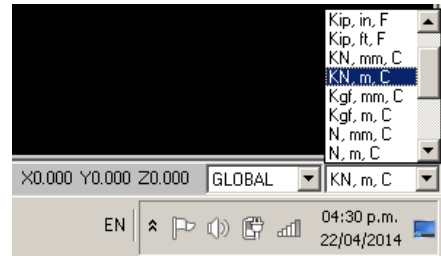


MODELACIÓN EN EL PROGRAMA SAP 2000 V 14

Entrada de datos de la modelación

Antes de proceder con el diseño de la estructura se debe seleccionar el sistema de unidades en el cual se va a procesar el moldeamiento en SAP 2000 V 14.2.4 en la parte inferior de la pantalla.

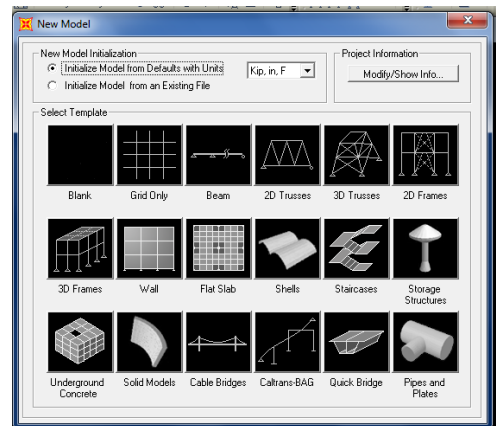


DEFINICIÓN DEL GRID

Se crea un nuevo modelo en la opción "Grid only".

Se introduce la geometría de cada uno de los ejes y las alturas de entrepiso correspondientes al modelo.

Para este diseño la grilla con 4 ejes en X, 4 ejes en Y con espaciamentos de 4m cada uno y 2 Ejes en Z con un espaciamiento de 2.51m, no olvidar que el punto inicial sea (0,0,0).



DEFINICIÓN DEL MATERIAL

Se procede a definir el tipo de material que se va a utilizar según los parámetros de la norma NSR-10 en G.12.

Para determinar el nuevo material se debe tomar una masa específica de 800kg/m^3 (G.12.3.4.1).

Para determinar el peso por unidad de volumen se multiplica el valor de masa por unidad de volumen (0.8 Ton/m^3) por la gravedad (9.81m/s^2) = 7848 Ton/m^3 .

Para determinar el valor del módulo de elasticidad se busca en la norma NSR-10 en el APENDICE G-D "EQUILIBRIO DE HUMEDAD".

Adicionalmente para efectos de modelación de la cubierta y se deberá crear un elemento con propiedades de peso 0 y

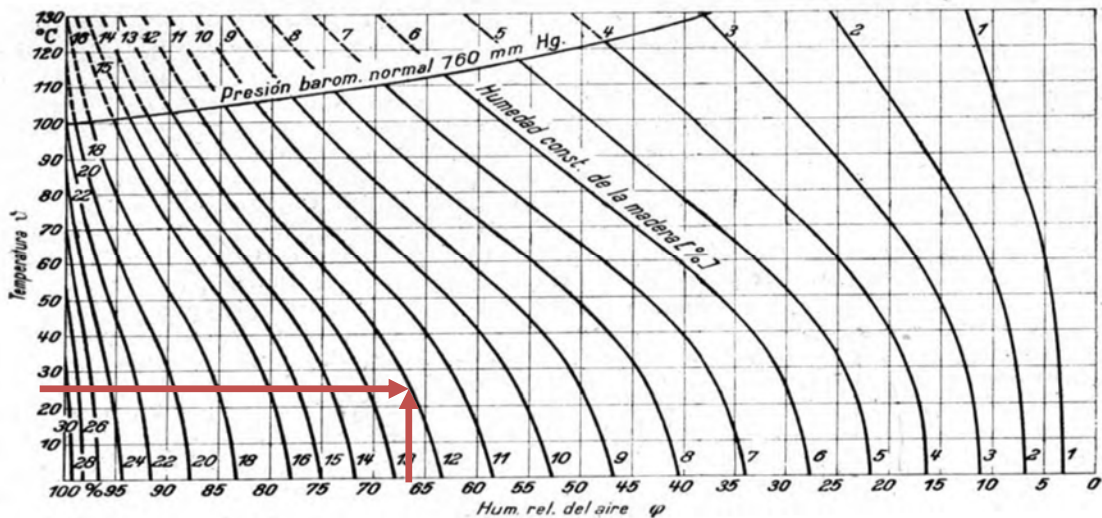


Figura G-D.1-Isotermas de Sorción

Según los datos recogidos por el Municipio de Guaduas Cundinamarca

"Las temperaturas medias promedias anuales se analizaron con un registro de 22 años en la estación La Esperanza. Un promedio de 28 °C y oscilaciones entre los 20.5 y 31.1 °C"¹

"A partir del análisis realizado sobre la región que representa la estación La Esperanza, la humedad relativa media se mantiene en lo general por encima del 66% "²

Entrando con la humedad relativa del aire y la temperatura del Guaduas Cundinamarca se obtiene que el Contenido de Humedad de la madera en estas condiciones es de 12% lo cual facilita el diseño dado que las tablas de la NSR-10 en el título G.12 están contempladas para una humedad relativa de 12%.

En la tabla G.12.7-2 donde se tomará como Modulo de elasticidad $E = 9500 \text{ Mpa}$ para efectos de Diseño.

¹COLOMBIA. OFICINA DE PLANEACION DE GUADUAS. Plan Básico de Ordenamiento Territorial diagnostico por subsistemas. 2000. P.4

² ibíd., P.5

Para los coeficientes de dilatación térmica, Relación de Poisson y modulo al cortante de la guadua, la NRS-10 no tiene referencias, por consiguiente se tomará como referencia los estudios realizados por Jorge Alberto Cobos y Xavier Antonio León.

Módulo de corte

"... Existen diferentes valores para este módulo en cada una de las direcciones de la guadua. Sin embargo el más usual es el que sigue la dirección de las fibras. Los valores reportados para esta propiedad varían entre 1/16 y 1/25 del módulo de elasticidad lineal (PADT-REFORT) el cual es: $\frac{E}{25}$ "³

Por consiguiente Modulo de corte = $\frac{E}{25} = \frac{9500000}{25} = 380000 \text{ kN/m}^2$

Módulo de Poisson

"... Para el caso de la guadua se ha tomado igual que para la madera existen 6 módulos de Poisson ya que se relacionan las deformaciones en las direcciones longitudinal, radial, y tangencial. Para la madera se han reportado valores del orden de 0.325 a 0.40..."⁴

Para este trabajo se tomará un módulo de Poisson del orden de 0.4

³COBOS FISCHER, Jorge Alberto y LEÓN RODRÍGUEZ, Xavier Antonio. Propiedades físicas-mecánicas de la guadua angustifolia kunth y aplicación al diseño de baterías sanitarias del iasa II. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Sangolquí.: Escuela Politécnica Del Ejército. Facultad de ingeniería civil. Programa de pregrado de Ingeniería Civil. 2007. P.106-107.

⁴ Ibid.,. P.107

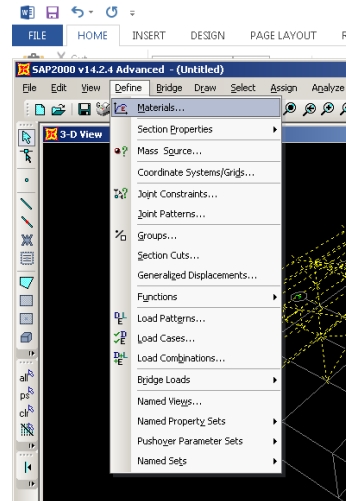
Coefficiente de dilatación térmica

"La guadua al ser un material Ortotrópico tiene distintos valores de dilatación térmica en sus tres direcciones anatómicas. Para efecto del trabajo se tomarán valores típicos de la madera como: en el eje longitudinal 3×10^{-6} , en el tangencial 25×10^{-6} y en la radial 15×10^{-6} ."⁵

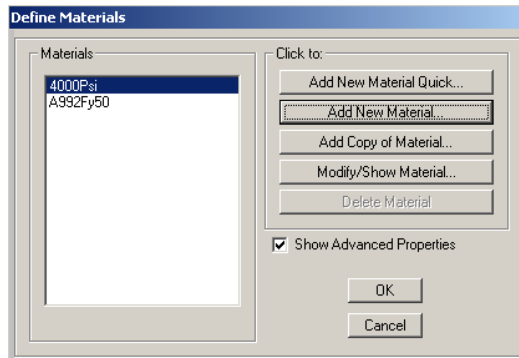
Pasos para crear el material

Diríjase al menú "Define" y haga click sobre él.

Haga click sobre "Materials".



Se desplegará un cuadro donde se debe seleccionar la opción "Show Advanced Properties" hacer click en "Add New Material..."

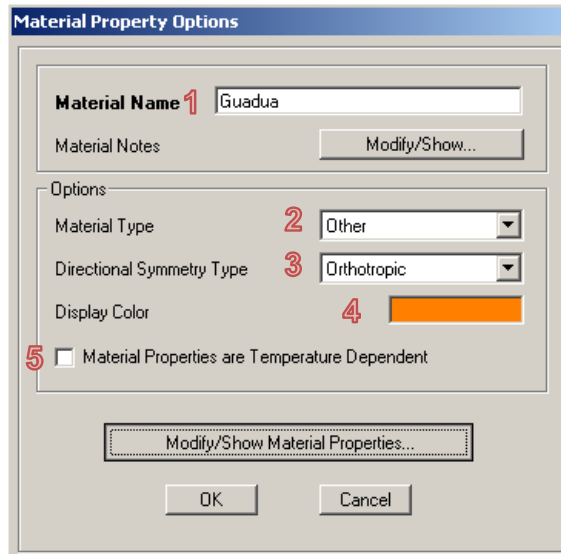


Se desplegará un cuadro donde debemos introducir:

1. El nombre del material.
2. El tipo de material (para este caso es "Other").
3. Tipo de Simetría direccional (isotrópico u Ortotrópico).
4. El color del material.
5. Seleccionar la casilla solo si las propiedades de este material son dependientes de la temperatura (para este caso no).

⁵ Ibid., P.108

6. Hacer click sobre el botón “Modify/Show Material Properties...”.



Se desplegará un cuadro donde se deben introducir las propiedades de la guadua ya mencionadas y debe quedar de la siguiente manera:

1. Verificar que las unidades sean correctas.
2. Insertar el valor de Peso/Volumen.(Masa*9.81/Volumen)
3. Insertar el valor de Masa/Volumen.
4. Insertar el valor del módulo de elasticidad según G.12.3.4.1 de la NSR-10.
5. Insertar valores del coeficiente de poisson en direcciones X-Y, X-Z & Y-Z, respectivamente.
6. Insertar valores del coeficiente de dilatación térmica en direcciones X,Y & Z, respectivamente.
7. Insertar valores del módulo de corte en direcciones X-Y, X-Z & Y-Z, respectivamente.
8. Hacer click en “OK”

Material Property Data

Material Name: Guadua

Material Type: Other

Symmetry Type: Orthotropic

Modulus of Elasticity:

- E1: 9500000.
- E2: 9500000.
- E3: 9500000.

Weight and Mass:

- Weight per Unit Volume: 7.8483
- Mass per Unit Volume: 0.8

Units: KN, m, C

Poisson's Ratio:

- U12: 0.4
- U13: 0.4
- U23: 0.4

Coeff of Thermal Expansion:

- A1: 3.000E-06
- A2: 2.500E-05
- A3: 1.500E-05

Shear Modulus:

- G12: 380000.
- G13: 380000.
- G23: 380000.

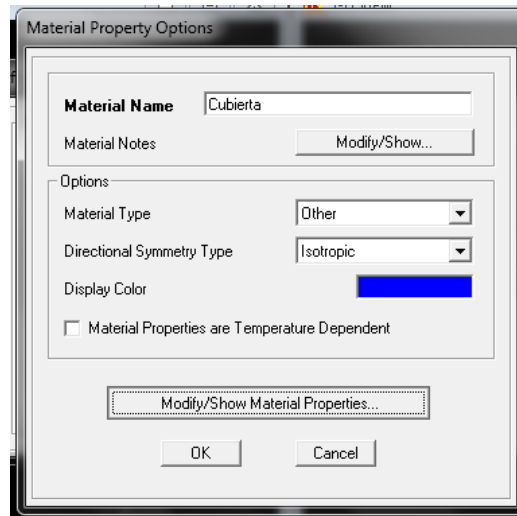
Advanced Material Property Data:

- Nonlinear Material Data...
- Material Damping Properties...
- Time Dependent Properties...
- Thermal Properties...

Buttons: OK, Cancel

Para crear el material que se utilizará para la cubierta dame click de nuevo en “Add New Material...” y se desplegara un cuadro donde debemos introducir:

1. El nombre del material. (Cubierta).
2. El tipo de material (para este caso es “Other”).
3. Tipo de Simetría direccional (isotrópico u Ortotrópico).
4. El color del material.
5. Seleccionar la casilla solo si las propiedades de este material son dependientes de la temperatura (para este caso no).
6. Hacer click sobre el botón “Modify/Sow Material Properties...”.



Se desplegará un cuadro donde se deben introducir las propiedades de la guadua ya mencionadas y debe quedar de la siguiente manera:

1. Verificar que las unidades sean correctas.
2. Insertar el valor de Peso/Volumen (0).
3. Insertar el valor de Masa/Volumen (0).
4. Insertar el valor del módulo de elasticidad (para este caso 100).
5. Insertar valores del coeficiente de Poisson (para este caso 0.001).
6. Insertar valores del coeficiente de dilatación térmica en (como no tenemos cambios dependientes en la modelación, dejaremos el que se encuentra por defecto).
7. Hacer click en "OK".

Material Property Data

| | | |
|--|--|----------------------------|
| Material Name Cubierta | Material Type Other | Symmetry Type Isotropic |
| Modulus of Elasticity E 4 100 | Weight and Mass Weight per Unit Volume 2 0 Mass per Unit Volume 3 0 | Units 1 KN, m, C |
| Poisson's Ratio U 5 0.001 | Advanced Material Property Data <input type="button" value="Nonlinear Material Data..."/> <input type="button" value="Material Damping Properties..."/> <input type="button" value="Time Dependent Properties..."/> <input type="button" value="Thermal Properties..."/> | |
| Coeff of Thermal Expansion A 6 1.170E-05 | | |
| Shear Modulus G 38.4615 | | |
| 7 <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> | | |

DEFINICIÓN DE LAS SECCIONES

Se procederá con las secciones que se desean emplear, para este caso se utilizará un tipo de sección de elementos para toda la estructura, dado que el fin de esta modelación es realizar el análisis estructural, para su posterior diseño por medio de hojas de cálculo. ($t_3 = 12\text{cm}$ $t_w = 1.5\text{cm}$).

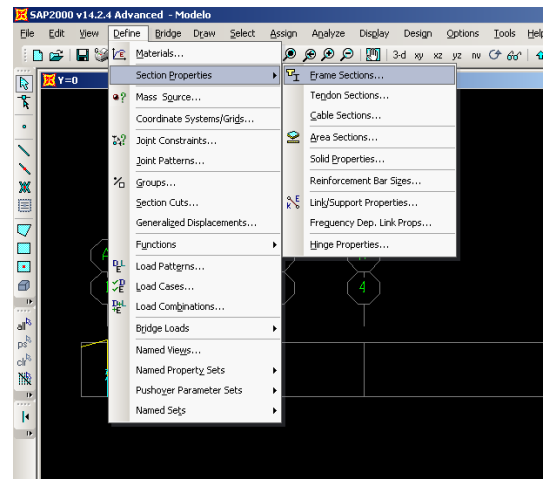
Adicionalmente se creará una sección de área para la cubierta, la cual se implementará como un área tipo "Shell-Thin". Con un ángulo de material de 90°

Pasos para la definición de las secciones de Elementos

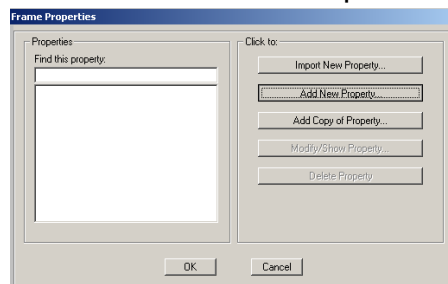
Dirigirse a la pestaña “Define” y hacer click.

Seleccionar “Section Properties”.

Hacer click en “Frame Seccións...”.



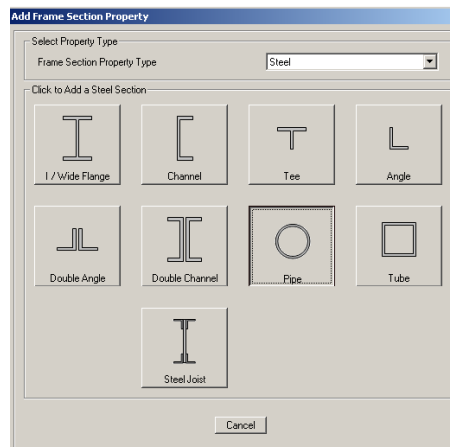
Se desplegará un cuadro donde se selecciona la opción “Add New Property...”.



Se desplegará un cuadro diferente.

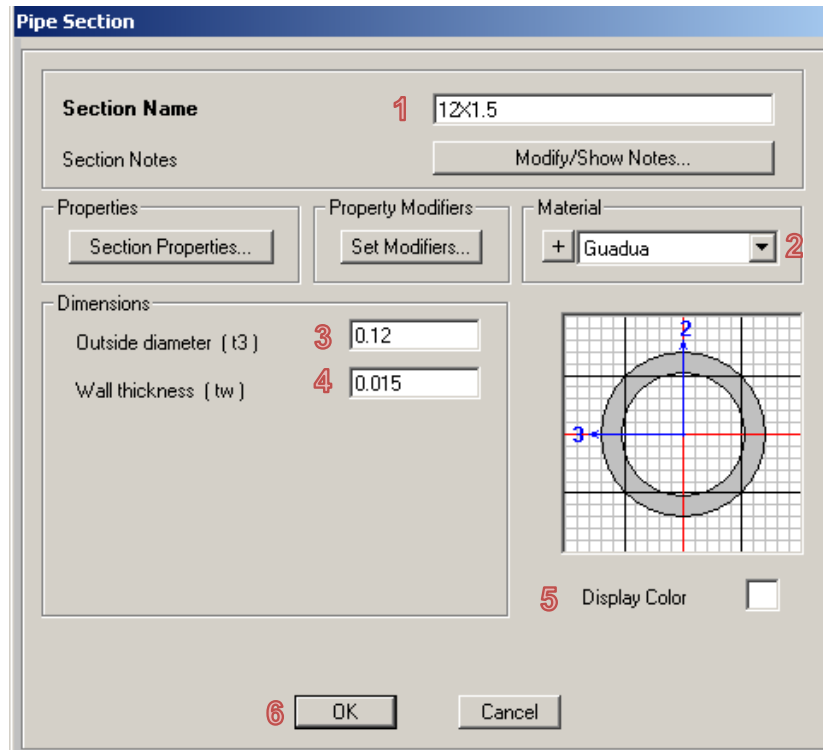
En el menú desplegable “Frame Section Property Type” seleccionar la opción “Steel”.

En “Click to Add a Steel Section” clickear el tipo de sección “Pipe”.



Se despliega otro cuadro donde insertamos:

1. Nombre de la sección (En este caso se pondrá "12x1.5").
2. El tipo de material.
3. Diámetro externo.
4. Espesor de la sección.
5. Color de la sección (En esta modelación se utilizará una sección Balanca).
6. Hacer click en "OK"



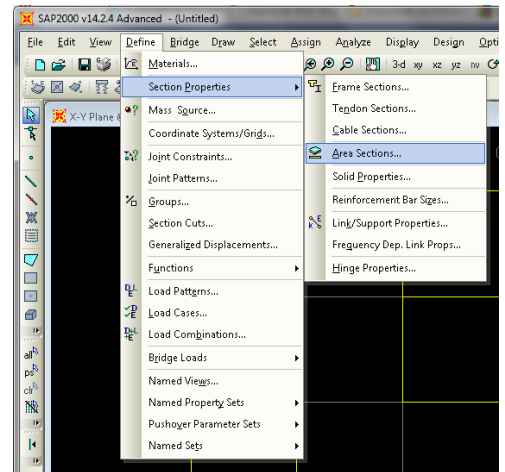
Hacer click en "OK"

Áreas

Dirigirse a la pestaña “Define” y hacer click.

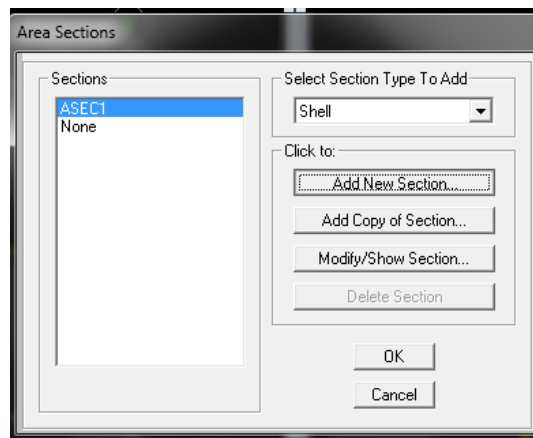
Seleccionar “Section Properties”.

Hacer click en “Area Seccións...”.



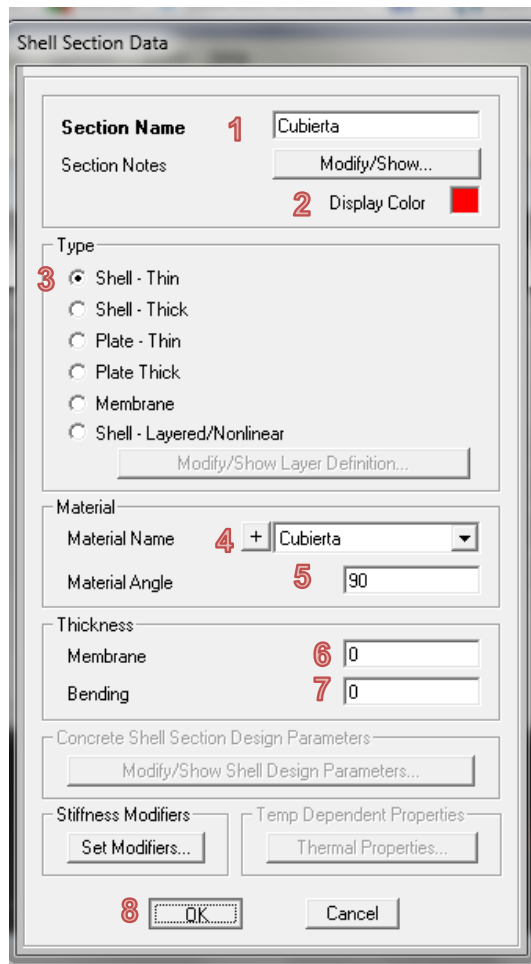
Se desplegará un cuadro donde se selecciona la opción Shell en el menú desplegable

Hacer click en el botón “Add New Section...”.



Se despliega otro cuadro donde insertamos:

1. Nombre de la sección (Cubierta).
2. Color de la sección.
3. El tipo de área (Shell-Thin).
4. Material de la sección (Cubierta).
5. Angulo del material (90).
6. Espesor de la membrana (0).
7. Flexión (0).
8. Hacer click en “OK”



Hacer click en “OK”

DEFINICIÓN DE AREAS Y ELEMENTOS

En la modelación de la estructura en SAP 2000 debemos definir los elementos, normalmente se hace por medio de la grilla (“Grid”), sin embargo para este modelo importaremos los elementos de un archivo en DXF previamente creado.

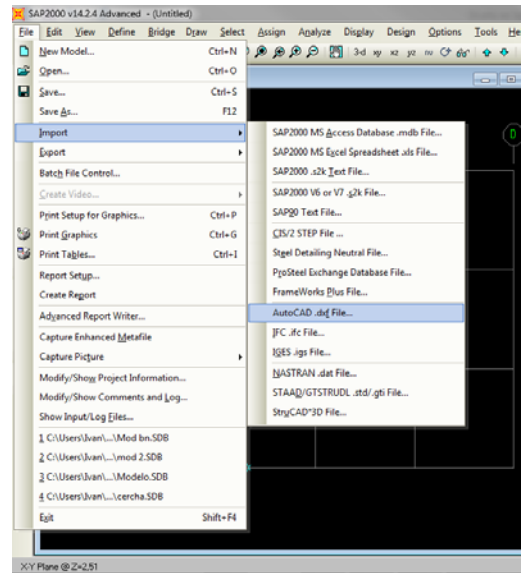
Por otra parte los elementos tipo área utilizados para la cubierta, se definirán manualmente.

Pasos importar el archivo DXF

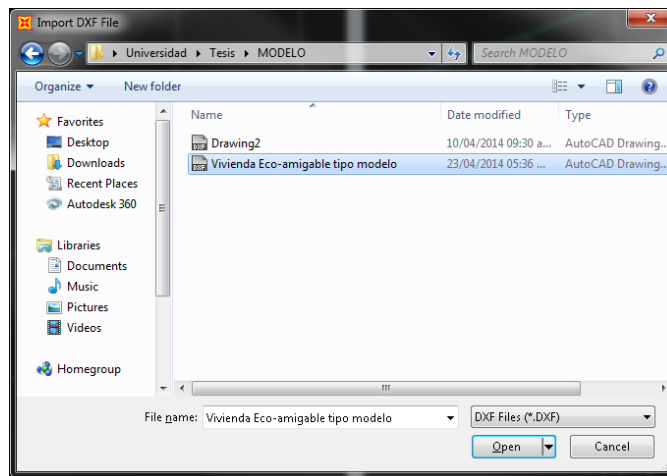
Diríjase al menú “File” y haga click sobre él.

Seleccionar “Import”.

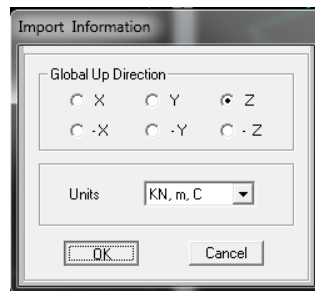
Hacer click en “AutoCAD .dxf File...”.



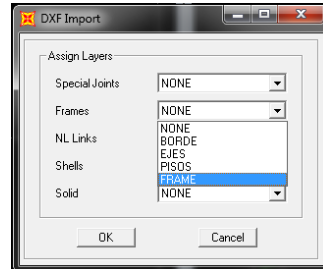
Se desplegará un cuadro de navegación donde debe dirigirse a la ubicación del archivo con extensión dxf previamente creado a importar.



Se desplegará un cuadro donde se debe seleccionar el eje y la dirección de que apunta hacia arriba en la cual fue creado el archivo en con extensión dxf, en este caso Z.



Se desplegará un cuadro donde se debe seleccionar en el menú desplegable “Frames” el layer en el cual se crearon los elementos, para este modelo se utilizó el layer llamado “FRAME”.

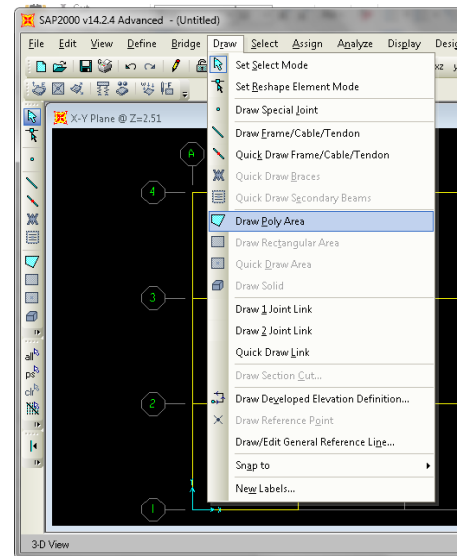


Final mente poner click en “OK”

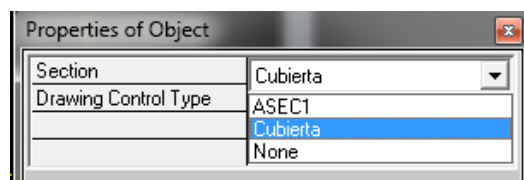
Pasos para el trazado de las Areas de cubierta

Dirijase al menú “Draw” y haga click sobre él.

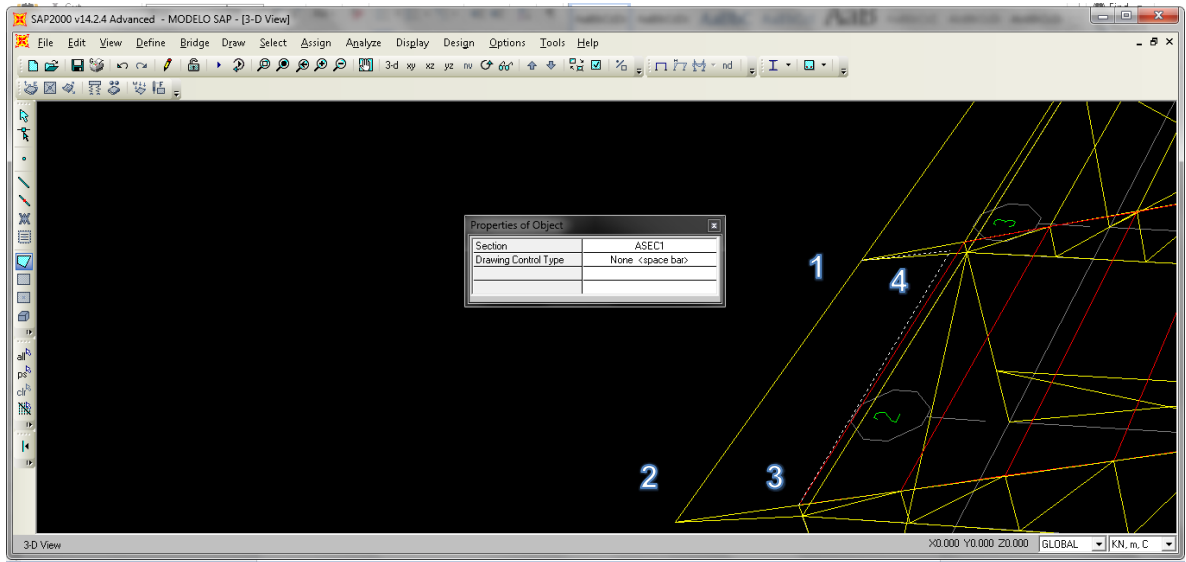
Hacer click en “Dreaw Poly Area...”.



Se desplegará un cuadro donde se debe seleccionar en el menú desplegable “Section” la sección utilizada para este modelo se utilizó la sección llamada “Cubierta”.



Seleccione los nodos extremos del área entre correas de cubierta en sentido anti-horario.

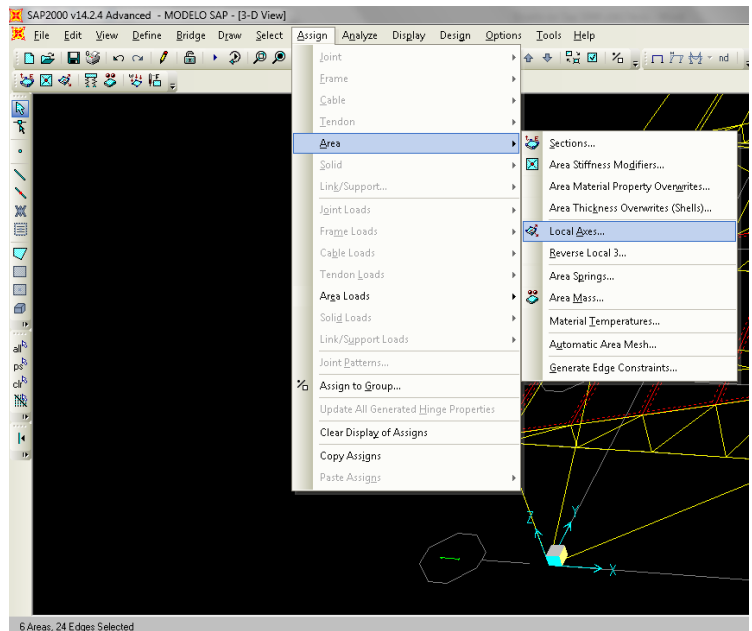


Después de crear las áreas de toda la cubierta estas se deben seleccionar debido a que en esta modelación se cargarán las correas no las vigas.

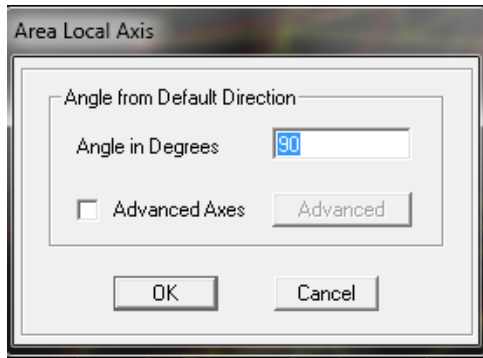
Hacer click al menú "Assign"

Seleccionar "Area"

Hacer click sobre "Local Axes..."



Se desplegará un cuadro donde se escribirá en “Angle Degrees” 90



Hacer click en “OK”

DEFINICIÓN DE LOS CENTROS DE MASA

Los centros de masa son importantes debido a que es en estos donde se aplican las fuerzas sísmicas ya sea manual o automáticamente, para este caso se utilizará de modo automático y que el programa los calcule debido a las cargas muertas

Pasos para la definición de centros de masa

Hacer click en “Define”.

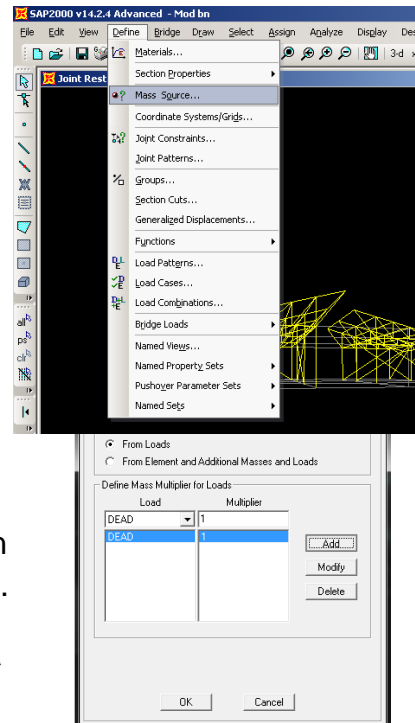
Hacer click en “Mass Source”.

Se despliega un cuadro donde se debe definir como queremos que el programa halle los centros de masa para este caso se escogerá “From Loads”.

Seleccionamos en el menú desplegable DEAD y en “Multiplier” 1 dado que en el caso de Carga “DEAD”.

Pusimos que tuviera en cuenta el peso propio de la estructura.

Hacemos click en “Add”.



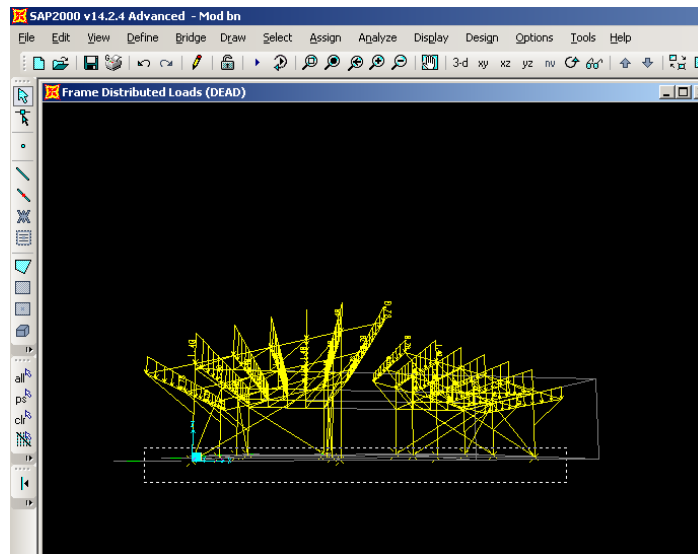
Hacemos click en “OK”.

ASIGNACION RESTRICCIONES EN LOS NUDOS DE LA BASE

Las restricciones en la base son necesarias en una modelación para simular la cimentación de la estructura.

Pasos para la restricción de nudos en la base

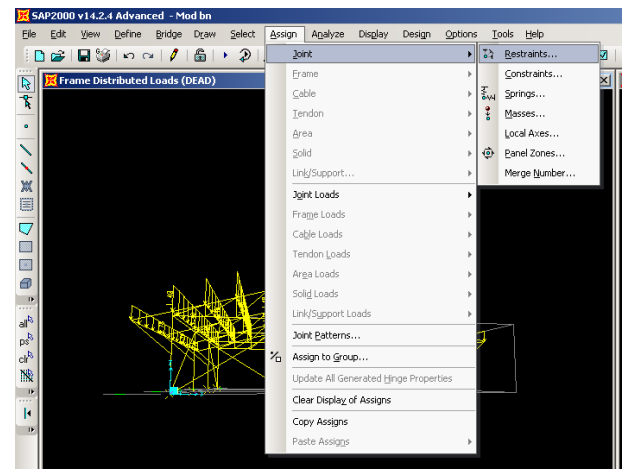
Seleccionar los puntos de la base que simularán la cimentación.



Hacer click sobre el menú “Assing”.

Seleccionar “Joint”.

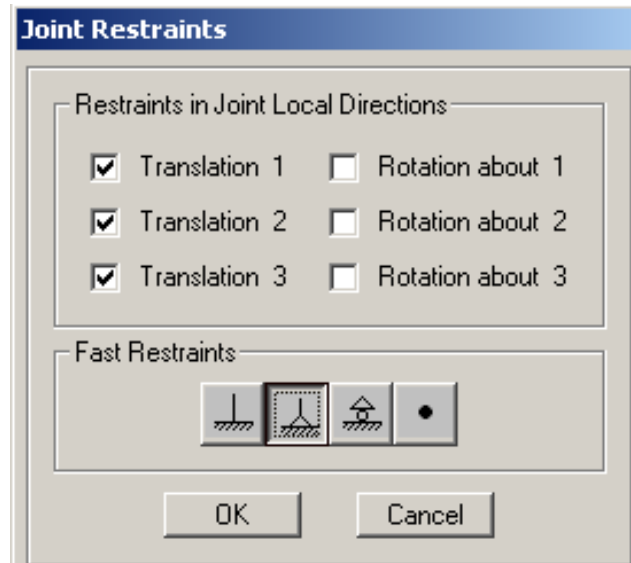
Hacer click sobre “Restraints”.



Se desplegará un cuadro donde seleccionaremos el tipo de apoyo que deseamos simular para nuestra cimentación.

Para este caso se simularan como apoyos de segundo género debido a lo que nos dice la NSR-10 en el numeral G.12.7.2.

“Todas las uniones de la estructura se consideran articuladas y no habrá transmisión de momentos entre los diferentes elementos que conformen una unión, salvo si uno de los elementos es continuo, en este caso habrá transmisión solo en el elemento continuo”



Hacer click en “OK”.

Definición de tipos de carga

Los casos de carga para una estructura son los establecidos en la NSR-10 como: “tipos de carga” los cuales aparecen en el título B, exactamente en el inciso B.2.2- Nomenclatura.

Para esta modelación se tendrán en cuenta los siguientes casos de carga:

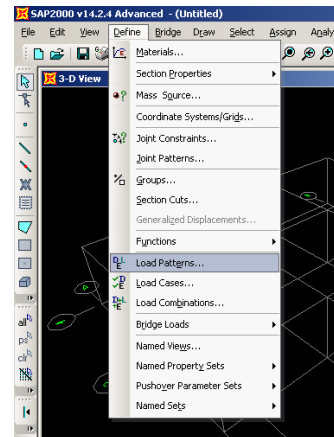
- **D** = carga Muerta consistente en:
 - (a) peso propio del elemento.
 - (b) peso de todos los materiales de construcción incorporados a la edificación y que son permanentemente soportados por el elemento, incluyendo muros y particiones divisorias de espacios. Peso de todos los materiales de construcción incorporados a la edificación y que son permanentemente soportados por el elemento, incluyendo muros y particiones divisorias de espacios.

- **E** = fuerzas sísmicas reducidas de diseño ($E = F_s/R$) que se emplean para diseñar los miembros estructurales.
- **L** = cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación, incluyendo cargas debidas a objetos móviles, particiones que se pueden cambiar de sitio. L incluye cualquier reducción que se permita. Si se toma en cuenta la resistencia a cargas de impacto este efecto debe tenerse en cuenta en la carga viva L.
- **W** = carga de Viento.

Pasos para la definición de tipos de cargas

Dirigirse a la pestaña “Define” y hacer click.

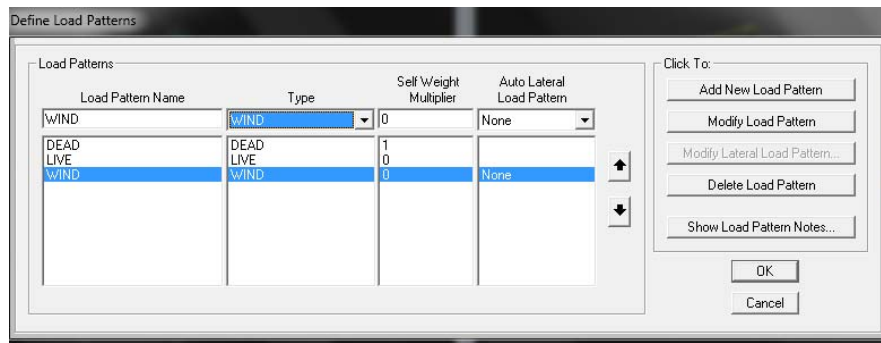
Seleccionar “Load Paterns” y hacer click.



Se desplegará un cuadro donde se deben introducir los casos de carga de la siguiente manera:

1. Poner el nombre del tipo de carga.
2. Poner el tipo de carga.
3. Poner 1 si el tipo de carga debe tener en cuenta el peso Propio (solo DEAD).
4. Esta casilla se utiliza en diferentes países para utilizar en cargas Sísmicas, desafortunadamente para Colombia estos parámetros no vienen predeterminados en el programa SAP 2000 V14.4.2.

Después de llenar estos parámetros hacemos click en “Add New Load Pattern” y se vuelve a llenar para el siguiente tipo de carga quedando finalmente de la siguiente manera:

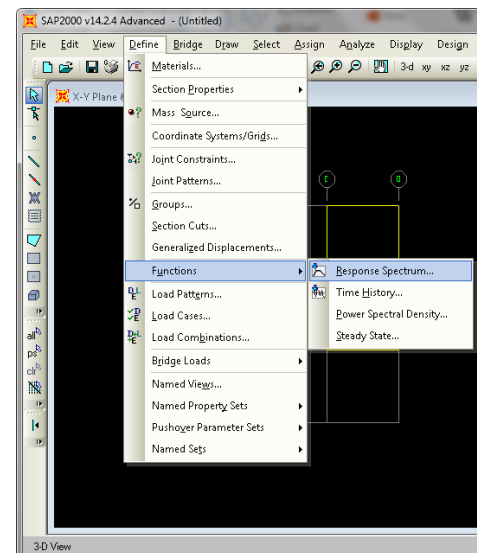


DEFINICIÓN DEL ESPECTRO DE DISEÑO

De acuerdo con la NSR-10 el espectro de diseño para la estructura debe ser tenido en cuenta siguiendo los parámetros del título A.

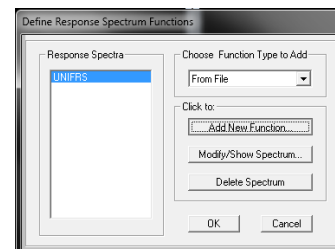
Pasos para la definición de tipos de cargas

Hacer click sobre el menú "Define".
 Seleccionar "Funcions".
 Hacer click sobre "Response Spectrum..." .



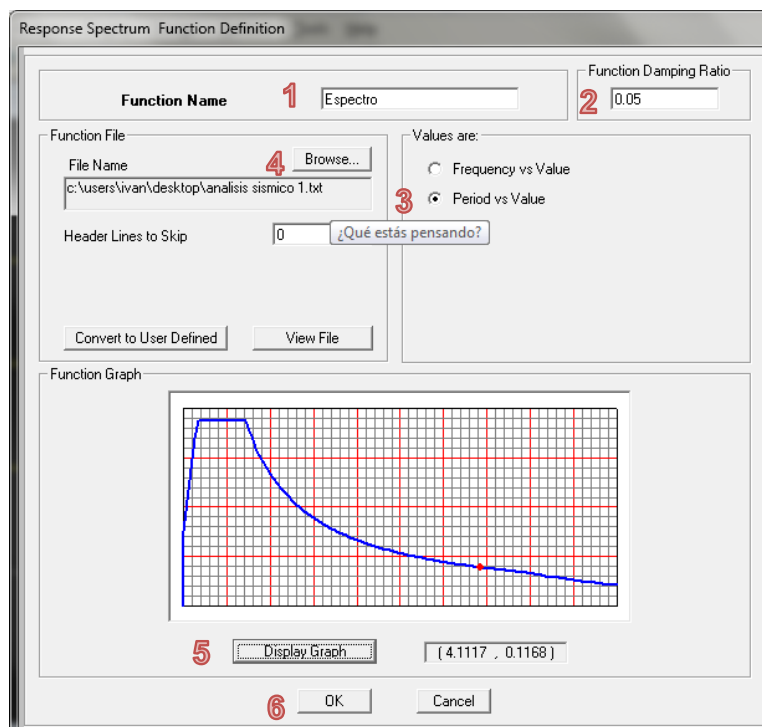
Se desplegará un cuadro donde se deberá seleccionar en el menú "Choose Function Type to Add" la opción "From file".

Hacer click sobre "Add New Function..." .



Se desplegará Un cuadro donde se deben llenar los campos de la siguiente manera:

1. Nombre del espectro, para este caso usaremos “Espectro”.
2. Según la norma el coeficiente de amortiguamiento para las estructuras de puede tomar como 0.05.
3. Seleccionaremos la opción “Period vs Value”.
4. Seleccionar el Archivo con extensión .txt previamente creado donde tenemos los valores del espectro como tabla Periodo vs Aceleración Espectral.
5. Hacer click sobre “Display Graph”.
6. Hacer click en “OK”.



Hacer click en “OK”.

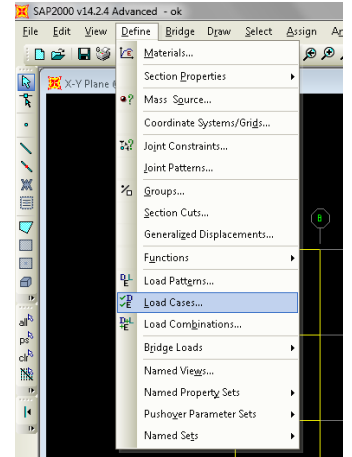
DEFINICIÓN DE CASOS DE CARGA

Los casos de carga son necesarios para la modelación debido a su posterior aplicación a las combinaciones de carga, para así realizar el diseño.

Pasos para la definición de carga

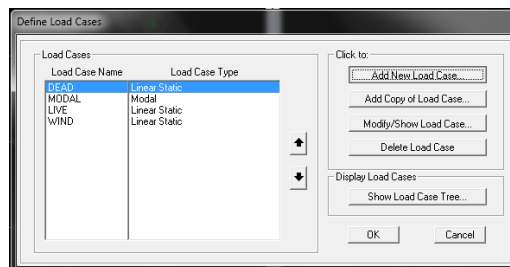
Hacer click sobre el menú “Define”.

Hacer click en “Load Cases”.



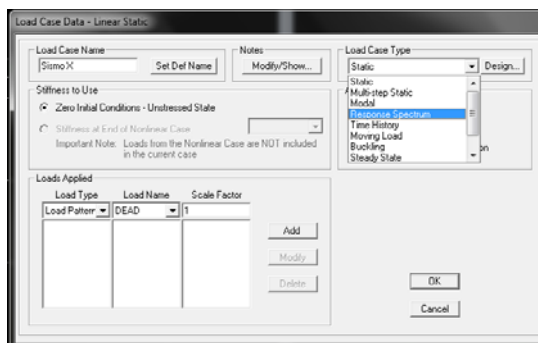
Se desplegará un cuadro donde aparecerán los casos de carga “DEAD”, “MODAL” “LIVE” y “WIND”.

Hacer click en “Add New Load Case...”.



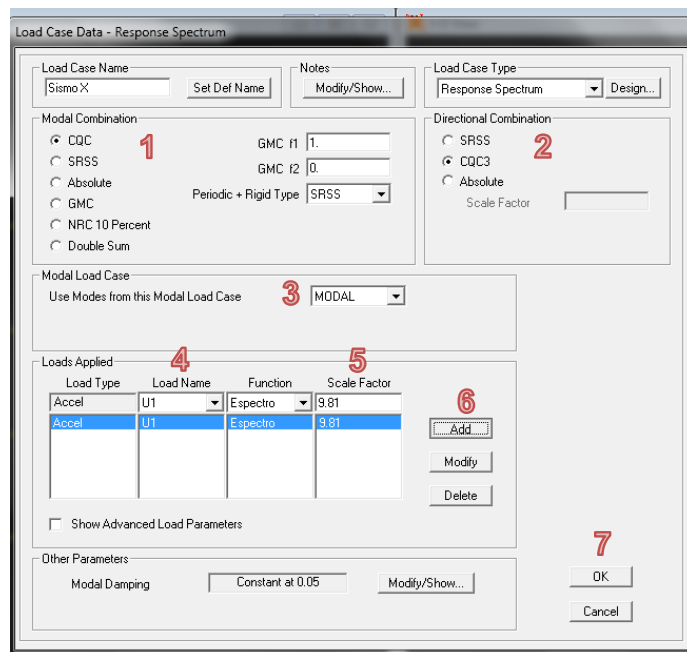
Se desplegará un cuadro donde se llenará el nombre con “Sismo X”.

En el menú desplegable seleccionar la opción “Response Spectrum”.



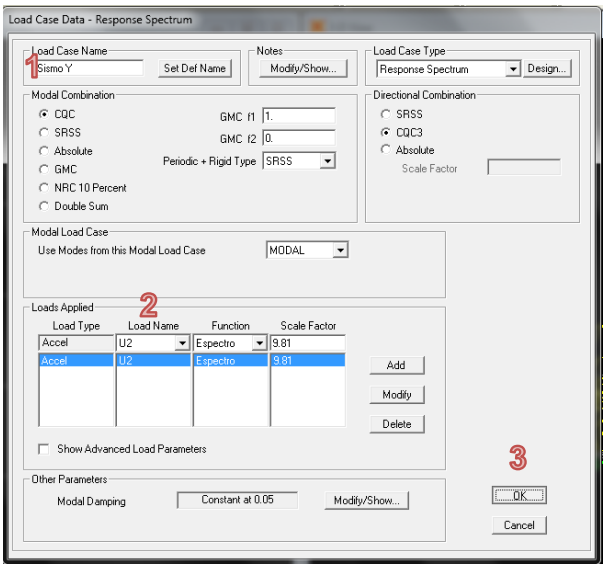
Inmediatamente el cuadro se transformará y se llenará de la siguiente manera:

1. Seleccionar la opción CQC.
2. Seleccionar la opción CQC3.
3. Seleccionar la opción Modal (aunque no hay más).
4. Seleccionar en el menú desplegable la opción U1.
5. En la opción “Scale factor” llenar con el valor de la gravedad (9.81).
6. Hacer click en “Add”.
7. Hacer click en “OK”

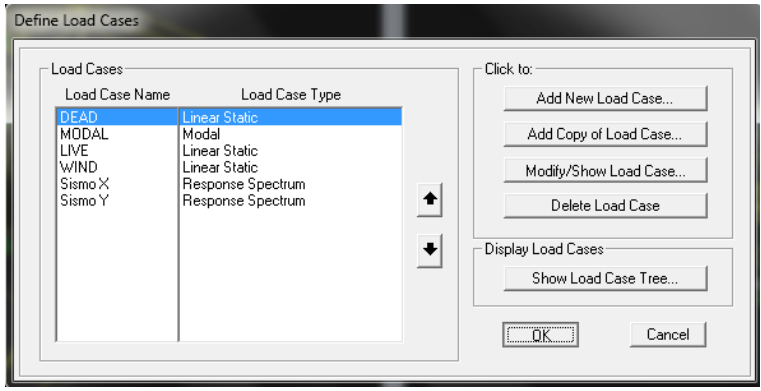


Llenar el cuadro de la misma manera que se llenó el cuadro anterior solo que con 2 cambios:

1. El nombre es Sismo en Y.
2. En el menú desplegable de “Load Name” poner U2.
3. Hacer click en “OK”.



El cuadro debe quedar de la siguiente manera:



Hacer click en "OK".

ASIGNACION DE CARGAS

Para la asignación de cargas es necesario realizar previamente la evaluación de cargas de la estructura de acuerdo al título B de la NSR-10.

Los cálculos para hallar las cargas de acuerdo a la NSR-10 se encuentran en las Análisis de cargas de las memorias de la edificación.

Debido a que esta modelación conlleva una cubierta de tipo área se asignaran las cargas a dichos elementos.

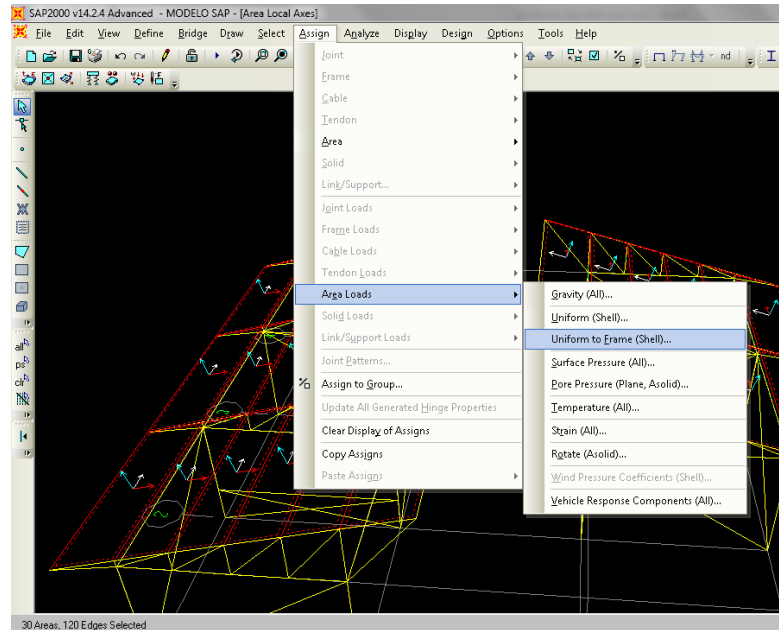
Pasos para la Asignación de cargas

Seleccionar las áreas de cubierta a las cuales se les va a poner la misma carga.

Hacer click en el menú
“Assign”.

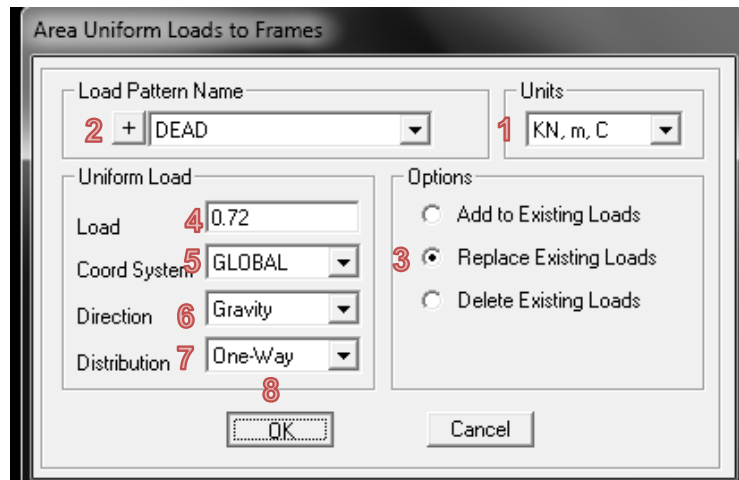
Seleccionar “Area
Loads”.

Hacer click sobre
“Uniform to Frame
(Shell)...”.

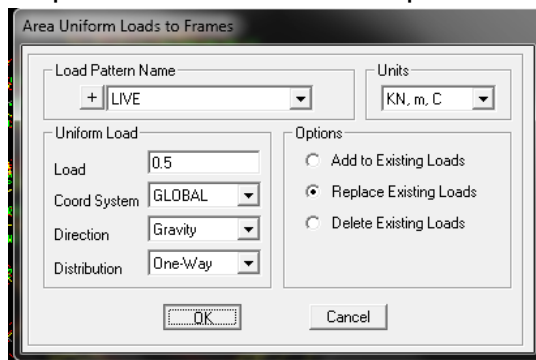


Se desplegará un cuadro donde llenaremos de la siguiente forma:

1. Revisar que las unidades estén correctas.
2. Seleccionar el caso de carga a cargar.
3. Seleccionar “Repace Existing Loads”.
4. Asignar la magnitud de la carga.
5. Seleccionar “GLOBAL”.
6. Seleccionar la direccion en la cual es aplicada la carga (“Gravity” para vivas y muertas,).
7. Seleccionar “One-Way”.
8. Hacer click en “OK”.



Después de realizar este paso hacemos lo mismo para la carga viva (LIVE)

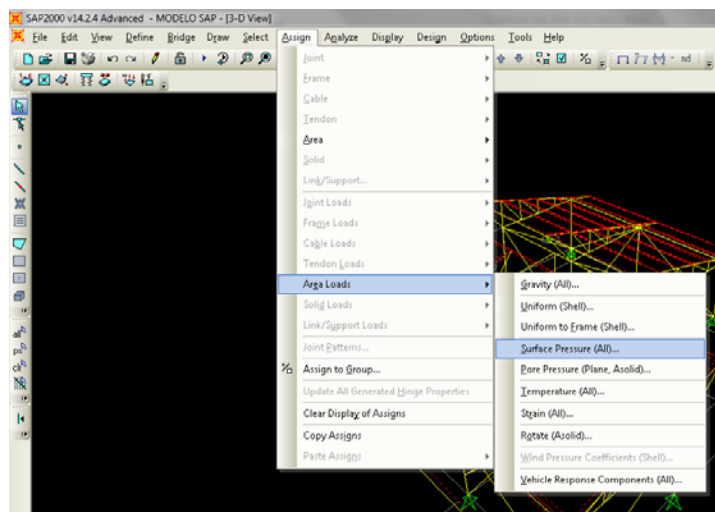


Después de haber asignado la carga viva y la carga muerta se debe asignar la carga de viento de la siguiente manera:

Hacer click en el menú "Assign".

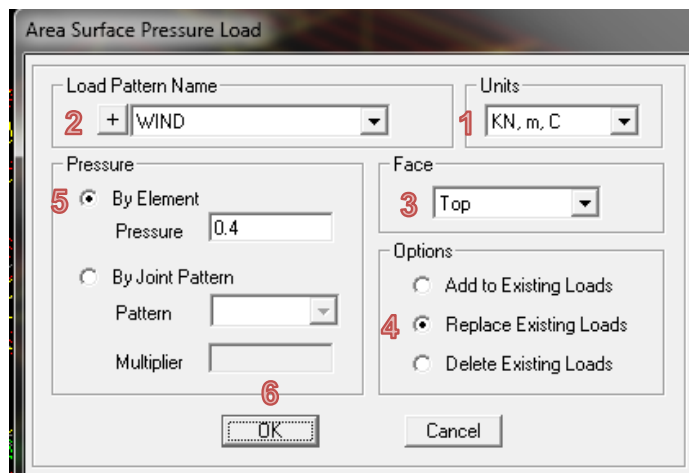
Seleccionar "Area Loads".

Hacer click sobre "Surface Pressure (All)...".



Se desplegará un cuadro donde llenaremos de la siguiente forma:

1. Revisar que las unidades estén correctas.
2. Seleccionar el caso de carga a cargar.(WIND)
3. Seleccionar "TOP".
4. Seleccionar "Repace Existing Loads".
5. Seleccionar "By Element".
6. Asignar la magnitud de la carga.
7. Hacer click en "OK".



Definición de combinaciones de cargas

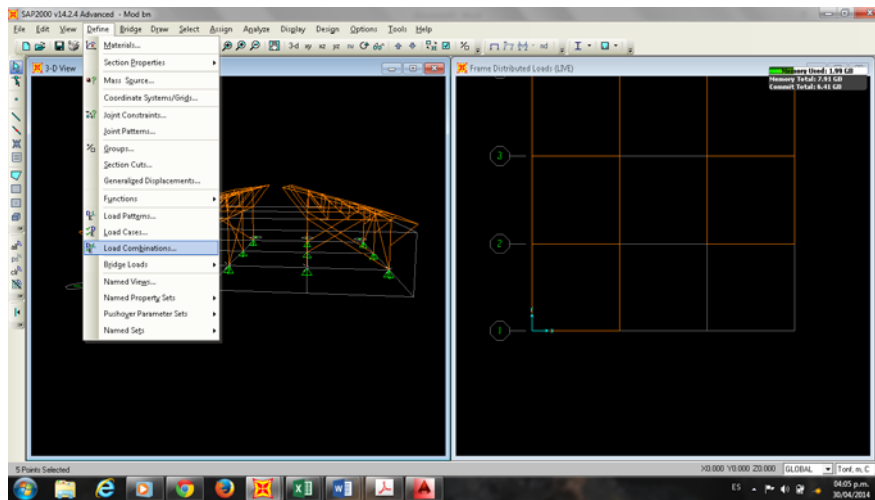
Las combinaciones de carga son las estipuladas en la NSR-10 en el capítulo B.2.3 — COMBINACIONES DE CARGA PARA SER UTILIZADAS CON EL MÉTODO DEESFUERZOS DE TRABAJO O EN LAS VERIFICACIONES DEL ESTADO LIMITE DE SERVICIO

Pasos para la definición de las combinaciones de carga

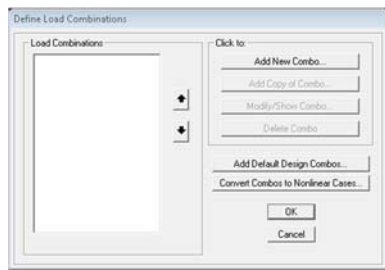
Para incluir las combinaciones de carga en el presente modelo se realizan una serie de pasos que se describirán a continuación

Dar click en la opción "Define".

Hacer click a la opción "Load combination"

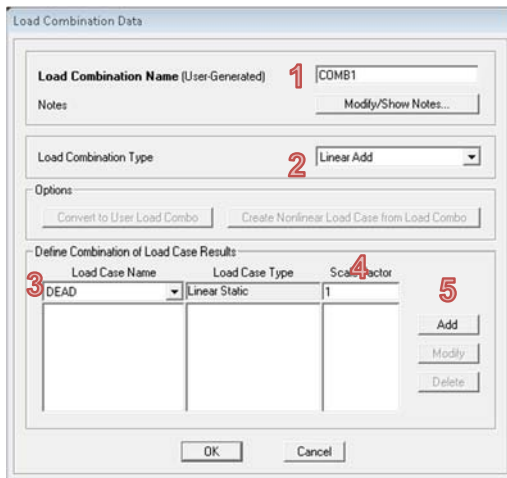


Se despliega un cuadro donde se debe hacer click sobre el botón “Add new combo...”.



Se despliega un cuadro el cual llenaremos de la siguiente manera:

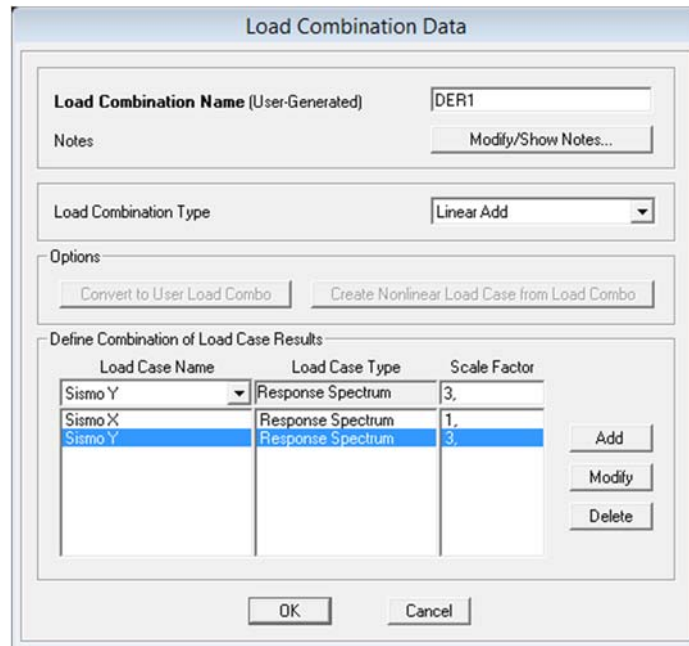
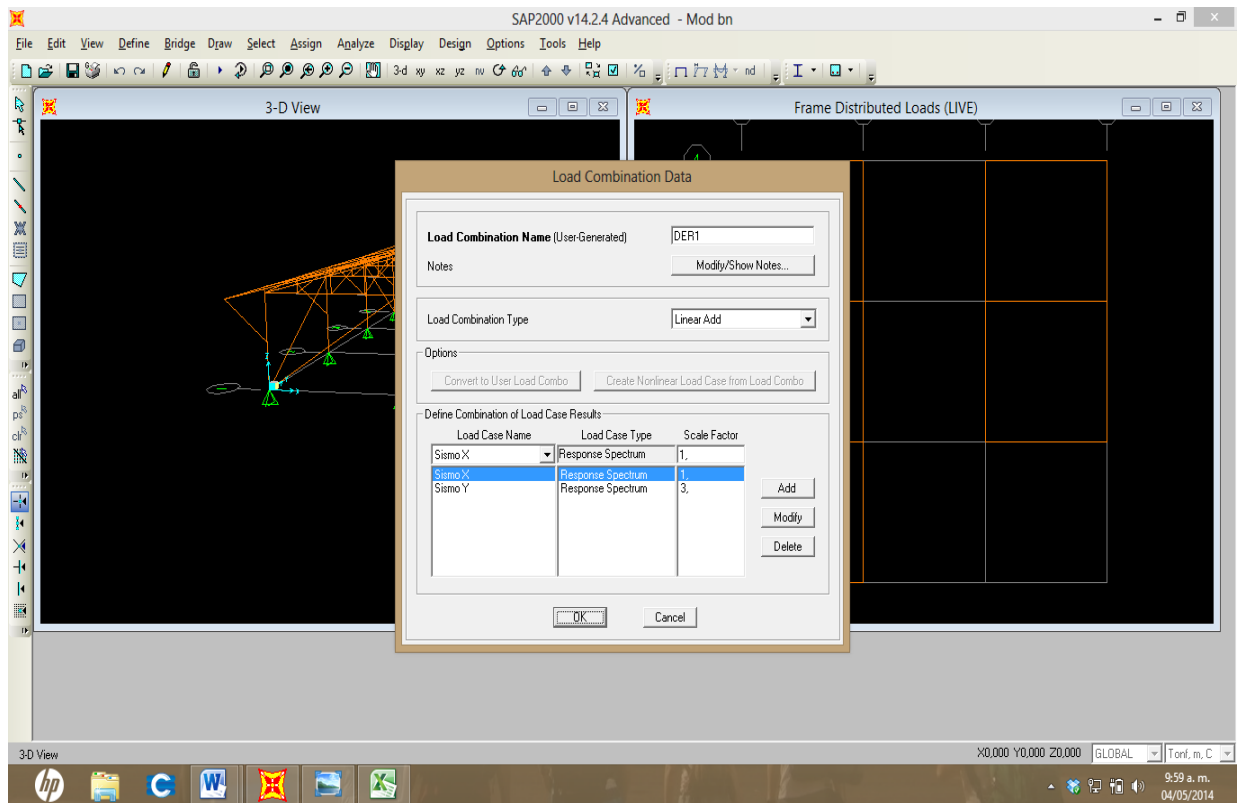
1. Nombre del primer combo, en este caso será (COMB1)
2. Tipo de combinación se pone “Linear add”
3. Tipo de carga (para este caso es DEAD)
4. Insertar el factor de escala de la combinación
5. Hacer click en “Add”
6. Hacer click en “OK”



SE CONTINUA CON TODOS LOS CASOS DE COMBINACIONES QUE PARA ESTE CASO SON 21 COMBOS.

| | D | L | W | SX | SY |
|---------|-----|------|-------|---------|---------|
| COMB 1 | 1 | | | | |
| COMB 2 | 1 | 1 | | | |
| COMB 3 | 1 | 0.75 | | | |
| COMB 4 | 1 | | 1 | | |
| COMB 5 | 1 | | -1 | | |
| COMB 6 | 1 | | | 0.35 | |
| COMB 7 | 1 | | | -0.35 | |
| COMB 8 | 1 | | | | 0.35 |
| COMB 9 | 1 | | | | -0.35 |
| COMB 10 | 1 | 0.75 | 0.75 | | |
| COMB 11 | 1 | 0.75 | -0.75 | | |
| COMB 12 | 1 | 0.75 | | 0.2625 | |
| COMB 13 | 1 | 0.75 | | -0.2625 | |
| COMB 14 | 1 | 0.75 | | | 0.2625 |
| COMB 15 | 1 | 0.75 | | | -0.2625 |
| COMB 16 | 0.6 | | 1 | | |
| COMB 17 | 0.6 | | -1 | | |
| COMB 18 | 0.6 | | | 0.35 | |
| COMB 19 | 0.6 | | | -0.35 | |
| COMB 20 | 0.6 | | | | 0.35 |
| COMB 21 | 0.6 | | | | -0.35 |

SE CONTINUA CON LA DEFINICION DE LAS DEVIRAS



Y dar OK

Se empieza definiendo el nombre en "load combination", DER1

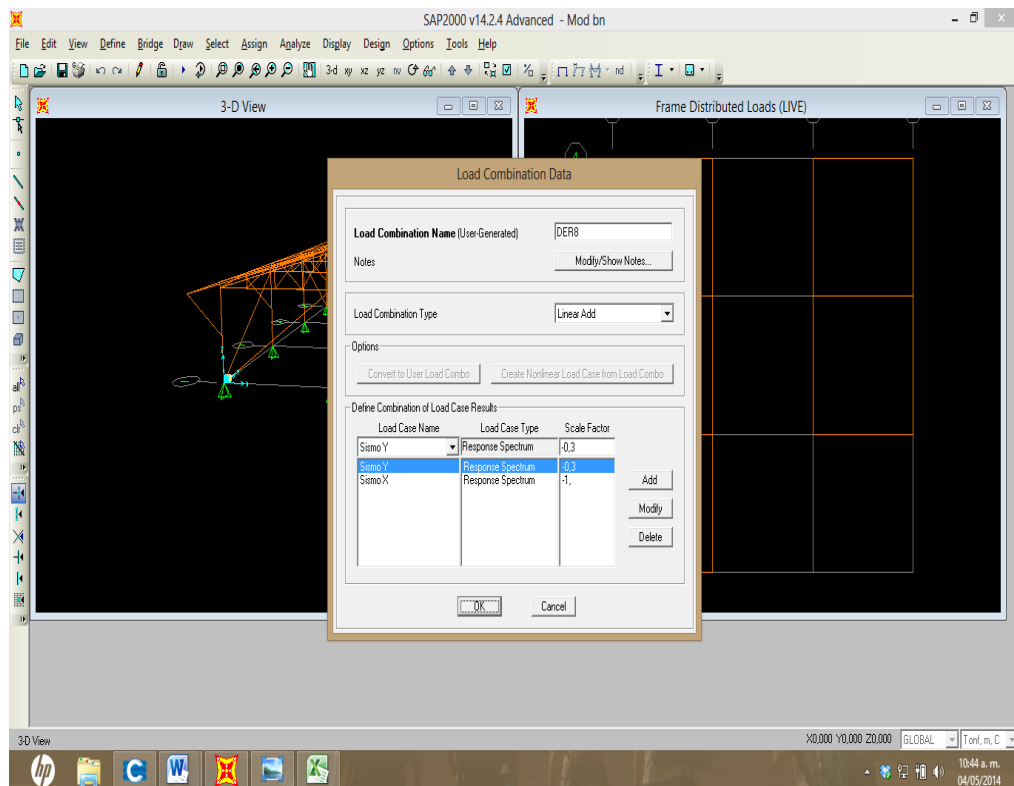
Seguido del sismo en Y, y en X

“Load case type” “Response spectrum”

Luego el

“el scale factor”: que va cambiando dependiendo si es en X o en y, para este caso son 8 derivas.

| | |
|------|------|
| 1 | 0.3 |
| 1 | -0.3 |
| -1 | 0.3 |
| -1 | -0.3 |
| 0.3 | 1 |
| 0.3 | -1 |
| -0.3 | 1 |
| -0.3 | -1 |



Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

| Load Case Name | Load Case Type | Scale Factor |
|----------------|-------------------|--------------|
| Sismo Y | Response Spectrum | -0.3 |
| Sismo Y | Response Spectrum | -0.3 |
| Sismo X | Response Spectrum | -1. |

Y dar ok una vez se ha terminado de introducir cada uno de los sismos en los sentidos X y Y

Y finalmente dar OK.

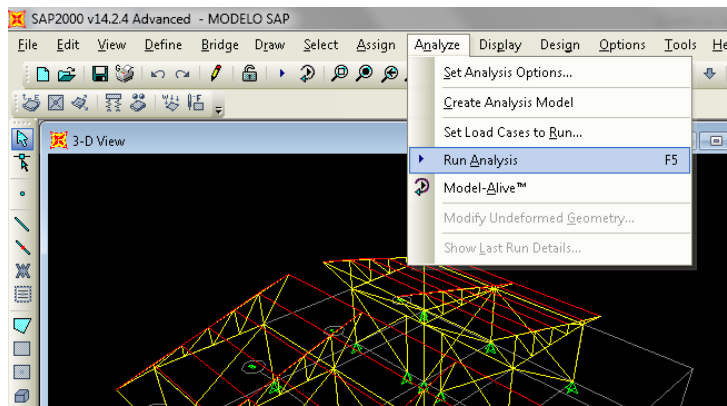
Análisis de la estructura

Finalmente realizamos el análisis de la estructura para que el modelo nos produzca los resultados de la misma y así poder diseñar la estructura.

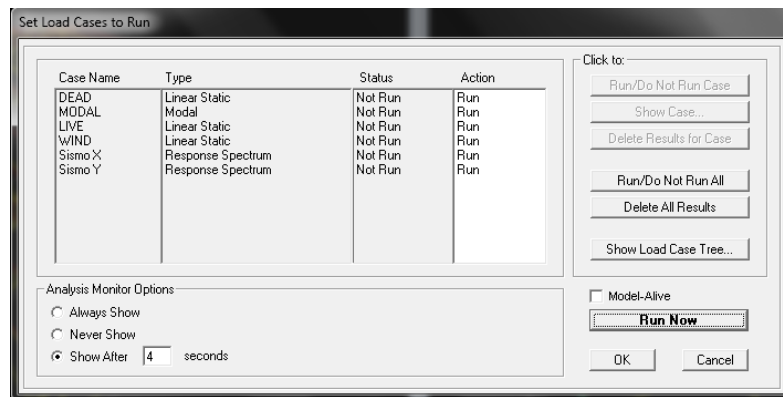
Pasos para el análisis estructural

Hacer click en el menú "Analyze"

Hacer click en "Run Analysis"



Se desplegará un cuadro donde revisaremos que estén corriendo todos los casos de carga



Hacer click en “Run Now”

Ajuste de los resultados

Según el título **A.5.4.1 — METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS** se debe hacer un ajuste a los resultados,

“Ajuste de los resultados — Si los resultados de la respuesta total son menores que los valores mínimos prescritos en A.5.4.5, los resultados totales del análisis dinámico deben ser ajustados como se indica allí. El ajuste debe cubrir todos los resultados del análisis dinámico, incluyendo las deflexiones, derivas, fuerzas en los pisos, cortantes de piso, cortante en la base y fuerzas en los elementos.”

Revisión de Numero de modos de vibración

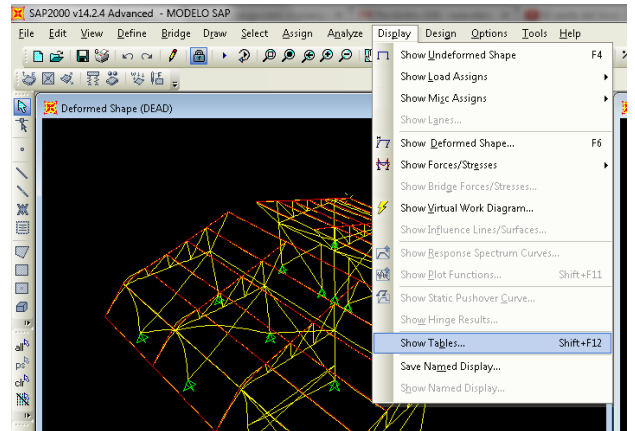
Después de correr por primera vez la modelación se deben imprimir los resultados del Número de modos de vibración para evaluar si cumple con lo especificado en la NSR-10 en el título **A.5.4.2 — NÚMERO DE MODOS DE VIBRACIÓN**

“Deben incluirse en el análisis dinámico todos los modos de vibración que contribuyan de una manera significativa a la respuesta dinámica de la estructura. Se considera que se ha cumplido este requisito cuando se demuestra que, con el número de modos empleados, **p**, se ha incluido en el cálculo de la respuesta, de cada una de las direcciones horizontales de análisis, **j**, por lo menos el 90 por ciento de la masa participante de la estructura.”

Pasos para corregir el número de modos del modelo

Hacer click sobre el menú “Display”

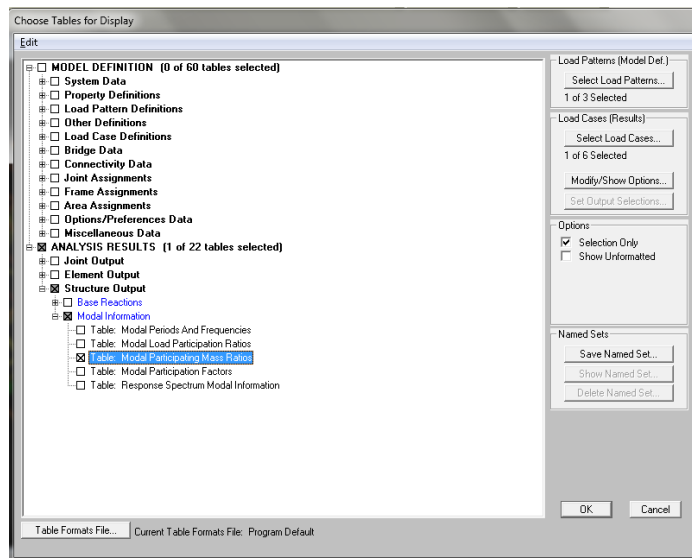
Hacer click en “Show Tables...”



Se desplegará un cuadro donde se hará click en el “+” de “Structure Output”

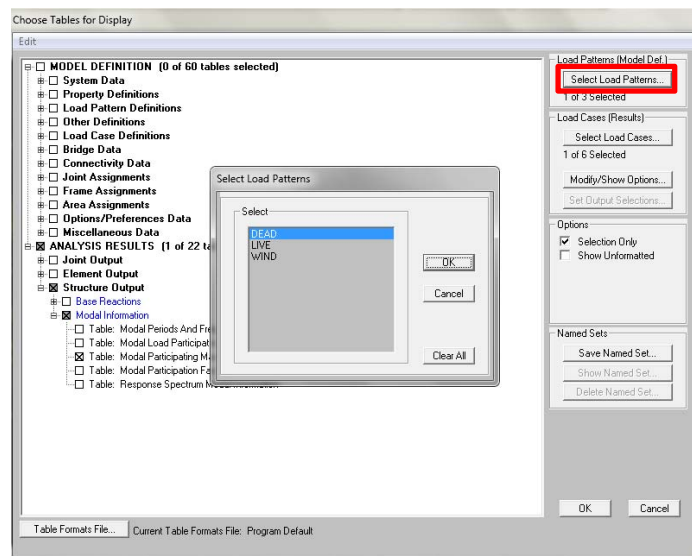
Hacer click en el “+” de “Modal Information”

Seleccionar “Table: Modal Participating Mass Ratios”



Hacer click en “Select Load Patterns...”

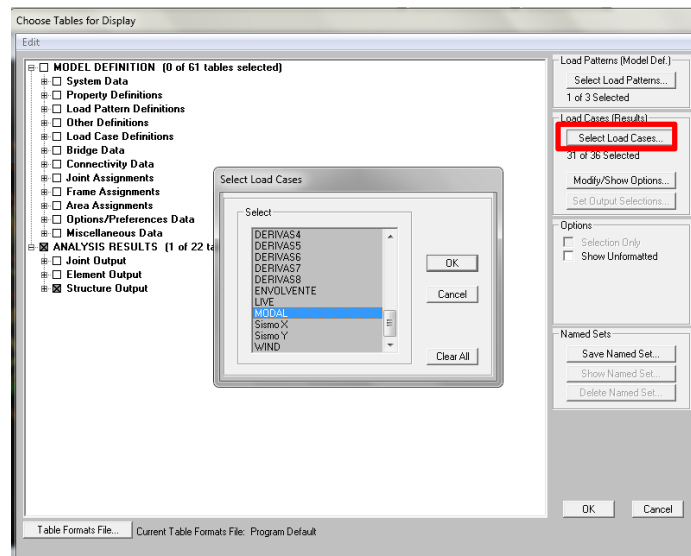
Escogerá el caso de carga “DEAD” únicamente



Hacer click en “OK”

Hacer click en “Select Load Cases...”

Escogerá la combinación “MODAL” únicamente



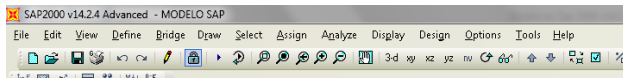
Hacer click en “OK”
 Hacer click en “OK”

Se desplegará un cuadro donde Revisaremos las casillas “Sum UX”, “Sum UY” y “Period” al observar que la estructura cumple no con el 90% de la Participación de la masa por tanto procedemos el aumento del número de modos.

| OutputCase Text | StepType Text | StepNum Unitless | Period Sec | UX Unitless | UY Unitless | UZ Unitless | SumUX Unitless | SumUY Unitless |
|-----------------|---------------|------------------|------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| MODAL | Mode | 1 | 0.49826 | 0.20281 | 0.000006908 | 0.00001252 | 0.20281 | 0.000006908 |
| MODAL | Mode | 2 | 0.360416 | 0.00004056 | 0.35096 | 0.0000005873 | 0.20285 | 0.35097 |
| MODAL | Mode | 3 | 0.334991 | 0.0000006121 | 0.23198 | 0.0000003289 | 0.20285 | 0.58295 |
| MODAL | Mode | 4 | 0.258347 | 0.000009234 | 0.02474 | 0.0000001046 | 0.20286 | 0.60769 |
| MODAL | Mode | 5 | 0.250204 | 0.0000000274 | 0.01235 | 0.00000003491 | 0.20286 | 0.62004 |
| MODAL | Mode | 6 | 0.189429 | 0.0001 | 0.00182 | 0.02661 | 0.20297 | 0.62186 |
| MODAL | Mode | 7 | 0.188374 | 0.00008928 | 0.10054 | 0.00054 | 0.20305 | 0.7224 |
| MODAL | Mode | 8 | 0.185913 | 0.000005928 | 0.00000004524 | 0.01437 | 0.20306 | 0.7224 |
| MODAL | Mode | 9 | 0.181375 | 0.00016 | 0.00585 | 0.00004836 | 0.20322 | 0.72825 |
| MODAL | Mode | 10 | 0.179072 | 0.00000009014 | 0.06901 | 0.0000002868 | 0.20322 | 0.79726 |
| MODAL | Mode | 11 | 0.146649 | 0.00032 | 0.02654 | 0.0000006764 | 0.20353 | 0.8238 |
| MODAL | Mode | 12 | 0.138553 | 0.0000009214 | 0.01998 | 0.000002441 | 0.20353 | 0.84378 |

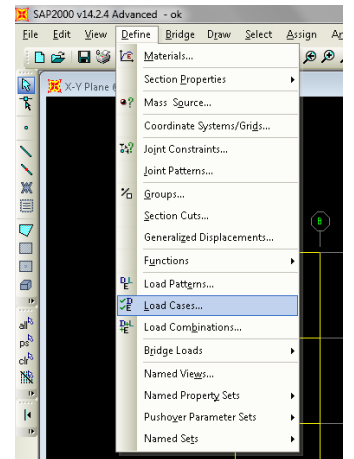
Hacer click en “Done”

Hacer click sobre el candado que se encuentra en la barra superior



Hacer click sobre el menú “Define”.

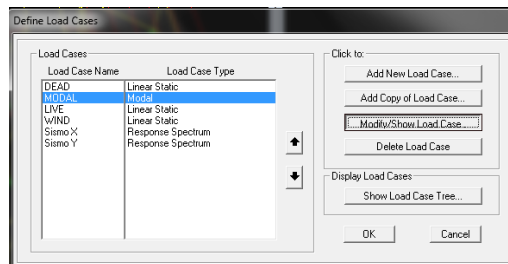
Hacer click en “Load Cases”.



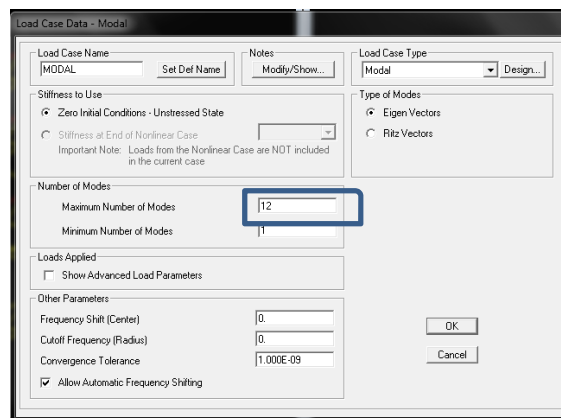
Se desplegará un cuadro donde aparecerán los casos de carga “DEAD”, “MODAL” “LIVE” y “WIND”.

Seleccionar el caso de carga “MODAL”

Hacer click en “Modify/Show Load Case...”.



Se desplegará un cuadro donde cambiaremos el número de modos de 12 a 35 (el valor de 35 se pone por criterio ingenieril)



Hacer click en “OK”

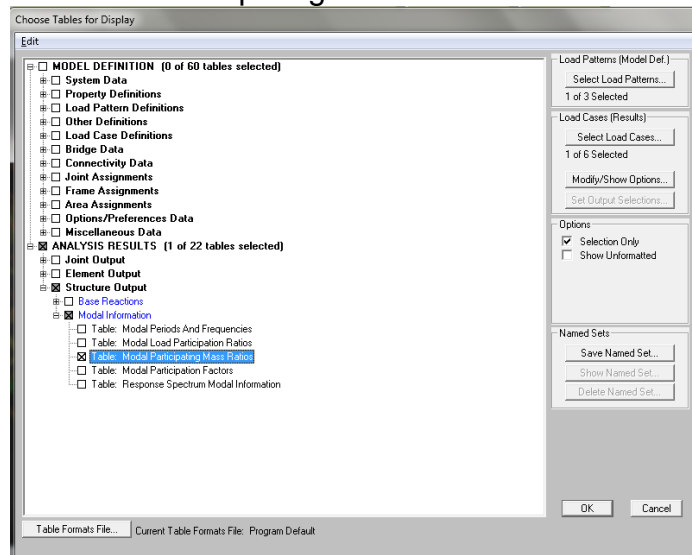
Hacer click sobre el menú “Display”

Hacer click en “Show Tables...”

Se desplegará un cuadro donde se hará click en el “+” de “Structure Output”

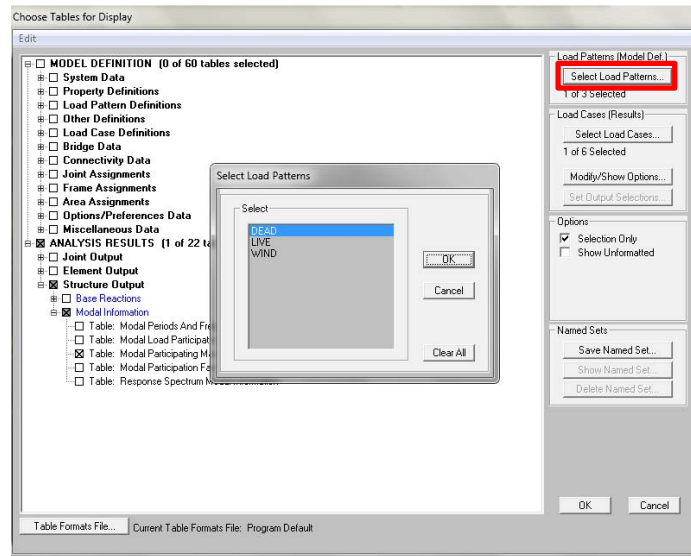
Hacer click en el “+” de “Modal Information”

Seleccionar “Table: Modal Participating Mass Ratios”



Hacer click en “Select Load Patterns...”

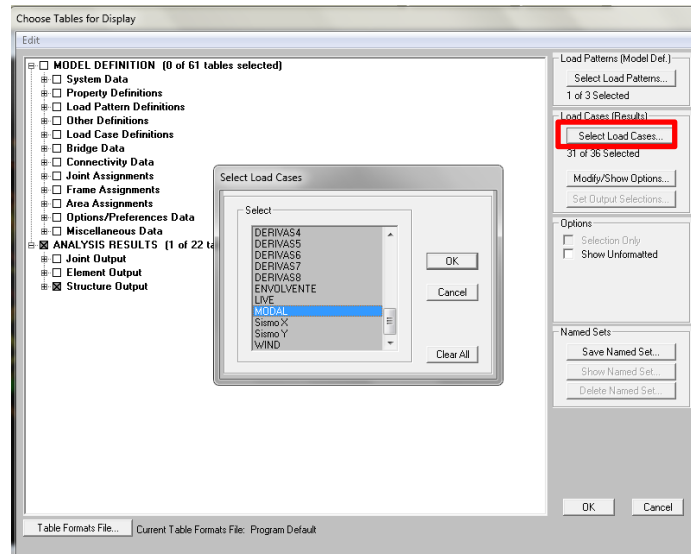
Escogerá el caso de carga “DEAD” únicamente



Hacer click en “OK”

Hacer click en “Select Load Cases...”

Escogerá la combinación “MODAL” únicamente



Hacer click en “OK”

Hacer click en “OK”

Se desplegará un cuadro donde Revisaremos las casillas “Sum UX”, “Sum UY” y “Period” al observar que la estructura cumple con el 90% de la Participación de la masa procedemos con la revisión del Periodo según A.4.2.1 de la NSR-10

Modal Participating Mass Ratios

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

| OutputCase Text | StepType Text | StepNum Unitless | Period Sec | UX Unitless | UY Unitless | UZ Unitless | SumUX Unitless | SumUY Unitless |
|-----------------|---------------|------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| MDDAL | Mode | 17 | 0.113721 | 0.12348 | 0.00009537 | 0.01734 | 0.3304 | 0.84392 |
| MDDAL | Mode | 18 | 0.112174 | 0.18218 | 0.0000001126 | 0.01758 | 0.51257 | 0.84392 |
| MDDAL | Mode | 19 | 0.109215 | 0.14394 | 0.0000007519 | 0.00043 | 0.65652 | 0.84392 |
| MDDAL | Mode | 20 | 0.109022 | 0.0065 | 0.00003208 | 0.00041 | 0.66301 | 0.84395 |
| MDDAL | Mode | 21 | 0.108635 | 0.0000001279 | 0.000004243 | 0.0000009837 | 0.66301 | 0.84396 |
| MDDAL | Mode | 22 | 0.107896 | 0.10699 | 0.0000001984 | 0.0004854 | 0.77 | 0.84396 |
| MDDAL | Mode | 23 | 0.101646 | 0.00008698 | 0.00686 | 0.05544 | 0.77009 | 0.85081 |
| MDDAL | Mode | 24 | 0.099017 | 0.00122 | 0.02232 | 0.01237 | 0.77131 | 0.87313 |
| MDDAL | Mode | 25 | 0.093682 | 0.000002115 | 0.02048 | 0.0000003592 | 0.77131 | 0.89361 |
| MDDAL | Mode | 26 | 0.089808 | 0.0662 | 0.0000003621 | 0.07473 | 0.83752 | 0.89361 |
| MDDAL | Mode | 27 | 0.089506 | 0.06742 | 0.000002223 | 0.06867 | 0.90493 | 0.89361 |
| MDDAL | Mode | 28 | 0.076593 | 0.00019 | 0.01833 | 0.00004843 | 0.90513 | 0.91195 |
| MDDAL | Mode | 29 | 0.071398 | 0.0000002687 | 0.01266 | 0.00000039 | 0.90513 | 0.92461 |
| MDDAL | Mode | 30 | 0.070316 | 0.01194 | 0.000001486 | 0.08874 | 0.91707 | 0.92461 |
| MDDAL | Mode | 31 | 0.070298 | 0.00001284 | 0.00002811 | 0.00009197 | 0.91708 | 0.92464 |
| MDDAL | Mode | 32 | 0.070045 | 0.0000006731 | 0.00003656 | 0.0000005014 | 0.91708 | 0.92467 |
| MDDAL | Mode | 33 | 0.069787 | 0.01382 | 0.000001499 | 0.08406 | 0.9309 | 0.92468 |
| MDDAL | Mode | 34 | 0.062034 | 0.00009004 | 0.02121 | 0.00021 | 0.93099 | 0.94588 |
| MDDAL | Mode | 35 | 0.060823 | 0.00016 | 0.00001489 | 0.07548 | 0.93115 | 0.9459 |

Record: 1 of 35

Add Tables... Done

Revisión de los periodos fundamentales en X & Y

Según la NSR-10 en el capítulo A.4.2.1 El valor del periodo no puede exceder $CuTa$, donde Cu se calcula por medio de la ecuación A.4.2-2 y Ta se calcula de acuerdo con A.4.2-3.

En nuestro caso $Cu \times Ta = 0.1858$ (ver anexo 2)

Los datos de la Por tanto se utilizaran los datos del modal número 28 para calcular la corrección por cortante basal.

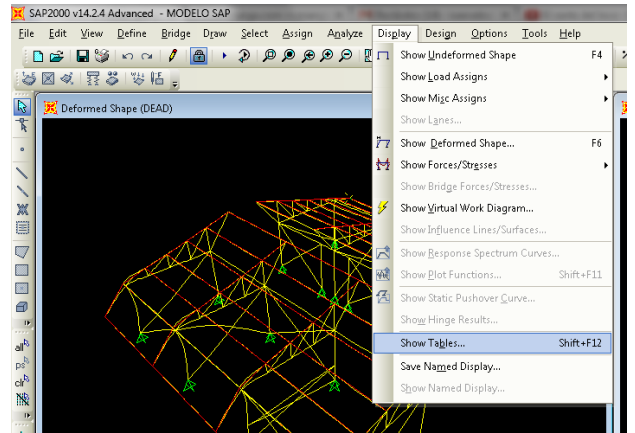
Corrección por el cortante basal

Para realizar la corrección del cortante basal según la NSR-10 en el título “A.5.4.5 — AJUSTE DE LOS RESULTADOS” se debe chequear que el valor del cortante dinámico total en la base, V_{tj} , obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, sea mayor que el 80% para estructuras regulares y el 90% para estructuras con irregularidad en planta o en altura. Para la revisión del cortante basal por el análisis modal que realiza el programa SAP 2000 en su versión 14.2.4 se deben seguir los siguientes pasos

Pasos para revisión del cortante basal

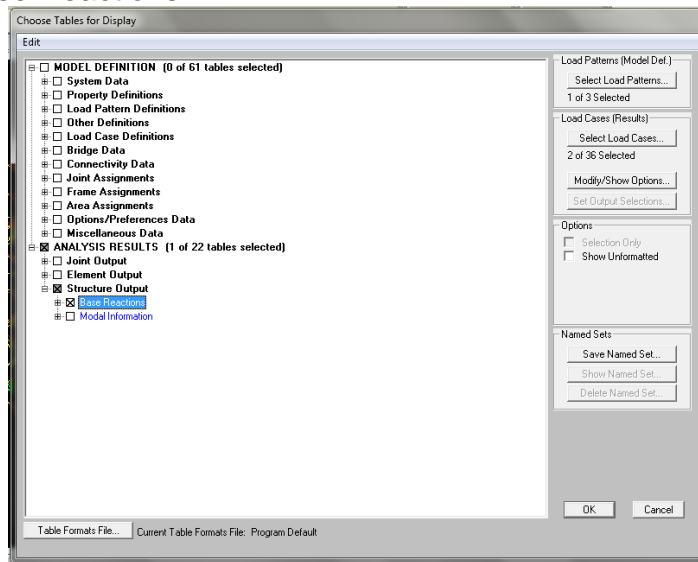
Hacer click sobre el menú “Display”

Hacer click en “Show Tables...”



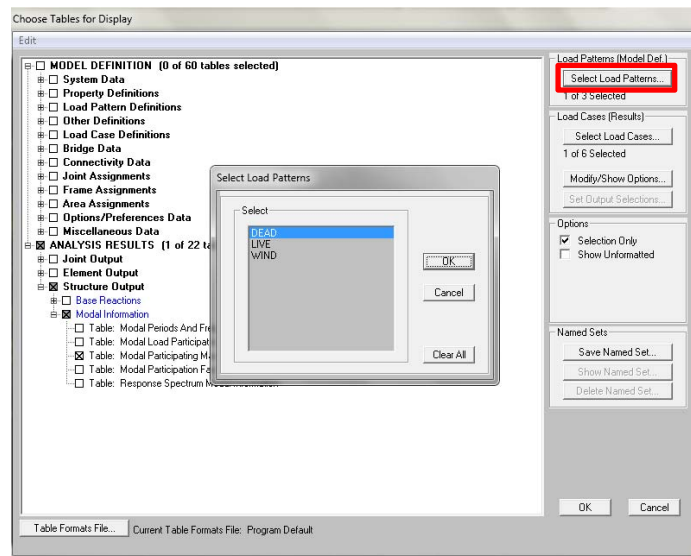
Se desplegará un cuadro donde se hará click en el “+” de “Structure Output”

Seleccionar “Base Reactions”



Hacer click en “Select Load Patterns...”

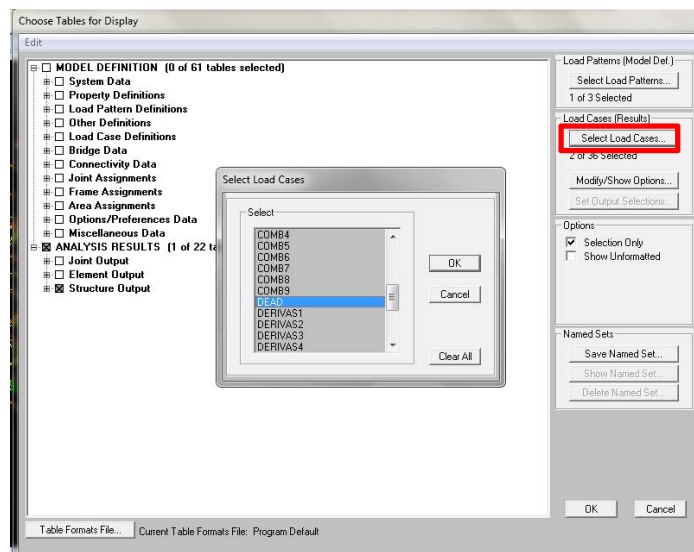
Escogerá el caso de carga “DEAD” únicamente



Hacer click en “OK”

Hacer click en “Select Load Cases...”

Escogerán la combinación “DEAD” únicamente



Hacer click en “OK”

Hacer click en “OK”

Se desplegará una tabla que nos mostrará el peso de la carga muerta ejerciendo en el modelo. Debemos tener en cuenta estos datos dando que es la carga muerta existente.

Base Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

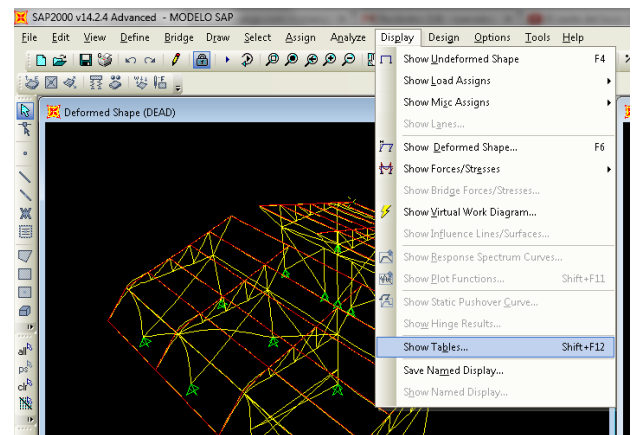
| | OutputCase Text | CaseType Text | GlobalFX KN | GlobalFY KN | GlobalFZ KN | GlobalMX KN-m | GlobalMY KN-m | GlobalMZ KN-m | GlobalX m |
|---|-----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| ▶ | DEAD | LinStatic | -8.66E-15 | -6.035E-15 | 115.135 | 783.8144 | -602.7803 | 7.105E-14 | 0 |

Record: 1 of 1

Add Tables... Done

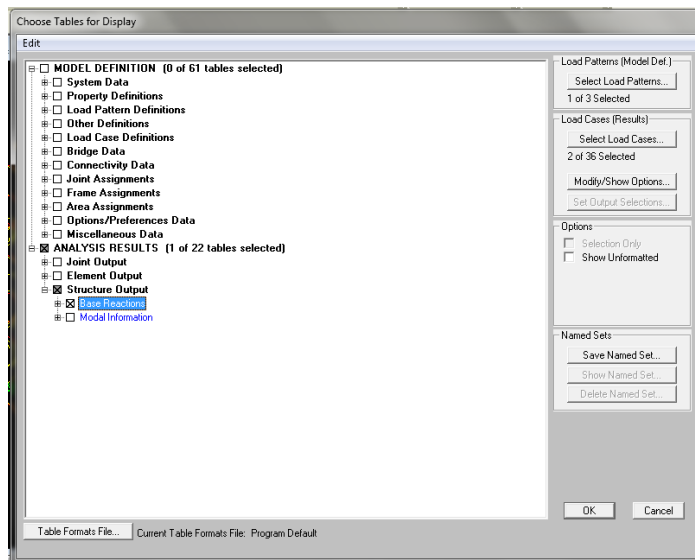
Hacer click sobre el menú "Display"

Hacer click en "Show Tables..."



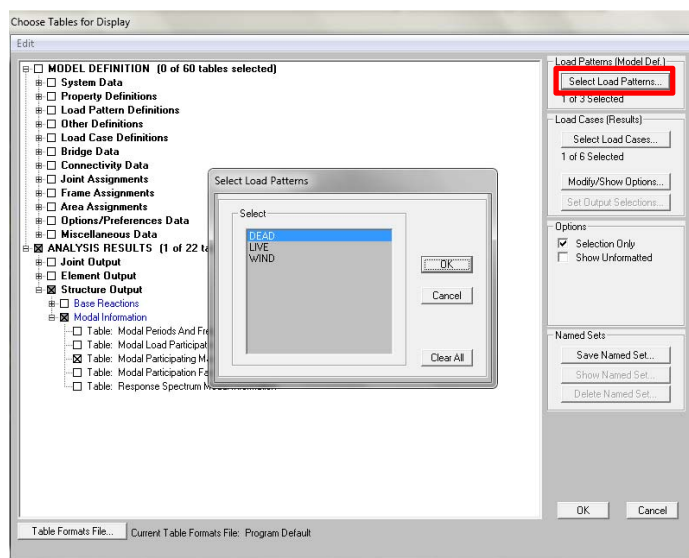
Se desplegará un cuadro donde se hará click en el "+" de "Structure Output"

Seleccionar "Base Reactions"



Hacer click en “Select Load Patterns...”

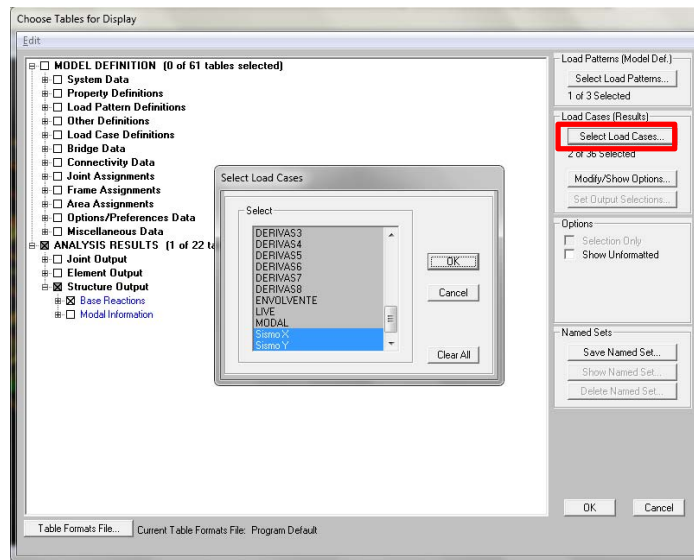
Escogerá el caso de carga “DEAD” únicamente



Hacer click en “OK”

Hacer click en “Select Load Cases...”

Escogerán las combinaciones “Sismo X” y “Sismo Y” únicamente



Hacer click en “OK”
 Hacer click en “OK”

Se desplegará una tabla que nos mostrará cuanto cortante basal se está ejerciendo en el modelo. Debemos tener en cuenta estos datos dando que son los cortantes existentes.

| OutputCase | CaseType | StepType | GlobalFX KN | GlobalFY KN | GlobalFZ KN | GlobalMX KN-m | GlobalMY KN-m | GlobalMZ KN-m |
|------------|-------------|----------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Sismo X | LinRespSpec | Max | 31.399 | 0.469 | 0.442 | 5.1572 | 128.083 | 219.9211 |
| Sismo Y | LinRespSpec | Max | 0.469 | 36.287 | 0.343 | 126.2647 | 1.8199 | 194.589 |

Hacer click en “Done”

Se procede a verificar la formula $V_{mj} = S_{am} M_{mj} \times 0.8$

Con el Periodo hallado anteriormente y los parámetros del espectro de diseño se determina cual es la Aceleracion. $S_a = 0.4148$

Multiplicar por el valor de la reacción en la base por combinación de carga muerta (115.135kN)

$V_{min} = 38.2063984$

Debido a que las cargas son menores a V_{min} entonces se debe utilizar una pequeña variación de la formula (A.5.4-4) de la NSR-10

$$\frac{V_{min}}{V_{actuante}} * 9.81 = \text{factor de correccion en SAP 2000}$$

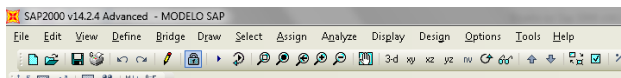
Por consiguiente

Factor de corrección en X= 11.93684

Factor de corrección en Y=10.32890

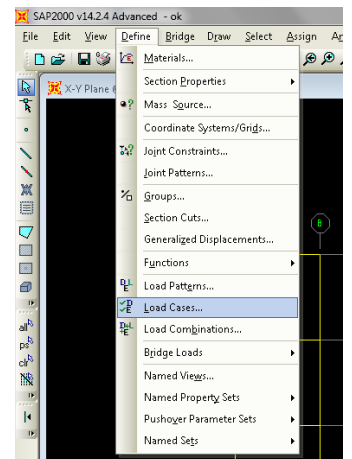
Hacer click en “Done”

Hacer click sobre el candado que se encuentra en la barra superior



Hacer click sobre el menú “Define”.

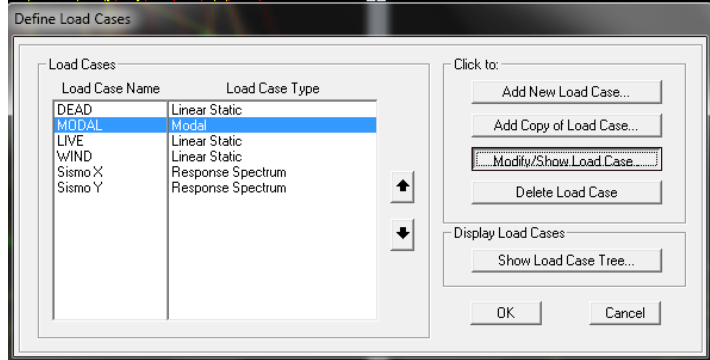
Hacer click en “Load Cases”.



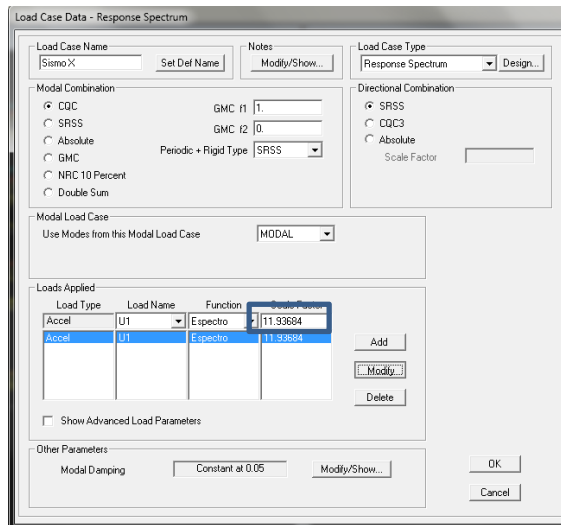
Se desplegará un cuadro donde aparecerán los casos de carga “DEAD”, “MODAL” “LIVE”, “WIND” “Sismo X” y “Sismo Y”.

Seleccionar el caso de carga “Sismo X”

Hacer click en “Modify/Show Load Case...”.



Se desplegará un cuadro en el cual se debe insertar Factor de corrección en X



Realizar lo mismo para el Sismo Y y el factor de corrección en Y.