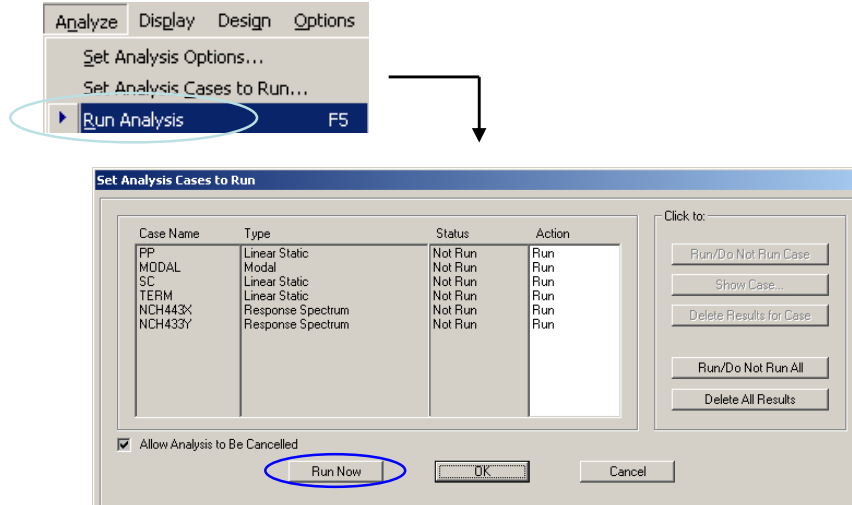
- **Paso 26:** Definir tipo de Análisis

Analyze → Set Analysis Options.



- **Paso 27:** Ejecutar Análisis Estructural

Analyze → Run Analysis / .

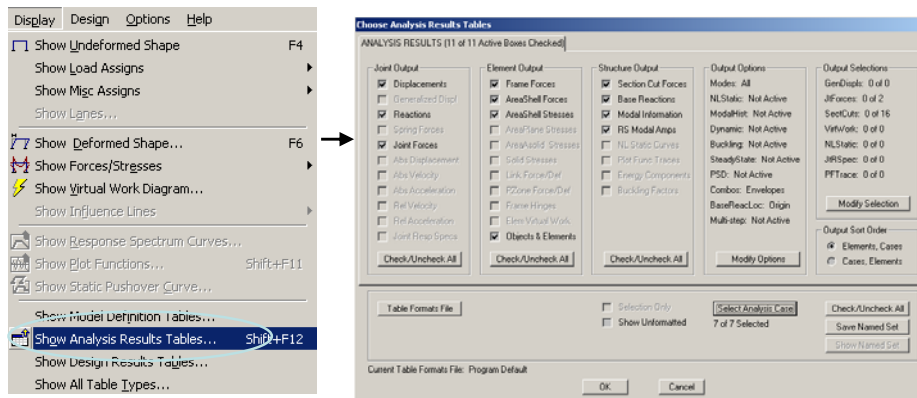


ETAPA 6: Visualización de resultados.

Los resultados del análisis pueden ser visualizados tanto por pantalla, como a través de base de datos generada por el programa.

- **Paso 28:** Visualización de resultados por pantalla

Display → Set Output Table Mode / .



Como ejemplo, se pueden visualizar los cortes por piso generados por los espectros para cada una de las direcciones de análisis, como lo muestra la figura siguiente:

Section Cut Forces

File View Options Format

Units: As Noted

Section Cut Forces

SectionCut Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	F1 Ton	F2 Ton	F3 Ton	M1 Ton-m	M2 Ton-m
STORY16	NCH433XCM	LinRespSpec	Max	0,00	49,06	1,79	454,070	0,000
STORY16	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	49,06	1,79	454,070	4,354
STORY16	NCH433ZCM	LinRespSpec	Max	0,00	1,62	57,81	793,628	0,000
STORY16	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	1,62	57,81	793,628	140,470
STORY15	NCH433XCM	LinRespSpec	Max	0,00	96,59	3,41	842,751	4,354
STORY15	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	96,59	3,41	842,751	12,640
STORY15	NCH433ZCM	LinRespSpec	Max	0,00	3,10	110,09	1511,016	140,469
STORY15	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	3,10	110,09	1511,016	407,747
STORY14	NCH433XCM	LinRespSpec	Max	0,00	137,81	4,72	1144,861	12,640
STORY14	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	137,81	4,72	1144,861	24,066
STORY14	NCH433ZCM	LinRespSpec	Max	0,00	4,28	151,51	2078,215	407,747
STORY14	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	4,28	151,51	2078,215	774,636
STORY13	NCH433XCM	LinRespSpec	Max	0,00	173,21	5,78	1374,774	24,066
STORY13	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	173,21	5,78	1374,774	37,966
STORY13	NCH433ZCM	LinRespSpec	Max	0,00	5,23	183,65	2517,260	774,636
STORY13	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	5,23	183,65	2517,260	1216,838
STORY12	NCH433XCM	LinRespSpec	Max	0,00	203,65	6,66	1551,430	37,966
STORY12	NCH433YCM	LinRespSpec	Max	0,00	203,65	6,66	1551,430	53,836
STORY12	NCH433ZCM	LinRespSpec	Max	0,00	6,03	208,93	2861,955	1216,838

Record: 1 of 32

Done

Visualización del peso sísmico.

Story Shears

Edit View

Story Shears

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY10	PPTERM25SC	Bottom	2437,34	0,00	0,00	0,000	18494,380	-34307,446
STORY9	PPTERM25SC	Top	2642,31	0,00	0,00	0,000	20117,719	-37193,531
STORY9	PPTERM25SC	Bottom	2780,11	0,00	0,00	0,000	21101,700	-39132,194
STORY8	PPTERM25SC	Top	2985,08	0,00	0,00	0,000	22725,038	-42018,279
STORY8	PPTERM25SC	Bottom	3122,88	0,00	0,00	0,000	23709,020	-43956,942
STORY7	PPTERM25SC	Top	3327,86	0,00	0,00	0,000	25332,358	-46843,028
STORY7	PPTERM25SC	Bottom	3465,65	0,00	0,00	0,000	26316,339	-48781,691
STORY6	PPTERM25SC	Top	3670,63	0,00	0,00	0,000	27939,678	-51667,776
STORY6	PPTERM25SC	Bottom	3808,42	0,00	0,00	0,000	28923,659	-53606,439
STORY5	PPTERM25SC	Top	4013,40	0,00	0,00	0,000	30546,997	-56492,524
STORY5	PPTERM25SC	Bottom	4151,19	0,00	0,00	0,000	31530,979	-58431,188
STORY4	PPTERM25SC	Top	4356,17	0,00	0,00	0,000	33154,317	-61317,273
STORY4	PPTERM25SC	Bottom	4493,96	0,00	0,00	0,000	34138,298	-63255,936
STORY3	PPTERM25SC	Top	4698,94	0,00	0,00	0,000	35761,637	-66142,021
STORY3	PPTERM25SC	Bottom	4836,73	0,00	0,00	0,000	36745,618	-68080,684
STORY2	PPTERM25SC	Top	5041,17	0,00	0,00	0,000	38368,956	-70955,679
STORY2	PPTERM25SC	Bottom	5176,00	0,00	0,00	0,000	39337,448	-72835,722
STORY1	PPTERM25SC	Top	5379,98	0,00	0,00	0,000	40960,786	-75699,625
STORY1	PPTERM25SC	Bottom	5610,33	0,00	0,00	0,000	42825,107	-78953,863

OK

Ubicación de los centros de masas y centros de rigidez de cada nivel.

Center Mass Rigidity

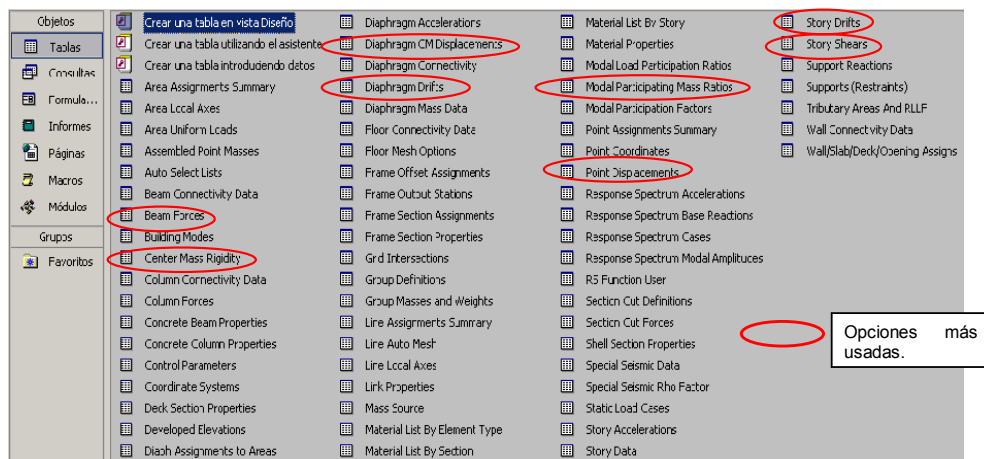
Edit View

Center Mass Rigidity

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR	XCCM
STORY16	DIAPFRAG	31.7759	31.7759	14.076	7.596	13.965	3.225	14.078
STORY15	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.968	3.282	14.077
STORY14	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.967	3.327	14.076
STORY13	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.966	3.372	14.076
STORY12	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.417	14.076
STORY11	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.462	14.076
STORY10	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.508	14.076
STORY9	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.965	3.558	14.076
STORY8	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.967	3.612	14.076
STORY7	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.970	3.672	14.076
STORY6	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.976	3.744	14.076
STORY5	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.985	3.837	14.076
STORY4	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	13.998	3.973	14.076
STORY3	DIAPFRAG	34.9113	34.9113	14.076	7.596	14.019	4.221	14.076
STORY2	DIAPFRAG	34.7053	34.7053	14.041	7.618	14.044	4.798	14.073
STORY1	DIAPFRAG	39.3734	39.3734	14.051	7.855	14.076	6.746	14.072

- **Paso 29:** Visualización de resultados a través de una base de datos generada.

Para esto se debe ir al programa Microsoft Access y abrir el archivo que fue creado en el paso 24.



Como ejemplo, se pueden visualizar los cortes por piso generados por los espectros para cada una de las direcciones de análisis, a través de una base de datos Access, en una tabla dinámica, como lo muestra la figura siguiente:

Coloque campos de filtro aquí		Coloque campos de columna aquí										
Story	Load	Loc	VX	VY	T	MX	MY					
STORY7	NCH433XCM	Top	313,3195801	9,945258141	4,29748E-06	2202,293701	131,8216705	4083,892334				
STORY7	NCH433XCM	Bottom	313,3195801	9,945258141	4,29748E-06	2202,293701	154,3302002	4807,792969				
STORY7	NCH433YCM	Top	9,057126999	304,2599182	8,74203E-06	4164,21875	4070,847168	119,4504852				
STORY7	NCH433YCM	Bottom	9,057126999	304,2599182	8,74203E-06	4164,21875	4736,951172	139,9401245				
STORY6	NCH433XCM	Top	329,9735413	10,46457672	4,56731E-06	2343,270752	154,3302002	4807,792969				
STORY6	NCH433XCM	Bottom	329,9735413	10,46457672	4,56731E-06	2343,270752	177,8962097	5565,009766				
STORY6	NCH433YCM	Top	9,54527092	322,5552673	1,00332E-05	4415,108887	4736,951172	139,9401093				
STORY6	NCH433YCM	Bottom	9,54527092	322,5552673	1,00332E-05	4415,108887	5435,400391	161,4212494				
STORY5	NCH433XCM	Top	344,8387146	10,91780663	4,59194E-06	2478,312744	177,8962097	5565,009766				
STORY5	NCH433XCM	Bottom	344,8387146	10,91780663	4,59194E-06	2478,312744	202,4351654	6352,455566				
STORY5	NCH433YCM	Top	9,981881142	339,7913513	1,05322E-05	4651,788086	5435,400391	161,4212341				
STORY5	NCH433YCM	Bottom	9,981881142	339,7913513	1,05322E-05	4651,788086	6167,227051	183,8266754				
STORY4	NCH433XCM	Top	357,3700562	11,28255844	4,89096E-06	2595,754639	202,4351654	6352,455566				
STORY4	NCH433XCM	Bottom	357,3700562	11,28255844	4,89096E-06	2595,754639	227,8316345	7166,713867				
STORY4	NCH433YCM	Top	10,34142303	354,5917053	1,14346E-05	4855,320313	6167,227051	183,8266602				
STORY4	NCH433YCM	Bottom	10,34142303	354,5917053	1,14346E-05	4855,320313	6931,815918	207,0606889				
STORY3	NCH433XCM	Top	366,7166138	11,53640366	5,00081E-06	2682,068848	227,8316345	7166,713867				
STORY3	NCH433XCM	Bottom	366,7166138	11,53640366	5,00081E-06	2682,068848	253,9326782	8003,519043				
STORY3	NCH433YCM	Top	10,5966692	365,4842529	1,18565E-05	5005,350098	6931,815918	207,0606537				
STORY3	NCH433YCM	Bottom	10,5966692	365,4842529	1,18565E-05	5005,350098	7726,047852	230,9849091				
STORY2	NCH433XCM	Top	372,0500488	11,66196918	4,91304E-06	2726,653809	253,9326782	8003,519043				
STORY2	NCH433XCM	Bottom	372,0500488	11,66196918	4,91304E-06	2726,653809	280,5480347	8857,353516				
STORY2	NCH433YCM	Top	10,72706318	371,5507813	1,27701E-05	5088,995605	7726,047852	230,9848938				
STORY2	NCH433YCM	Bottom	10,72706318	371,5507813	1,27701E-05	5088,995605	8544,258789	255,4125671				
STORY1	NCH433XCM	Top	373,8331604	11,70427036	4,96822E-06	2736,961182	280,5480347	8857,353516				
STORY1	NCH433XCM	Bottom	373,8331604	11,70427036	4,96822E-06	2736,961182	310,3067627	9811,964844				
STORY1	NCH433YCM	Top	10,76085949	373,7375488	1,23298E-05	5119,42041	8544,258789	255,4125671				
STORY1	NCH433YCM	Bottom	10,76085949	373,7375488	1,23298E-05	5119,42041	9466,821289	282,7316284				

Visualización del peso sísmico.

Coloque campos de filtro aquí		Coloque campos de columna aquí										
Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY				
STORY16	PPTERM25SC	Top	242,9185028	-1,20619E-10	4,65256E-10	1,62952E-07	1866,481079	-3420,29248				
STORY16	PPTERM25SC	Bottom	380,7116394	-1,20358E-10	4,65451E-10	1,62863E-07	2850,462402	-5358,955566				
STORY15	PPTERM25SC	Top	585,68927	-1,08422E-10	6,71025E-10	2,24711E-07	4473,800781	-8245,041016				
STORY15	PPTERM25SC	Bottom	723,4824219	-1,08307E-10	6,63871E-10	2,24576E-07	5457,782227	-10183,7041				
STORY14	PPTERM25SC	Top	928,460083	-9,77904E-11	8,74917E-10	2,79836E-07	7081,120117	-13069,78906				
STORY14	PPTERM25SC	Bottom	1066,253174	-9,7679E-11	8,73321E-10	2,79729E-07	8065,101563	-15008,45215				
STORY13	PPTERM25SC	Top	1271,230835	-8,6843E-11	1,04896E-09	3,28866E-07	9688,44043	-17894,53711				
STORY13	PPTERM25SC	Bottom	1409,024048	-8,68292E-11	1,05943E-09	3,28961E-07	10672,4209	-19833,20117				
STORY12	PPTERM25SC	Top	1614,001709	-7,9221E-11	1,21955E-09	3,71659E-07	12295,75977	-22719,28516				
STORY12	PPTERM25SC	Bottom	1751,7948	-7,92802E-11	1,22882E-09	3,71746E-07	13279,74121	-24657,94922				
STORY11	PPTERM25SC	Top	1956,772461	-7,00409E-11	1,38553E-09	4,08422E-07	14903,0791	-27544,0332				
STORY11	PPTERM25SC	Bottom	2094,565674	-7,00519E-11	1,39025E-09	4,08453E-07	15887,06055	-29482,69727				
STORY10	PPTERM25SC	Top	2299,543213	-6,46053E-11	1,53148E-09	4,39274E-07	17510,39844	-32368,7832				
STORY10	PPTERM25SC	Bottom	2437,336426	-6,45343E-11	1,53652E-09	4,3932E-07	18494,38086	-34307,44531				
STORY9	PPTERM25SC	Top	2642,313965	-5,87912E-11	1,6527E-09	4,64441E-07	20117,71875	-37193,53125				
STORY9	PPTERM25SC	Bottom	2780,107178	-5,88499E-11	1,65736E-09	4,64489E-07	21101,69922	-39132,19531				
STORY8	PPTERM25SC	Top	2985,084717	-5,23147E-11	1,76347E-09	4,84499E-07	22725,03906	-42018,27734				
STORY8	PPTERM25SC	Bottom	3122,87793	-5,22614E-11	1,76651E-09	4,84521E-07	23709,01953	-43956,94141				
STORY7	PPTERM25SC	Top	3327,955469	-4,83703E-11	1,86149E-09	4,99829E-07	25332,35742	-46843,02734				
STORY7	PPTERM25SC	Bottom	3465,648682	-4,83784E-11	1,8642E-09	4,99849E-07	26316,33984	-48781,69141				
STORY6	PPTERM25SC	Top	3670,626465	-4,51057E-11	1,9385E-09	5,1076E-07	27939,67773	-51667,77734				
STORY6	PPTERM25SC	Bottom	3808,419434	-4,50903E-11	1,93981E-09	5,10769E-07	28923,6582	-53606,4375				
STORY5	PPTERM25SC	Top	4013,397217	-4,16596E-11	1,99936E-09	5,17873E-07	30546,99805	-56492,52344				
STORY5	PPTERM25SC	Bottom	4151,19043	-4,17109E-11	2,00061E-09	5,17885E-07	31530,97852	-58431,1875				
STORY4	PPTERM25SC	Top	4356,167969	-4,00051E-11	2,04452E-09	5,21753E-07	33154,31641	-61317,27344				
STORY4	PPTERM25SC	Bottom	4493,960938	-3,99887E-11	2,04491E-09	5,21756E-07	34138,29688	-63255,9375				
STORY3	PPTERM25SC	Top	4698,938965	-3,80971E-11	2,07238E-09	5,23024E-07	35761,63672	-66142,02344				
STORY3	PPTERM25SC	Bottom	4836,731934	-3,80855E-11	2,07221E-09	5,23022E-07	36745,61719	-68080,6875				
STORY2	PPTERM25SC	Top	5041,171387	-2,768E-11	2,0783E-09	5,22435E-07	38368,95703	-70955,67969				
STORY2	PPTERM25SC	Bottom	5176	-2,76673E-11	2,07809E-09	5,22431E-07	39337,44922	-72835,71875				
STORY1	PPTERM25SC	Top	5379,901855	-2,8142E-11	2,07823E-09	5,22247E-07	40960,78516	-75699,625				
STORY1	PPTERM25SC	Bottom	5610,328125	-2,81818E-11	2,07829E-09	5,22248E-07	42825,10547	-78953,85938				

Ubicación de los centros de masas y centros de rigidez de cada nivel.

Coloque campos de filtro aquí
Coloque campos de columna aquí

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY16	DIAFRAG	31,77589417	31,77589417	14,07765007	7,557508945	13,96884441	3,224555492
STORY15	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96824455	3,282233
STORY14	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96745014	3,327359915
STORY13	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,9663763	3,372237444
STORY12	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96540737	3,416649342
STORY11	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96474552	3,461734533
STORY10	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96463108	3,508447886
STORY9	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96530819	3,557882071
STORY8	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,96707916	3,611558676
STORY7	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,97041416	3,671961546
STORY6	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,9758873	3,743754864
STORY5	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,98472118	3,836555004
STORY4	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	13,99785805	3,97324276
STORY3	DIAFRAG	34,91128922	34,91128922	14,07572269	7,59579134	14,01904011	4,221299171
STORY2	DIAFRAG	34,70527649	34,70527649	14,04057121	7,618124485	14,04357243	4,798285961
STORY1	DIAFRAG	39,37339401	39,37339401	14,05077076	7,854896069	14,076478	6,746424675

BIBLIOGRAFÍA

1. ETABS: “USER INTERFACE REFERENCE MANUAL”.
2. SAP2000: “ANALYSIS REFERENCE MANUAL”.
3. WILSON, EDWARD “THREE DIMENSIONAL STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF STRUCTURES”.