



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL PARA LA CUBIERTA DE  
LA BIBLIOTECA TEZOMOC; PARQUE  
TEZOMOC DELEGACION AZCAPOTZALCO. D. F.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
LAURA VELEZ MORALES

DIRECTOR DE TESIS: M.I. RICARDO GONZALEZ ALCORTA



MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

|                   |  |           |
|-------------------|--|-----------|
| <b>Capítulo 1</b> | <b>Introducción.....</b>                   | <b>1</b>  |
| 1.1               | Antecedentes.....                          | 1         |
| 1.2               | Objetivos.....                             | 2         |
| <b>Capítulo 2</b> | <b>Análisis Bibliográfico.....</b>         | <b>3</b>  |
| 2.1               | Tipos de Cubiertas.....                    | 3         |
| 2.2               | Estructuras que cubren claros grandes..... | 4         |
| 2.3               | Recursos y Materiales.....                 | 5         |
| 2.4               | Domos de Hierro y Acero.....               | 6         |
| 2.5               | Estructuras Espaciales.....                | 7         |
| 2.5.1             | Esqueletos arriostrados.....               | 8         |
| 2.5.2             | Membranas reticuladas.....                 | 9         |
| 2.5.3             | Estructuras suspendidas.....               | 9         |
| 2.6               | Sistemas de Conexión.....                  | 10        |
| 2.6.1             | Sistema TRI-BEAM.....                      | 10        |
| 2.6.2             | Sistema SCREW-BEAM.....                    | 11        |
| 2.6.3             | Sistema SPHERE-BEAM.....                   | 11        |
| 2.6.4             | Sistema OKTAPLATTE.....                    | 11        |
| 2.6.5             | Sistema TRIODETIC.....                     | 12        |
| 2.6.6             | Sistema MERO.....                          | 12        |
| <b>Capítulo 3</b> | <b>Descripción de la Cubierta.....</b>     | <b>13</b> |
| <b>Capítulo 4</b> | <b>Análisis Matemático.....</b>            | <b>15</b> |
| 4.1               | Descripción del programa de análisis.....  | 15        |
| 4.2               | Análisis Estructural.....                  | 16        |
| 4.2.1             | Acciones.....                              | 17        |
| 4.2.2             | Carga Muerta.....                          | 18        |
| 4.2.3             | Carga Viva.....                            | 18        |

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| 4.3               | Primer Análisis Estático.....                               | 19        |
| 4.3.1             | Análisis de Cargas.....                                     | 19        |
| 4.3.2             | Cargas por nivel.....                                       | 20        |
| 4.3.3             | Peso de las columnas.....                                   | 21        |
| 4.4               | Efectos de Viento.....                                      | 22        |
| 4.5               | Segundo Análisis Estático.....                              | 27        |
| <b>Capítulo 5</b> | <b>Diseño Estructural.....</b>                              | <b>29</b> |
| 5.1               | Estados Límite, revisión de estados límite de servicio..... | 29        |
| 5.1.1             | Carga vertical.....   | 31        |
| 5.1.2             | Sismo en X.....   | 32        |
| 5.1.3             | Sismo en Y.....   | 32        |
| 5.1.4             | Viento en X.....  | 33        |
| 5.1.5             | Viento en Y.....  | 34        |
| 5.2               | Resistencia de Diseño.....                                  | 35        |
| 5.2.1             | Resultados.....   | 36        |
| 5.3               | Análisis de los resultados de la cubierta actual.....       | 38        |
| 5.4               | Columnas.....   | 51        |
| 5.4.1             | Ayudas de Diseño.....                                       | 53        |
| 5.5               | Resistencia de las columnas.....                            | 54        |
| <b>Capítulo 6</b> | <b>Conclusiones.....</b>                                    | <b>59</b> |
|                   | <b>Referencias.....</b>                                     | <b>61</b> |
|                   | <b>Figuras y listados.....</b>                              | <b>62</b> |

# CAPITULO 1

## Introducción

### 1.1 Antecedentes

La cubierta de la Biblioteca Tezozomoc se encuentra ubicada en el parque del mismo nombre en la delegación Azcapotzalco, en la Ciudad de México. El proyecto arquitectónico fue elaborado por profesionistas de la Universidad Autónoma Metropolitana y el proyecto estructural por una empresa privada.

Se construyó la estructura de concreto (estructura a base de muros de carga, de tabique rojo recocido, confinados con castillos, cadenas y columnas de concreto) sin mayor contratiempo. Al comenzar la construcción de la estructura metálica se decidió soldar por partes en el suelo y transportar con grúa hasta la posición que habría de tener permanentemente. Originalmente el proyecto Arquitectónico presentaba tres niveles (sin tomar en cuenta a los apoyos) de estructura metálica; por problemas económicos se decidió únicamente armar hasta el segundo nivel.

Así, se construyeron dos niveles, de acuerdo al proyecto estructural se debía construir una losa de concreto armado con un espesor de 10 cm, un relleno de tezontle, una capa de concreto adicional para dar la pendiente necesaria para evitar los encharcamientos por lluvia, un entortado para recibir el enladrillado y una capa de impermeabilizante.

Se comenzó el colado de la losa, habiendo tomado la decisión de que sólo fuera de 8 cm por considerarse como muy gruesa para el constructor. Al terminar el colado de las losas de los dos niveles se observó el pandeo de los elementos en diagonal de los apoyos (figuras 1 a 4).

Dado el temor de presentarse en la estructura una condición de colapso, se procedió a apuntalar la cubierta y a la demolición de la losa superior (figuras 5 y 6).

La compañía que realizó el proyecto estructural propuso un refuerzo que consistía en cambiar los elementos de los apoyos de cédula 40 a cédula 80 y la

colocación de tubos en sentido vertical de diámetro de 6 pulgadas y cédula 80 (figuras 7 y 8).

Paralelamente se realizó la investigación que constituye esta tesis, verificando los causas de la falla y justificando la solución actual.

## **1.2 Objetivos**

El objetivo principal de esta tesis es analizar el comportamiento de la cubierta de la Biblioteca Tezozomoc tanto para las condiciones originales como para las que actualmente se presenta la estructura. A continuación se enuncian los objetivos particulares que se presentan en este trabajo:

- 1) Elaboración del modelo matemático tridimensional representativo de la cubierta, tratando de apegarse a las condiciones reales, condiciones de apoyo, acciones y efectos
- 2) Establecer la causa de la falla
- 3) Revisar las condiciones actuales
- 4) Proponer las recomendaciones necesarias

## CAPITULO 2

### Análisis Bibliográfico

#### 2.1 Tipos de Cubiertas

La arquitectura proyecta recintos que permiten la concurrencia masiva de personas con diferentes fines, dando lugar a la aparición de construcciones que se destinan a tres usos fundamentales:

- a) Auditorios de gran capacidad, centros de estudio y recreación (figuras 9 y 10)
- b) Espacios destinados a la industria donde se almacena maquinaria y productos, además pudiendo albergar a la gente que labora en ellos (figura 11)
- c) Grandes centros comerciales y oficinas (figuras 12 y 13)

De estos proyectos ha surgido la necesidad de cubrir grandes claros, lo que genera un problema estructural que se ha resuelto mediante diversos sistemas. El criterio que justifica a la elección de una estructura que cubra un claro grande se debe establecer a partir de los siguientes objetivos:

- a) Facilidad de prefabricación
- b) Sencillez de conexión entre los miembros que lo forman
- c) Fácil montaje
- d) Facilidad de transporte, aun en lugares poco accesibles
- e) Bajo costo en comparación con soluciones comerciales conocidas
- f) Posibilidad de fabricación en serie de las partes
- g) Cumplimiento de los criterios establecidos en formas y reglamentos

## 2.2 Estructuras que cubren claros grandes

La clasificación de las estructuras que cubren claros grandes tiene dos aspectos básicos: su funcionamiento estructural y las características constitutivas del sistema. Se consideran claros mayores de 25 m, que es el límite inferior de los claros grandes. Se incluyen estructuras cuyos miembros están formados por diversos materiales, aunque predominan en este campo las metálicas, por su facilidad de construcción mediante prefabricación e industrialización [ref. 1].

Dentro de las estructuras para cubrir claros importantes se encuentran cinco tipos fundamentales:

- a) Sistemas reticulares formados por estructuras planas, en los cuales no se considera el trabajo tridimensional de la estructura, como las armaduras comúnmente usadas en grandes claros
- b) Estructuras reticulares formadas por barras rectas, conectadas en el espacio en cualquier dirección, recubiertas por elementos laminares que no participen del trabajo estructural de la cubierta; en este tipo pueden considerarse las estructuras espaciales
- c) Sistemas del tipo de cascarones delgados y placas dobladas, en las cuales los elementos estructurales son placas planas o curvas que soportan las cargas sin necesidad de estructura reticular
- d) Sistemas mixtos de estructuras reticulares unidas al recubrimiento, en las que el funcionamiento estructural depende de la interacción entre los miembros reticulares y las placas exteriores
- e) Cubiertas colgantes, donde se emplean cables de alta resistencia y revestimientos que generalmente tienen forma de curvatura gaussiana negativa. En este tipo de cubiertas, la interacción entre los mantos del revestimiento y los cables de soporte resulta fundamental para transmitir las cargas a los apoyos

El primer tipo de estructuras se emplea en claros pequeños o intermedios como los marcos rígidos con largueros y sistemas de contraventeo recubiertos con lámina que han permitido cubrir claros de 30 m (En ocasiones han sido utilizados para cubrir claros hasta de 40 m).



Para evitar problemas de inestabilidad, se presenta la necesidad de apoyar lateralmente a las estructuras planas, mediante miembros normales al plano, esto ha sido resuelto con estructuras del tipo espacial. En las estructuras espaciales se aprovechan las características tridimensionales de la cubierta para reducir el nivel de sollicitación de cada miembro, así como para disminuir la cantidad de material resistente a las posibilidades de inestabilidad de la cubierta.

Las estructuras del tipo de cascarones delgados y placas dobladas surge al tratar de reducir la cantidad de material en la estructura, siendo necesario aprovechar los elementos de revestimiento de la cubierta como partes del sistema que soporta las cargas y disminuir el nivel de esfuerzos en los miembros, así como para dar mayores restricciones a los desplazamientos de la, estructura aumentando su rigidez, y reducir la posibilidad de que se generen procesos de inestabilidad.

Los sistemas mixtos de estructuras reticulares se hacen con el fin de incorporar los miembros al revestimiento, reduciendo a soluciones continuas, como cascarones y placas dobladas.

Entre la tercera y la quinta década de este siglo, se hizo frecuente la construcción de cubiertas de doble curvatura en forma de cascarones; sin embargo, las dificultades de construcción y la necesidad de obra falsa para la construcción, limitaron su uso. En ocasiones se han presentado condiciones de inestabilidad por lo que han fijado límites a los claros que se pueden cubrir con ellas.

Las cubiertas colgantes han tratado de evitar problemas de inestabilidad por compresión, ya que son estructuras que al aumentar la rigidez se busca que las cargas generen esfuerzos de tensión en la mayor parte de los miembros; en este tipo de cubiertas se logra disminuir el peso propio de la cubierta a niveles muy bajos y presentan la posibilidad de problemas aerodinámicos, ya que las succiones provocadas por la interacción entre viento y estructura, en ocasiones generan problemas de vibración y aleteo que ponen en peligro la estructura.

### **2.3 Recursos y Materiales**

La forma más antigua y típico ejemplo de estructura espacial son las cúpulas o los domos, usados en las primeras grandes construcciones como iglesias y conventos. Los domos en su estructura ocupan un espacio importante con una

superficie mínima, por lo que constituyen una de las formas estructurales más eficientes.

En la antigüedad, las cúpulas se construyeron originalmente de piedra, posteriormente se utilizó un sistema de entadrillado; en la edad media se construyeron con madera siendo el material principal para la construcción de bóvedas, incluso domos de madera de éste período aún existen [ref. 2].

## 2.4 Domos de Hierro y Acero

La introducción del nuevo material, habría una nueva era en la Ingeniería Estructural; en 1811, el hierro fue usado por Belanger and Brunet, en este año la parte central del "Corn Market" en París fue cubierta por un domo de hierro con un diámetro de 127 pies en la cual se introdujo por primera vez la búsqueda de esfuerzos y desplazamientos como condición necesaria para su construcción [ref 3].

A principios de este siglo se construyeron cúpulas de acero estructural tipo schweder, formadas por armaduras meridionales y en paralelo, que aún se emplean para cubrir grandes claros (figura 14).

La búsqueda de mejores soluciones, aunque no siempre más económicas, condujo a la construcción de cúpulas del tipo Lamella, la que consta de módulos triangulares, formados de armaduras de aluminio alojadas en los lados de triángulos esféricos, que permiten subdividir a la cúpula en módulos iguales, lo cual facilita la fabricación de la estructura y la conexión y montaje de los miembros estructurales. Estructuras de éste tipo han permitido construir la mayor cúpula existente en el mundo, en el condado de Harris de la Ciudad de Houston, la cual cubre un claro de 195.68 m recurriendo a aceros de alta resistencia. A partir de los 50's se generaron cúpulas geodésicas basadas en un sistema de subdivisión diferente del triangular, formados por miembros de pequeñas dimensiones. Sin embargo el uso de este tipo de cubierta, en claros comprendidos entre 30 y 100 m ha presentado algunos problemas de inestabilidad por efectos de compresión que han dado lugar a los colapsos importantes [ref 2].

Además de estructuras metálicas, se han construido estructuras de concreto para formar cúpulas, aún que el tamaño de los claros se mantiene entre 30 y 60 m Para claros mayores es necesario recurrir a estructuras "Lamellares" [ref. 1].

Cuando el claro es grande y las cargas generan esfuerzos grandes que pueden provocar inestabilidad se ha recurrido a cubiertas colgantes soportadas en arcos circulares desplomados, en los cuales se anclan los cables principales de la cubierta que forma una superficie de curvatura gaussiana negativa para resolver el problema de acumulación de nieve o granizo, que puede provocar niveles altos de esfuerzo.

Algunas cubiertas con planta cuadrada, pero formada por casquetes esféricos han sido construidas, como la de El Palacio de los Deportes (figura 15), donde inicialmente se concibió como un sistema mixto de estructuras reticulares y posteriormente se transforma en una cúpula ortotrópica recubierta con paraboloides hiperbólicos sostenidos en nervaduras que transmiten las cargas a los apoyos [ref 1].

Cuando el área por cubrir adquiere formas diferentes a la circular, se proyectan cubiertas con curvatura gaussiana positiva, ya que se encuentra apoyada en cuatro bordes, una estructura espacial, con barras inclinadas a 45 grados respecto al eje longitudinal, con esto se ha permitido obtener concentraciones del orden de  $10 \text{ Kg/m}^2$  de acero estructural con claros de 50 m.

En esta estructuración se forman módulos de dimensiones grandes, que se recubren mediante sistemas de revestimiento formado por retículas de largueros que transmiten las cargas del revestimiento a los nodos del módulo de la estructura espacial que soporta todas las cargas en flexión.

## **2.5 Estructuras Espaciales**

Como se mencionó en párrafos anteriores, las estructuras espaciales son solo una forma de estructuración (ver figuras 16 y 17), como la cubierta que se analizará más adelante.

Una estructura espacial podría definirse como un ensamble tridimensional de elementos capaces de resistir cargas aplicadas en cualquier punto, inclinando los miembros en cualquier ángulo con respecto a la superficie de la estructura, y actuando en la dirección que fuere. Las estructuras espaciales están divididas en tres grandes grupos que son:

- a) Esqueletos arriostrados (Armaduras en tercera dimensión)

- b) Membranas reticuladas (Sistemas sometidos a esfuerzos)
- c) Estructuras suspendidas (Cables, cubiertas tensadas)

La Arquitectura recurre frecuentemente a estructuras espaciales, por el efecto visual de gran extensión y belleza, desde este punto de vista pueden existir un sin número de formas, habiendo pues gran libertad para el Arquitecto Diseñador.

La industrialización de la fabricación de este tipo de estructuras, ha hecho especial énfasis en el aspecto económico, puesto que pueden ser construidas diferentes tipos de estructuras espaciales con simples unidades prefabricadas en la mayoría de los casos con tamaño y forma estandarizados. Pueden ser fácil y rápidamente ensamblados en sitio con trabajadores hábiles y familiarizados con el tipo de uniones. Al mismo tiempo el tamaño de los elementos simplifica en gran medida los problemas de manejo y transportación.

Hace no más de un siglo, los Ingenieros Civiles se percataron en el hecho de que las estructuras espaciales requerían menos material que las estructuras ordinarias, lo que constituyen construcciones altamente económicas.

### 2.5.1 Esqueletos arriostrados

Son estructuras espaciales formadas por barras dispuestas en superficies paralelas, planas o curvas, con barras de unión entre cada nudo de una red a nudos de la otra. Este sistema se desarrolló desde 1950, gracias a los trabajos de Le Ricolais (U.S.A.), S. de Castillo (Francia) y de Z. Makowski (Gran Bretaña) [ref. 2 y 3].

En un principio las uniones se hacían sobre medida con pernos o bien con cordones de soldadura, posteriormente fueron apareciendo numerosos sistemas de conexión, produciendo la industrialización de las piezas.

La estructura más simple está formada por nudos y barras, en módulos de elementos compuestos como triángulos o tetraedros. La modulación facilita la generación de estructuras. Este tipo de estructuras presentan las ventajas siguientes:

- Son más ligeras que las estructuras tradicionales

-Son rígidas

-Crean hiperestaticidad proporcionando una reserva a la resistencia en caso de fallar algún elemento

-Gran libertad del trazo de formas

-Facilidad de prefabricación, montaje y transportación

Las dificultades tecnológicas debidas a la unión en el espacio de barras que forman ángulos diferentes se han resuelto gracias a numerosos sistemas de construcción que han aparecido en el mercado.

Las dificultades que en un principio se presentaron con respecto al análisis matemático se han resuelto gracias al empleo de computadoras con programas de análisis.

### **2.5.2 Membranas reticuladas**

Estas estructuras se caracterizan por el hecho de que sus barras están situadas entre una misma superficie curva. Contrariamente a las retículas tridimensionales, la rigidez de la flexión y torsión es por consecuencia, muy débil, ya que ella depende de la rigidez de las barras mismas (figura 18).

La estabilidad de las membranas reticuladas no es concebible más que en superficies con curvatura doble. Las superficies desarrolladas deben ser apoyadas en tímpanos y sus claros están limitados. Una de las estructuras más notables construida en Yugoslavia para los juegos del mediterráneo en el año de 1979, está catalogada como una de las más osada y exitosa estructura espacial construida en la historia de la Ingeniería Civil. Tiene un cantiliver de 45 m soportada en el perímetro del estadio, con un claro de 215 m (figura 19 y 20) [ref. 3].

### **2.5.3 Estructuras suspendidas**

Son cubiertas colgantes donde se emplean cables de alta resistencia y revestimientos que generalmente tienen forma de curvatura gaussiana negativa. En este tipo de cubiertas, la interacción entre los mantos del revestimiento y los cables de soporte resulta fundamental para transmitir las cargas a los apoyos.

Cuando el claro sobrepasa algunos metros, se está obligando a separar las funciones de cubierta y fuerza de sustentación, esta última función es realizada en las mejores condiciones, por cables metálicos, según una técnica utilizada desde 1834 en los puentes colgantes. En 1896 por Suchov de Nijni-Novgorod, realizó el primer techado colgante con cables de acero [ref. 2].

Este tipo de estructuras es particularmente indicada para vastas salas de reunión como auditorios, piscinas, complejos deportivos, naves industriales o centros comerciales.

## **2.6 Sistemas de Conexión**

En el campo de las estructuras espaciales han surgido soluciones al problema de conectar los miembros que coinciden en un nudo, transmitiendo todos los elementos mecánicos que se generan por el movimiento de la estructura.

Existe un gran número de sistemas de conexión que son objeto de patentes. A continuación se hace una descripción de algunos de los que han sido desarrollados. Existen diversas empresas productoras de uniones o conectores de estructuras, cada una de estas empresas da nombre a la unión, existiendo así los siguientes:

### **2.6.1 Sistema TRI-BEAM**

Las estructuras tridimensionales con este sistema, están fabricadas a base de perfiles de acero formados en frío con longitudes variables, y nodos de acero conocidos como copletores que son los elementos de unión.

Es un sistema atornillable y 100 por ciento desmontable. Sus módulos son triangulares y sus dimensiones varían de acuerdo al claro a cubrir, teniendo como claro máximo 40 m en una capa y 50 m o más en dos o más capas de estructura.

Este sistema tiene una amplia variedad de aplicaciones, ya que puede ser usado para cubiertas y muros para fachadas de hoteles, plazas comerciales, centros deportivos, restaurantes, etc. La estructura que forma este sistema puede techarse con domos, cristal, concreto (siempre y cuando sea el sistema que propone la empresa), o cualquier otro material ligero (figura 21).

### **2.6.2 Sistema SCREW-BEAM**

Al igual que el anterior es un sistema atornillable, 100 por ciento desmontable, fabricado con perfiles tubulares circulares de acero formados en frío con longitudes y diámetros variables, el nodo utilizado es a base de un tornillo.

Presenta tres variantes en la forma de sus módulos, las cuales son cuadradas, rectangulares y triangulares. Además sus dimensiones varían de acuerdo al claro y a la forma del proyecto teniendo como claro máximo 25 m. Este sistema puede ser cubierto por cualquier tipo de material ligero (figura 22).

### **2.6.3 Sistema SPHERE-BEAM**

Este sistema tiene un diseño conceptual basado en la naturaleza de los tetraedros, en el cual el nodo tiene forma esférica y las cuerdas y diagonales sección circular. Están fabricadas a partir de perfiles tubulares de acero formados en frío con longitudes variables y nodos de acero de diferentes diámetros; este es un sistema atornillable.

Los módulos pueden ser de diferentes formas y dimensiones en su base, como pueden ser cuadrados, rectangulares y triangulares. Según el proyecto pueden cubrirse claros máximos hasta de 40 m con una capa y 50 m o más con dos o más capas de estructura. Pueden cubrirse con cualquier tipo de material ligero (figura 23).

### **2.6.4 Sistema OKTAPLATTE (Rep. Fed. Alemana)**

Los nudos son esferas de acero obtenidas al soldar dos hemisferios sobre una rodaja intermedia. Las soldaduras se realizan por simple soldadura de los tubos sobre las esferas.

Las ventajas que presenta este sistema son principalmente que su concepción es simple, no presenta trabajo en las extremidades de los tubos, sus soldaduras son fáciles de realizar, presentan un aspecto estético, al igual que gran rigidez, y presenta la posibilidad de construirse en superficies curvas. El inconveniente se presenta en las longitudes de los tubos, que deberán ser muy precisas (figura 24)

### **2.6.5 Sistema TRIODETIC**

Las uniones de tubos se hacen en medio de cilindros ranurados en aluminio o en acero, que contienen un número variable de aberturas radiales dentadas. Las extremidades de los tubos se cortan siguiendo el ángulo adecuado y son aplanadas en frío, en una sola operación, con una precisión del orden de 0.2 mm.

En el montaje, las extremidades se introducen por fuerza en las aberturas de los cilindros; la unión se hace por auto unión, sin soldadura (figura 25).

### **2.6.6 Sistema MERO (R.F.A)**

Los nudos son pequeñas esferas que comprenden 18 hoyos enroscados, en los cuales los ejes se orientan en tres direcciones ortogonales y las diagonales a 45 grados.

Las extremidades de los tubos se proveen de una clavija, sobre la cual atornilla un manguito-tuerca. Al hacer girar el manguito, se hace salir la clavija enroscada sobre una longitud igual a la penetración en el núcleo. Después, al girar el manguito al mismo tiempo que la clavija, se atornilla esta en el nudo; el ajuste se obtiene juntando el manguito contra la extremidad del tubo (figura 26).



## CAPITULO 3

### Descripción de la cubierta

Es una estructura espacial del tipo de esqueletos arriostrados, con módulos compuestos de pirámides de base cuadrada, el sistema forma una estructura plana que originalmente se concibió en tres niveles y finalmente sólo se construyeron dos (figuras 27 y 28). El primer nivel de arriba hacia abajo, forma una estructura cuadrada que consta de 10 módulos por lado (figuras 29 y 30). El segundo nivel en sentido descendente esta formado por: 16 módulos en una dirección y 17 en la otra (figuras 31 y 32). El tercer nivel es una retícula de 16 barras por 16 barras (figuras 33 y 34).

La estructura se sustenta en cuatro apoyos distribuidos simétricamente, con una distancia de 12 m de separación entre los vértices. Estos apoyos se soportan a su vez, por columnas de 50 cm de diámetro con una altura de 6.75 m (figuras 27, 28, 35 y 36).

La cubierta esta simplemente apoyada en el perímetro, sobre muros de tabique, estructuras semicirculares (cilindros), y estructuras en cuerpos semirectangulares del mismo material.

Sobre la estructura de acero se colocó una cimbra de madera de pino, barnizada en la parte interior, dando así el acabado de duela, y en la parte exterior soportando una losa de concreto de 8 cm de espesor para la cubierta Original.

Al sobrevenir la falla se apuntaló la estructura y se demolió la losa de concreto de la cubierta en el nivel superior, quedando así la estructura actual, solo con una losa de concreto en el nivel de área mayor.

Para el efecto de las pendientes y para aligerar el peso se utilizó un sistema de placa multipanel anclada a la estructura. Este tipo de material es aislante acústico y térmico, se compone de módulos de 11 m de longitud por 0.90 m de ancho, hecho con lámina y relleno con espuma de poliuretano. El sistema de conexión utilizado para la cubierta es del tipo Oktaplatte, son uniones que se realizaron por simple soldadura.

El primer nivel de la cubierta mide 15 m por 15 m y el segundo tiene medidas de 25 m por 24.75 m. La cubierta se compone de 1099 nodos y 3105 barras. Ver figuras de nudos y barras.

Las barras de la cubierta son de 2 pulgadas de diámetro con cédula 40, las barras horizontales miden 1.5 m de nodo a nodo, con una separación en el sentido vertical de 0.70 m, y las barras inclinadas miden 1.03 m de longitud.

## CAPITULO 4

### Análisis Matemático

#### 4.1 Descripción del programa de Análisis

El programa de análisis utilizado es el SAP90 (Structure Analysis Program - Programa de Análisis Estructural). Formado por una serie de programas basados en el método de las rigideces y el análisis del elemento finito.

El programa esta hecho en ANSI FORTRAN-77, y ha sido diseñado para que funcione igualmente en computadoras personales, micro o grandes máquinas [ref 4].

Este programa tiene opciones de Análisis Estático y Análisis Dinámico, estas opciones las cuales pueden activarse al mismo tiempo. Las combinaciones de cargas pueden incluir resultados de los análisis anteriores.

El Análisis contempla cuatro casos:

- Elementos Tridimensionales "Frame"  
(Marcos, Armaduras, Esqueletos, etc.)
- Elementos Tridimensionales "Shell"  
(Placas)
- Elementos Bidimensionales "Asolid"
- Elementos Tridimensionales "Solid"

La Fase mas difícil del análisis es crear el modelo apropiado que represente, lo más cercano a la realidad y muestre el comportamiento de la estructura.

Ningún programa de computadora sustituye el buen juicio del Ingeniero. La correcta interpretación de los resultados es tan importante como la preparación de un buen modelo estructural.

## 4.2 Análisis Estructural

La función de la estructura es absorber las solicitaciones que se derivan del funcionamiento de la construcción.

La estructura debe soportar una serie de acciones externas que le ocasionan deformaciones, desplazamientos y ocasionalmente daños, todo esto constituye su respuesta ante dichas acciones.

Por acciones se entiende lo que generalmente se denominan cargas, pero esta acepción mas general incluye a todos los agentes externos que inducen en la estructura fuerzas internas, esfuerzos y deformaciones.

Por tanto, además de las cargas propiamente dichas, se incluyen las deformaciones impuestas, como los hundimientos de la cimentación y los cambios volumétricos, así como los efectos ambientales de viento, temperatura, corrosión, etc.

Considerando un área de lados A y B que requiere ser cubierta por alguno de los tipos estructurales y que satisfaga los requisitos de eficiencia, en donde las solicitaciones más frecuentes son :

- a) Peso propio y sobre carga permanente
- b) Carga viva accidental
- c) Carga provocada por el viento
- d) Aceleraciones provocadas por movimientos sísmicos
- e) Efectos sísmicos de la estructura

A cada uno de estos estados de carga corresponde una forma especial de estructura, que permita distribuir el material resistente de la estructura para absorber la energía de deformación de manera óptima. Es evidente que una sola superficie podrá ser óptima para soportar fuerzas de un tipo, como son las verticales, pero que al considerar fuerzas horizontales, la superficie óptima tendrá característica diferentes.

Así, es necesario buscar el tipo de cubierta que resulte eficiente para soportar las fuerzas verticales, pero que al mismo tiempo soporte el resto de las solicitaciones con márgenes de eficiencia aceptables sin que se presenten problemas de inestabilidad en la estructura.

Las estructuras para grandes claros, sobre todo aquellas que se apoyan en columnas, las fuerzas horizontales resultan ser las más importantes para definir las características de las cubiertas que soportan.

Existe una dependencia muy grande entre las condiciones de apoyo de la cubierta y su trabajo estructural, por lo que el tipo de estructura para cubrir el área debe depender notablemente de las condiciones de apoyo disponibles y de la curvatura de la cubierta.

#### **4.2.1 Acciones**

Siguiendo el criterio del reglamento de construcciones para el Distrito Federal se distinguen los siguientes tipos de acciones :

a) Acciones Permanentes .- Son aquellas que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse que no varía con el tiempo

Entran en esta categoría las cargas muertas, debidas al peso propio de la estructura y al de los elementos no estructurales de la construcción; el empuje estático de líquidos y tierras que tenga un carácter permanente, las deformaciones y los desplazamientos impuestos a la estructura tales como los debidos al efecto del preesfuerzo y a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, a la contracción por fraguado del concreto, etc.

b) Acciones variables .- Son aquellas que obran sobre la estructura con una intensidad variable con el tiempo, pero que alcanzan valores significativos durante lapsos grandes

Se incluyen en esta categoría las cargas vivas, o sea aquellas que se deben al funcionamiento propio de la construcción y que no tienen carácter permanente ; los efectos de cambios de temperatura y los de cambios volumétricos que tienen carácter variable con el tiempo.

c) Acciones Accidentales .- Son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la construcción y que pueden tomar valores significativos solo durante pequeñas fracciones de la vida útil de la estructura .Se incluyen en esta categoría acciones excepcionales como : sismo, viento, oleaje y explosiones.

Las acciones tomadas en cuenta para este análisis fueron las siguientes (Se analizó antes de la falla y posteriormente con la sustitución de elementos y elementos de refuerzo)

- Carga Muerta
- Carga Viva
- Efectos de Viento
- Efectos de Sismo

#### **4.2.2 Carga Muerta**

Se llama Carga Muerta al conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción ; incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales, como los muros divisorios, los revestimientos de pisos, muros y fachadas, la ventanería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma constante sobre la estructura. La Carga Muerta es, por tanto, la principal acción permanente .

La valuación de la Carga Muerta es en general sencilla, ya que solo requiere de la determinación de los volúmenes de los distintos componentes de la construcción y su multiplicación por los pesos volumétricos de sus materiales constitutivos .

En su mayoría las cargas muertas se presentan por medio de cargas uniformemente distribuidas sobre las distintas arreas de la construcción.

#### **4.2.3 Carga Viva**

La Carga Viva es la que se debe a la operación y uso de la construcción. Incluye, por tanto, todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma y no puede considerarse como carga muerta .

Entran así en la Carga Viva el peso y las cargas debidos a muebles, mercancías equipos y personas .

La carga viva es la principal acción variable que debe considerarse en el diseño . Un modelo de carga viva que pretenda representar con precisión el efecto real de

las acciones resulta muy complicado y se recurre para fines de diseño a modelos sumamente simplistas .

Estos modelos consisten usualmente en una carga uniformemente distribuida aplicada en forma estática, acompañada ocasionalmente por una carga concentrada . Hay que tomar en cuenta que con la carga uniforme se pretende representar el efecto global de la carga viva real incluyendo sus aspectos dinámicos y de impacto [ref 5].

### 4.3 Primer Análisis Estático (Cubierta Original)

Materiales y sus propiedades

|          |                             |                              |
|----------|-----------------------------|------------------------------|
| Acero    | $E = 2.1E10 \text{ Kg/m}^2$ | $G = 8.077E9 \text{ Kg/m}^2$ |
| Concreto | $E = 2.21E9 \text{ Kg/m}^2$ | $G = 922.3E6 \text{ Kg/m}^2$ |
|          | $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ |                              |

#### 4.3.1 Análisis de Cargas

CARGA VERTICAL

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Área de Losa de concreto en | $N-1 = 15 \times 15 = 225 \text{ m}^2$       |
| Área de Losa de concreto en | $N-2 = (25.5 \times 24.75) - (15 \times 15)$ |
|                             | $N-2 = 406.125 \text{ m}^2$                  |

Estructura de Acero tubo de 2" cédula 40  $W=5.4 \text{ Kg/m}$

Las acciones a las que se sometió la cubierta (Original) antes de fallar debió ser como sigue:

| <b>ANÁLISIS DE CARGAS</b>  |  | <b>(Cubierta Original)</b>     |
|--|--|--------------------------------|
| Peso propio de la estructura metálica (tubo de 2" cédula 40) por nivel |  | 25.28 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Peso de la Duela   |  | 10.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Peso de la Losa 8 cm de espesor  |  | 192.00 Kg/m <sup>2</sup>       |
| Peso del impermeabilizante   |  | 10.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Peso de las instalaciones  |  | 20.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Relleno  |  | 100.00 Kg/m <sup>2</sup>       |
| Carga adicional por Reglamento   |  | 20.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| <b>CARGA MUERTA</b>  |  | <b>377.28 Kg/m<sup>2</sup></b> |
| <b>CARGA VIVA</b>  |  | <b>100.00 Kg/m<sup>2</sup></b> |
| <b>CARGA POR SISMO</b>   |  | <b>70.00 Kg/m<sup>2</sup></b>  |

#### CARGAS

- 1) C.M. + C.V.                      477.28 Kg/m<sup>2</sup>  
 2) C.M. + C.S.                      447.28 Kg/m<sup>2</sup>

#### 4.3.2 CARGAS POR NIVEL

- 1)  $W1 = 477.28 \times 225 = 107\,388 \text{ Kg}$   
 2)  $W1 = 447.28 \times 225 = 100\,638 \text{ Kg}$

- 1)  $W2 = (477.28 \times 406.125) + (25.28 + 20 + 20 + 100) \times 225 = 231\,023.34 \text{ Kg}$   
 2)  $W2 = (447.28 \times 406.125) + (25.28 + 20 + 20 + 70) \times 225 = 212\,089.59 \text{ Kg}$

- 1)  $W3 = (25.28 + 20 + 100) \times 36 = 5\,230.08 \text{ Kg}$   
 2)  $W3 = (25.28 + 20 + 70) \times 36 = 4\,150.08 \text{ Kg}$

- 1)  $W4 = (25.28 + 20 + 100) \times 9 = 1\,307.52 \text{ Kg}$   
 2)  $W4 = (25.28 + 20 + 70) \times 9 = 1\,037.52 \text{ Kg}$



### 4.3.3 PESO DE LAS COLUMNAS

Área por columna  $A=0.332 \text{ m}^2$

Peso  $W=0.75 \times (2400) = 1800 \text{ Kg/m}^2$   
 $Wc=1800 \times (0.332) = 597.6 \text{ Kg}$

Para cuatro columnas  
Peso por nivel  $Wn = 597.6 \times (4)$   
 $Wn = 2390.4 \text{ Kg}$

Consideraciones tomadas:

Por simplicidad la estructura funciona como una armadura, es decir, solamente tomara carga axial en sus elementos, y la distribución de cargas será del tipo nodal, es decir las cargas verticales caerán precisamente en los nodos .

Carga vertical por Nodo

$$W1 = 107388 / 120 = 894.90 \text{ Kg}$$

$$W2 = 894.90 \text{ Kg (Para el área con losa)}$$
$$W2 = 37188 / 120 = 309.90 \text{ Kg (Área de estruc. de acero)}$$

$$W3 = 5320.08 / 36 = 145.28 \text{ Kg}$$

$$W4 = 1307.52 / 16 = 81.72 \text{ Kg}$$

## ANÁLISIS ESTÁTICO

(Cubierta Original)

| Nivel | Ent. | $\Delta h$ (m) | $h_i$ (m) | Wl (Kg)    | Wihl (Kg.m)  | Fl (Kg)      | Vi (Kg)   |
|-------|------|----------------|-----------|------------|--------------|--------------|-----------|
| 13    |      |                | 9.55      | 100,538.00 | 961,092.00   | 17,631.78    |           |
|       | 13   | 0.70           |           |            |              |              | 17,631.78 |
| 12    |      |                | 8.85      | 212,099.59 | 1,676,992.67 | 6,734,434.48 |           |
|       | 12   | 0.70           |           |            |              |              | 52,066.26 |
| 11    |      |                | 8.15      | 4,150.08   | 33,623.15    | 620.50       |           |
|       | 11   | 0.70           |           |            |              |              | 52,686.76 |
| 10    |      |                | 7.45      | 1,037.52   | 7,729.52     | 141.80       |           |
|       | 10   | 0.70           |           |            |              |              | 52,628.56 |
| 9     |      |                | 6.75      | 2,390.40   | 16,135.20    | 290.01       |           |
|       | 9    | 0.75           |           |            |              |              | 53,124.57 |
| 8     |      |                | 6.00      | 2,390.40   | 14,342.40    | 263.12       |           |
|       | 8    | 0.75           |           |            |              |              | 53,387.69 |
| 7     |      |                | 5.25      | 2,390.40   | 12,549.60    | 230.23       |           |
|       | 7    | 0.75           |           |            |              |              | 53,617.92 |
| 6     |      |                | 4.50      | 2,390.40   | 10,756.60    | 197.34       |           |
|       | 6    | 0.75           |           |            |              |              | 53,615.26 |
| 5     |      |                | 3.75      | 2,390.40   | 8,964.00     | 164.45       |           |
|       | 5    | 0.75           |           |            |              |              | 53,979.71 |
| 4     |      |                | 3.00      | 2,390.40   | 7,171.20     | 131.56       |           |
|       | 4    | 0.75           |           |            |              |              | 54,111.27 |
| 3     |      |                | 2.25      | 2,390.40   | 5,378.40     | 98.67        |           |
|       | 3    | 0.75           |           |            |              |              | 54,209.94 |
| 2     |      |                | 1.50      | 2,390.40   | 3,585.60     | 65.78        |           |
|       | 2    | 0.75           |           |            |              |              | 54,275.72 |
| 1     |      |                | 0.75      | 2,390.40   | 1,792.80     | 32.89        |           |
|       | 1    | 0.75           |           |            |              |              | 54,308.61 |
|       |      |                | SUMAS     | 339,428.79 | 2960314.44   |              |           |

$$SWI (Cs / Q) = 339,428.79 \times (0.322) = 54308.61$$

$$Fl = (54308,61 / 2960314,44) \times Wl \cdot h_i$$

#### 4.4 Efectos de Viento

Los vientos son movimientos de masas de aire debidos a diferencias de presión en las distintas zonas de la atmósfera y a la rotación terrestre. Para el diseño

estructural interesan esencialmente los vientos que tiene velocidades muy grandes y que se asocian a fenómenos atmosféricos excepcionales.

Por tanto se trata como una acción accidental, desde el punto de vista de las combinaciones de carga en que intervienen y de los factores de carga que se deben adoptar

De acuerdo con la naturaleza de los principales efectos que el viento puede ocasionar, las estructuras se clasifican en cuatro tipos :

- Tipo 1 : Estructuras poco sensibles a las ráfagas y a efectos dinámicos del viento
- Tipo 2 : Estructuras especialmente sensibles
- Tipo 3 : Estructuras cuya sección transversal propicia la generación periódica de vórtices
- Tipo 4 : Estructuras con problemas Aerodinámicos (por su forma o por lo largo de su periodo de vibración)

El efecto del viento se considerara equivalente a una presión ( empuje o succión ) que actúa en forma estática en dirección perpendicular a la superficie expuesta . Su intensidad se determina con la siguiente expresión [ref 6]:

$$p = C_p C_z K p_o$$

En la cual :

**p<sub>o</sub>** Es la presión básica de diseño, se tomara igual a 30 K/m<sup>2</sup> para las estructuras comunes y a 35 Kg/m<sup>2</sup> para aquellas clasificadas como del grupo A (El caso de la cubierta de la biblioteca Tezozomoc ).

**K** Es el factor correctivo por condiciones de exposición del predio en que se ubica la construcción, se determina según la zona .

| ZONA |      |      |      |
|------|------|------|------|
|      | A    | B    | C    |
| k    | 0.65 | 1.00 | 1.60 |
| a    | 3.60 | 4.50 | 7.00 |

**Cz** Es el factor, por la altura sobre la superficie del terreno, de la zona expuesta .

Para los valores de K y Cz en una zona B : típica urbana y suburbana, donde el sitio esta rodeado predominantemente por construcciones de mediana y baja altura o por áreas arboladas . Entonces  $K = 1.0$

El factor Cz se tomara igual a 1.0 para alturas hasta de 10 m sobre el nivel del terreno y para alturas mayores, igual a:

$$Cz = (z/10)^{2/a}$$

**z** Es la altura del área expuesta sobre el nivel del terreno, y el coeficiente **a**, según la zona de ubicación

|                     | <b>Cp</b> |
|---------------------|-----------|
| Pared de Barlovento | 0.80      |
| Pared de Sotavento  | -0.50     |
| Paredes Laterales   | -0.70     |
| Techos Planos       | -0.70     |

Se consideraran los siguientes factores de presión para el diseño de la estructura (Cubierta Original y Actual, los efectos son los mismos ) [ ref. 7 y 9 ].

$$p = Cp Cz K po$$

$$p = Cp (1.0 \times 1.0 \times 35)$$

$$p = Cp \times 35$$

Presión en Barlovento

$$p = 0.80 \times 35 = 28 \text{ Kg/m}^2$$

Presión en Sotavento

$$p = -0.50 \times 35 = 15 \text{ Kg/m}^2$$

Presión en las Paredes Laterales

$$p = -0.70 \times 35 = 24.5 \text{ Kg/m}^2$$

Presión en el Techo  
 $p = -0.70 \times 35 = 24.5 \text{ Kg/m}^2$

#### Sentido X y Sentido Y

|     |                  |             |         |                    |
|-----|------------------|-------------|---------|--------------------|
| Fb= | 28.0 x 27.83 =   | 779.24 Kg   | esto es | 63.000 Kg por nodo |
| Fs= | 15.0 x 236.36 =  | 3545.40 Kg  | esto es | 33.750 Kg por nodo |
| Fp= | 24.5 x 243.53 =  | 5966.49 Kg  | esto es | 55.125 Kg por nodo |
| Ft= | 24.5 x 631.125 = | 15462.56 Kg | esto es | 55.125 Kg por nodo |

### Análisis de las Acciones a las que se somete actualmente la cublorta

| ANÁLISIS DE CARGAS (Cublerta Actual)                                   |                                |
|--|--------------------------------|
| Peso propio de la estructura metálica (tubo de 2" cédula 40) por nivel | 25.28 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Peso de la Duela   | 10.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Peso de la Losa 8 cm de espesor  | 192.00 Kg/m <sup>2</sup>       |
| Peso del Impermeabilizante   | 10.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Peso de las instalaciones  | 20.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| Peso de la estructura multipanel                                       | 120.00 Kg/m <sup>2</sup>       |
| Carga adicional por Reglamento   | 20.00 Kg/m <sup>2</sup>        |
| <b>CARGA MUERTA</b>  | <b>297.28 Kg/m<sup>2</sup></b> |
| <b>CARGA VIVA</b>  | <b>100.00 Kg/m<sup>2</sup></b> |
| <b>CARGA POR SISMO</b>   | <b>70.00 Kg/m<sup>2</sup></b>  |

#### Cargas

- 1) C.M. + C.V. 397.28 Kg/m<sup>2</sup>  
 2) C.M. + C.S. 467.28 Kg/m<sup>2</sup>

#### Cargas por nivel

- 1)  $W1 = 205.28 \times 225 = 46\ 188\ \text{Kg}$   
 2)  $W1 = 175.28 \times 225 = 39\ 438\ \text{Kg}$

- 1)  $W2 = (397.28 \times 406.125) + (25.28 + 20 + 20 + 100) \times 225 = 198\ 533.34\ \text{Kg}$   
 2)  $W2 = (367.28 \times 406.125) + (25.28 + 20 + 20 + 70) \times 225 = 179\ 599.59\ \text{Kg}$

- 1)  $W3 = (25.28 + 20 + 100) \times 36 = 5\ 230.08\ \text{Kg}$   
 2)  $W3 = (25.28 + 20 + 70) \times 36 = 4\ 150.08\ \text{Kg}$

- 1)  $W4 = (25.28 + 20 + 100) \times 9 = 1\ 307.52\ \text{Kg}$   
 2)  $W4 = (25.28 + 20 + 70) \times 9 = 1\ 037.52\ \text{Kg}$

#### 4.5 Segundo análisis estático (cubierta actual)

| ANÁLISIS ESTÁTICO |      |        |                    | (Cubierta Actual)   |                                      |                     |                     |
|-------------------|------|--------|--------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Nivel             | Ent. | Δh (m) | h <sub>i</sub> (m) | W <sub>i</sub> (Kg) | W <sub>i</sub> h <sub>i</sub> (Kg.m) | F <sub>i</sub> (Kg) | W <sub>i</sub> (Kg) |
| 13                |      |        | 9.55               | 39,438.00           | 376,632.90                           | 7,091.13            |                     |
|                   | 13   | 0.70   |                    |                     |                                      |                     | 7,091.13            |
| 12                |      |        | 8.85               | 170,509.50          | 1,589,456.37                         | 29,925.80           |                     |
|                   | 12   | 0.70   |                    |                     |                                      |                     | 37,018.93           |
| 11                |      |        | 8.15               | 4,150.08            | 33,823.15                            | 636.81              |                     |
|                   | 11   | 0.70   |                    |                     |                                      |                     | 37,853.74           |
| 10                |      |        | 7.45               | 1,037.52            | 7,729.52                             | 145.53              |                     |
|                   | 10   | 0.70   |                    |                     |                                      |                     | 37,799.27           |
| 9                 |      |        | 6.75               | 2,390.40            | 16,135.20                            | 303.79              |                     |
|                   | 9    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 38,103.06           |
| 8                 |      |        | 6.00               | 2,390.40            | 14,342.40                            | 270.03              |                     |
|                   | 8    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 38,373.09           |
| 7                 |      |        | 5.25               | 2,390.40            | 12,549.60                            | 238.26              |                     |
|                   | 7    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 38,609.37           |
| 6                 |      |        | 4.50               | 2,390.40            | 10,756.80                            | 202.53              |                     |
|                   | 6    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 38,811.90           |
| 5                 |      |        | 3.75               | 2,390.40            | 8,964.00                             | 168.77              |                     |
|                   | 5    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 38,980.67           |
| 4                 |      |        | 3.00               | 2,390.40            | 7,171.20                             | 135.02              |                     |
|                   | 4    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 39,115.69           |
| 3                 |      |        | 2.25               | 2,390.40            | 5,378.40                             | 101.26              |                     |
|                   | 3    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 39,216.95           |
| 2                 |      |        | 1.50               | 2,390.40            | 3,585.60                             | 67.51               |                     |
|                   | 2    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 39,284.46           |
| 1                 |      |        | 0.75               | 2,390.40            | 1,792.80                             | 33.75               |                     |
|                   | 1    | 0.75   |                    |                     |                                      |                     | 39,318.21           |
|                   |      |        | SUMAS              | 245,738.79          | 2,088,317.94                         |                     |                     |

$$SWI (C_s / Q) = 245,738.79 \times (0.322) = 39,318.21$$

$$F_i = (39,318.21 / 2,088,317.94) \times W_i h_i$$

**Peso de las columnas**

Área por columna  $A=0.332 \text{ m}^2$

**Peso**

$$W=0.75 \times (2400) = 1800 \text{ Kg/m}^2$$
$$W_c = 1800 \times (0.332) = 597.6 \text{ Kg}$$

**Para cuatro columnas**  
**Peso por nivel**

$$W_n = 597.6 \times (4)$$
$$W_n = 2\,390.4 \text{ Kg}$$



## CAPITULO 5

### Diseño Estructural

#### 5.1 Estados Límite

Se llama estado límite de una estructura a cualquier etapa de su comportamiento a partir de la cual su respuesta se considera inaceptable se distinguen dos tipos de estados límite ; aquellos relacionados con la seguridad, se denomina estado límite de falla y corresponde a situaciones en las que la estructura sufre una falla total a parcial, o simplemente presenta daños que afectan su capacidad para resistir nuevas acciones .

La falla de una sección por cortante, flexión, torsión, carga axial o cualquier combinación de esos efectos (fuerzas internas), constituyen un estado límite de falla, así como la inestabilidad o falta de equilibrio global de la estructura, el pandeo de uno de sus miembros, el pandeo local de una sección y la falla por fatiga .

El otro tipo de estado límite se relaciona con aquellas situaciones que, aún sin poner en juego la seguridad de la estructura, afectan el correcto funcionamiento de la construcción

Esto se denomina estado límite de servicio y comprenden los desplazamientos, agrietamientos y vibraciones excesivos, así como el daño en elementos no estructurales de la construcción .

#### ESTADO LIMITE DE FALLA

- Colapso
- Inestabilidad
- Fatiga
- Daño Irreversible

## ESTADO LIMITE DE SERVICIO

- Flechas
- Desplazamientos Horizontales
- Vibraciones
- Agrietamientos

Los requisitos de servicio se relacionan principalmente con la rigidez de la estructura y de sus miembros ; de ella dependen principalmente los movimientos, flechas y vibraciones, que constituyen los aspectos de la respuesta que afectan más frecuentemente el correcto funcionamiento .

De acuerdo a los criterios de diseño estructural que marca el reglamento de construcción para el Distrito Federal; toda estructura y cada una de sus partes deberán diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes [ref 6].

- I. Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida
- II. No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación

De acuerdo con este reglamento se considera estado límite de falla a cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualesquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o el hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

Se considerará como estado límite de servicio la ocurrencia de deformaciones, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la construcción, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

La revisión se considerará cumplida si se comprueba que no se exceden los siguientes valores:

- I. Una flecha vertical, incluyendo los efectos a largo plazo, igual al claro entre 240, más 0.5 cm
  
- II. Una deformación horizontal entre dos niveles sucesivos de la estructura, igual a la altura de entrepiso entre 500 para estructura que tengan ligados elementos no estructurales que puedan dañarse con pequeñas deformaciones e igual a la altura de entrepiso entre 250 para otros casos

Con los resultados que se obtienen de el programa SAP90 (obsérvese listado en anexo) los desplazamientos máximos en los sentidos X, Y y Z fueron los siguientes:

#### 5.1.1 Carga vertical

Para la condición de carga 1:

Máximo desplazamiento en el eje Z: -1.069 cm en el nodo 679 ubicado en el centro geométrico del nivel superior de la estructura.

Para Flecha Vertical:

$$L / 240 + 0.5 \text{ cm} \quad \text{como } L = 12\text{m.}$$

$$1200/240 + 0.5 \text{ cm} = 5.5. \text{ cm}$$

Por lo tanto pasa por flecha vertical.

Máximo desplazamiento en el eje X: 0.2359 cm en los apoyos de la cubierta.

Máximo desplazamiento en el eje Y: 0.221 cm en los apoyos de la estructura.

Para Desplazamiento Horizontal:

$$H = \text{Altura}$$

$$H / 250$$

$$\text{como } H = 6.75 \text{ m.}$$

$$6.75 / 250 = 0.027 \text{ m}$$

Por lo tanto pasa por Deformación Horizontal.

### 5.1.2 Sismo en x

Para la condición de carga 2:

Máximo desplazamiento en el eje Z: -3.802 cm en los nodos 1100, 1102, 1104 y 1106 que se encuentran en los apoyos de la cubierta.

Para Flecha Vertical:

$$L / 240 + 0.5 \text{ cm} \quad \text{como } L = 12\text{m.}$$

$$1200/240 + 0.5 \text{ cm} = 5.5. \text{ cm}$$

Por lo tanto pasa por flecha vertical.

Máximo desplazamiento en el eje X: 3.778 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista A-A.

Máximo desplazamiento en el eje Y: 1.164 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista B-B.

Para Desplazamiento Horizontal:

$$H = \text{Altura}$$

$$H / 250 \quad \text{como } H = 6.75 \text{ m.}$$

$$6.75 / 250 = 0.027 \text{ m}$$

Por lo tanto pasa por Deformación Horizontal para el sentido Y y no pasa para el sentido X, deberá restringirse más ese sentido.

### 5.1.3 Sismo en y

Condición de Carga 3

Máximo desplazamiento en el eje Z: -3.838 cm en los nodos 1101, 1103, 1105 y 1107 que se encuentran en los apoyos de la cubierta.

Para Flecha Vertical:

$$L / 240 + 0.5 \text{ cm} \quad \text{como } L = 12\text{m.}$$

$$1200/240 + 0.5 \text{ cm} = 5.5. \text{ cm}$$

Por lo tanto pasa por flecha vertical.

Máximo desplazamiento en el eje X: 1.136 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista A-A.

Máximo desplazamiento en el eje Y: 3.775 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista B-B.

Para Deformación Horizontal:

$$H = \text{Altura}$$

$$H / 250 \quad \text{como } H = 6.75 \text{ m.}$$

$$6.75 / 250 = 0.027 \text{ m}$$

Por lo tanto pasa por Deformación Horizontal para el sentido X y no pasa para el sentido Y, deberá restringirse más ese sentido.

#### 5.1.4 Viento en x

Condición de Carga 4

Máximo desplazamiento en el eje Z: -0.479 cm en los nodos 1100, 1102, 1104 y 1106 que se encuentran en los apoyos de la cubierta.

Para Flecha Vertical:

$$L / 240 + 0.5 \text{ cm} \quad \text{como } L = 12\text{m.}$$

$$1200/240 + 0.5 \text{ cm} = 5.5 \text{ cm}$$

Por lo tanto pasa por flecha vertical.

Máximo desplazamiento en el eje X: 0.454 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista A-A.

Máximo desplazamiento en el eje Y: 0.022 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista B-B.

Para Deformación Horizontal:

H = Altura

H / 250                      como H = 6.75 m.

$6.75 / 250 = 0.027$  m

Por lo tanto pasa por Deformación Horizontal.

### 5.1.5            Viento en y

Condición de Carga 5

Máximo desplazamiento en el eje Z: -0.940 cm en los nodos 1100, 1102, 1104 y 1106 que se encuentran en los apoyos de la cubierta.

Para Flecha Vertical:

L / 240 + 0.5 cm    como L = 12m.

$1200/240 + 0.5$  cm = 5.5 cm

Por lo tanto pasa por flecha vertical.

Máximo desplazamiento en el eje X: 0.973 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista A-A.

Máximo desplazamiento en el eje Y: 1.414 cm en varios nodos ubicados en el perímetro, desde la vista B-B.

Para Deformación Horizontal:

H = Altura

H / 250

como H = 6.75 m.

6.75 / 250 = 0.027 m

Por lo tanto pasa por Deformación Horizontal

## 5.2 Resistencia de Diseño

La respuesta de la estructura está representada por el conjunto de parámetros físicos que describen su comportamiento ante las acciones que le son aplicadas. Para que la construcción cumpla con las funciones para las cuales está siendo proyectada, es necesario que la respuesta de la estructura se mantenga dentro de límites que no afecten su correcto funcionamiento ni su estabilidad.

Debe definirse por tanto cuales son en cada caso los límites admisibles de la respuesta estructural; estos dependen del tipo de construcción y de su destino y están definidos para las estructuras más comunes en los códigos de diseño.

La resistencia de diseño  $R_c$  de un elemento estructural de eje recto y de sección transversal constante sometido a compresión axial se determina con las ecuaciones que adelante se mencionan.

En cada caso particular deben revisarse todos los estados límite pertinentes para identificar el crítico, al que corresponda la resistencia de diseño.

Para miembros cuya sección transversal tiene una forma circular, se deberán tomar en cuenta las siguientes fórmulas [ref 11].

$Fr = 0.85$

$$\text{Si } \left(\frac{Kl}{r}\right) \geq \left(\frac{Kl}{r}\right)_c \quad R_c = \frac{20\,120\,000}{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2} \text{ At } F_y$$

$$\text{Si } \left(\frac{Kl}{r}\right) \leq \left(\frac{Kl}{r}\right)_c \quad R_c = \left[ 1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2}{2\left(\frac{Kl}{r}\right)_c^2} \right] \text{ At } F_y F_r$$

$$\left(\frac{Kl}{r}\right)_c = 6340 \sqrt{F_y}$$

$Kl/r$  es la relación de esbeltez efectiva máxima del elemento y  $(Kl/r)_c$  el valor de la relación de esbeltez que separa los intervalos de pandeo elástico e inelástico.

Del análisis realizado con la ayuda del programa SAP90, se tomaron los resultados de los elementos más desfavorables (el caso de los apoyos y sus elementos inclinados).

### 5.2.1 RESULTADOS

$$F_r = 0.85$$

$$K = 1.0$$

$$r = 2.0 \text{ para tubos de 2" cédula 40}$$

$$\left(\frac{Kl}{r}\right)_c = 6340 \sqrt{F_y} = 126.05$$

$$\frac{Kl}{r} < \left(\frac{Kl}{r}\right)_c$$

Por lo tanto la Resistencia de diseño de un elemento estructural en compresión axial es la siguiente :



$$R_c = \left[ 1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2}{2\left(\frac{Kl}{r}\right)_c^2} \right] A_l F_y F_r ; \text{ Kg}$$

$$\frac{Kl}{r} = \left( \frac{1,0 \times 150}{2} \right) = 75 \text{ (para barras de 1,5 m)}$$

$$\frac{Kl}{r} = \left( \frac{1,0 \times 103}{2} \right) = 51,5 \text{ (para barras de 1,03 m)}$$

$$R_c = 6,9 \times 2530 \left[ 1 - \frac{75^2}{2(126,05)^2} \right] 0,85$$

$$R_c = 12\ 211,84 \text{ Kg (para barras de 1,5 m)}$$

$$R_c = 13\ 599,97 \text{ Kg (para barras de 1,03 m)}$$

El número que antecede al valor de cada resistencia representa el número de cada elemento.

819 R = -27 246.60 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

820 R = -27 566.53 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

821 R = -28 052.04 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

822 R = -29 875.98 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

823 R = -27 635.97 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

824 R = -29 009.66 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

825 R = -28 026.74 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

826 R = -28 146.18 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

827 R = -29 140.66 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

828 R = -27 519.01 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

829 R = -28 088.86 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

830 R = -27 992.63 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

831 R = -27 681.96 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

832 R = -27 119.06 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

833 R = -29 909.73 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

834 R = -28 107.82 Kg > 13 600 Kg POR LO TANTO LA SECCIÓN ES INSUFICIENTE

Al encontrarse los elementos de la estructura sobre cargados se proponen los siguientes cambios en la estructura :

- Se modifica la cédula de los elementos de los apoyos sustituyendo estos por otras de mayor cédula es decir de cédula 40 a cédula 80.
- Se agregan elementos diagonales de cédula 80 y elementos verticales de 6" de diámetro y cédula 80.

### **5.3 Análisis de los resultados de la cublerta actual**

Resistencia de diseño de los elementos estructurales propuestos para el refuerzo.

**Para tubos de 2" de diámetro cédula 80**

$$Fr = 0.85$$

$$K = 1.0$$

$$r = 1.9$$

$$\left(\frac{Kl}{r}\right)_c = 6340 \sqrt{F_y} = 126.05$$

$$\frac{Kl}{r} < \left(\frac{Kl}{r}\right)_c$$

$$\frac{Kl}{r} = \left(\frac{1.0 \times 103}{1.9}\right) = 54.21 \text{ (para barras de 1.03 m)}$$

$$R_c = \left[ 1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2}{2\left(\frac{Kl}{r}\right)_c^2} \right] A_t F_y F_r; K_g$$

$$R_c = 9.5 \times 2530 \left[ 1 - \frac{54.21^2}{2(126.05)^2} \right] 0.85$$

**Resistencia de diseño para los elementos cambiados de 2" y cédula 80.**

$$R_c = 18\,540.43 \text{ Kg}$$

**Para tubos de 6" de diámetro y cédula 80**

$$F_r = 0.85$$

$$K = 1.0$$

$$r = 5.6$$

$$\left(\frac{Kl}{r}\right)_c = 6340 \sqrt{F_y} = 126.05$$

$$\frac{Kl}{r} < \left(\frac{Kl}{r}\right)_c$$

$$\frac{Kl}{r} = \left( \frac{1.0 \times 140}{5.6} \right) = 25 \text{ (para barras de 6" de diámetro)}$$

$$R_c = \left[ 1 - \frac{\left( \frac{Kl}{r} \right)^2}{2 \left( \frac{Kl}{r} \right)_c^2} \right] A_t F_y F_r; K_g$$

$$R_c = 54.3 \times 2530 \left[ 1 - \frac{25^2}{2 (126.05)^2} \right] 0.85$$

Resistencia de diseño para los elementos de 6" de diámetro y cédula 80 es la siguiente :

$$R_c = 114\,475.45 \text{ Kg}$$

**Análisis de los resultados, Diseño con los elementos de la estructura Actual, ya con los elementos de refuerzo (apoyos) de cédula 80.**

#### **Elemento 819**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -9092.32 )         | = -13 638.48 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -9092.32 -4150.98) | = -14 567.63 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -9092.32 -4206.82) | = -14 629.05 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -9092.32 + 324.10) | = - 9 645.04 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -9092.32 + 335.49) | = - 9 632.13 Kg |

#### **Elemento 820**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6788.55 )         | = -10 182.83 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6788.55 -3718.19) | = -11 557.41 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6788.55 -4130.68) | = -12 011.15 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6788.55 + 175.89) | = - 7 273.93 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6788.55 - 579.93) | = - 8 105.33 Kg |

#### **Elemento 821**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6856.58 )         | = -10 284.87 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6856.58 -4117.33) | = -12 071.30 Kg |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 3 Combinación : 1.1 ( -6856.58 -3690.63) | = -11 601.93 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6856.58 + 139.53) | = - 7 388.76 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6856.58 - 897.38) | = - 8 529.36 Kg |

#### Elemento 822

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4479.21 )         | = - 6 718.82 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4479.21 -3868.33) | = - 9 182.29 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4479.21 -3865.43) | = - 9 179.10 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4479.21 - 34.49)  | = - 4 965.07 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4479.21 - 21.21)  | = - 4 950.46 Kg |

#### Elemento 823

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6791.78 )         | = -10 187.67 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6791.78 -2584.93) | = -10 314.38 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6791.78 +1496.47) | = - 5 824.84 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6791.78 + 115.00) | = - 7 344.46 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6791.78 + 79.63)  | = - 7 383.37 Kg |

#### Elemento 824

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4149.25 )         | = - 6 223.88 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4149.25 -2143.49) | = - 6 922.01 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4149.25 +1885.52) | = - 2 490.10 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4149.25 - 55.05)  | = - 4 624.73 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4149.25 + 641.80) | = - 3 858.20 Kg |

#### Elemento 825

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -9870.63 )         | = -14 805.95 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -9870.63 -2380.49) | = -13 476.23 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -9870.63 +1788.78) | = - 8 890.04 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -9870.63 + 378.60) | = -10 441.23 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -9870.63 +1034.41) | = - 9 719.84 Kg |

#### Elemento 826

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6909.22 )         | = -10 363.83 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6909.22 -1803.13) | = - 9 583.59 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6909.22 +2119.94) | = - 5 268.21 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6909.22 + 203.68) | = - 7 376.09 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6909.22 +1566.99) | = - 5 876.45 Kg |

#### Elemento 827

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4089.61 )         | = - 6 134.42 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4089.61 +3651.95) | = - 481.43 Kg   |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4089.61 +3616.22) | = - 520.73 Kg   |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4089.61 + 650.75) | = - 3 782.75 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4089.61 + 652.23) | = - 3 781.12 Kg |

#### Elemento 828

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6791.73 )         | = -10 187.60 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6791.73 +3679.70) | = - 3 423.23 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6791.73 +3377.83) | = - 3 755.29 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6791.73 + 862.45) | = - 6 522.21 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6791.73 +1526.65) | = - 5 791.59 Kg |

#### Elemento 829

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6892.32 )         | = -10 338.48 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6892.32 +3336.84) | = - 3 911.03 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6892.32 +3663.15) | = - 3 552.09 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6892.32 + 827.16) | = - 6 671.68 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6892.32 + 146.02) | = - 7 420.93 Kg |

#### Elemento 830

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -9765.38 )         | = -14 648.07 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -9765.38 +3571.97) | = - 6 812.75 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -9765.38 +3573.64) | = - 6 810.91 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -9765.38 +1048.95) | = - 9 588.07 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -9765.38 +1052.80) | = - 9 583.84 Kg |

#### Elemento 831

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6763.50 )         | = -10 145.25 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6763.50 +1514.24) | = - 5 774.19 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6763.50 -2565.71) | = -10 262.13 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6763.50 + 837.38) | = - 6 518.73 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6763.50 + 839.61) | = - 6 516.28 Kg |

#### Elemento 832

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -9190.13 )         | = -13 785.20 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -9190.13 +1770.65) | = - 8 161.43 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -9190.13 -2416.22) | = -12 766.99 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -9190.13 +1014.01) | = - 8 993.73 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -9190.13 + 310.37) | = - 9 767.74 Kg |

### Elemento 833

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4544.75 )         | = - 6 817.13 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4544.75 +1911.38) | = - 2 896.71 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4544.75 -2131.35) | = - 7 343.71 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4544.75 + 681.74) | = - 4 307.61 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4544.75 - 27.21)  | = - 5 029.16 Kg |

### Elemento 834

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6836.18 )         | = -10 254.27 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6836.18 +2103.34) | = - 5 206.12 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6836.18 -1825.76) | = - 9 528.13 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6836.18 + 844.44) | = - 6 590.91 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6836.18 - 550.16) | = - 8 124.97 Kg |

### Elemento 2331

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6814.63 )         | = -10 221.95 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6814.63 -2822.40) | = -10 600.73 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6814.63 -2888.59) | = -10 673.54 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6814.63 + 275.98) | = - 7 192.52 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6814.63 + 308.06) | = - 7 157.23 Kg |

### Elemento 2337

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5379.85 )         | = - 8 069.78 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5379.85 -1849.26) | = - 7 952.02 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5379.85 +1184.58) | = - 4 614.80 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5379.85 + 119.43) | = - 5 786.46 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5379.85 + 60.86)  | = - 5 850.89 Kg |

### Elemento 2342

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -3465.32 )         | = - 5 197.98 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -3465.32 +3042.85) | = - 464.72 Kg   |
| 3 Combinación : 1.1 ( -3465.32 +2997.86) | = - 514.21 Kg   |
| 4 Combinación : 1.1 ( -3465.32 + 556.70) | = - 3 199.48 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -3465.32 + 574.28) | = - 3 180.14 Kg |

### Elemento 2344

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5605.51 )         | = - 8 408.27 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5605.51 +1206.22) | = - 4 839.22 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5605.51 -1816.85) | = - 8 164.60 Kg |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 4 Combinación : 1.1 ( -5605.51 + 680.49) | = - 5 417.03 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5605.51 + 668.94) | = - 5 430.23 Kg |

#### Elemento 2347

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5606.10 )         | = - 8 409.15 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5606.10 -2878.60) | = - 9 333.17 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5606.10 -3039.70) | = - 9 510.38 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5606.10 + 162.00) | = - 5 988.51 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5606.10 - 372.79) | = - 6 576.78 Kg |

#### Elemento 2353

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -3542.40 )         | = - 5 313.60 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -3542.40 -1861.35) | = - 5 944.13 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -3542.40 +1535.62) | = - 2 207.46 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -3542.40 - 43.35)  | = - 3 944.33 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -3542.40 + 529.99) | = - 3 313.65 Kg |

#### Elemento 2358

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5435.93 )         | = - 8 153.90 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5435.93 +2668.94) | = - 3 043.69 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5435.93 +2544.65) | = - 3 180.41 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5435.93 + 662.41) | = - 5 250.87 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5435.93 +1198.74) | = - 4 660.91 Kg |

#### Elemento 2360

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -6945.72 )         | = -10 418.58 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -6945.72 +1149.32) | = - 6 376.04 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -6945.72 -1681.85) | = - 9 490.33 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -6945.72 + 739.03) | = - 6 827.36 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -6945.72 + 247.91) | = - 7 367.59 Kg |

#### Elemento 2363

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5446.43 )         | = - 8 169.65 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5446.43 -3065.32) | = - 9 362.93 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5446.43 -2867.54) | = - 9 145.37 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5446.43 + 136.77) | = - 5 840.63 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5446.43 + 707.29) | = - 5 213.05 Kg |



**Elemento 2369**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -7709.35 )         | = -11 564.03 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -7709.35 -1638.63) | = -10 282.78 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -7709.35 +1165.37) | = - 7 198.38 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -7709.35 + 337.01) | = - 8 109.57 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -7709.35 + 752.04) | = - 7 653.04 Kg |

**Elemento 2374**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5572.84 )         | = - 8 359.26 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5572.84 +2537.29) | = - 3 339.11 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5572.84 +2670.43) | = - 3 192.65 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5572.84 + 664.11) | = - 5 399.60 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5572.84 + 145.11) | = - 5 970.50 Kg |

**Elemento 2376**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -3985.72 )         | = - 5 978.58 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -3985.72 +1567.41) | = - 2 660.14 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -3985.72 -1846.76) | = - 6 415.73 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -3985.72 + 591.40) | = - 3 733.75 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -3985.72 - 31.62)  | = - 4 419.07 Kg |

**Elemento 2379**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -3929.85 )         | = - 5 894.25 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -3929.85 -3311.63) | = - 7 965.63 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -3929.85 -3310.25) | = - 7 964.11 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -3929.85 - 20.05)  | = - 4 344.89 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -3929.85 + 7.36)   | = - 4 314.74 Kg |

**Elemento 2385**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5534.60 )         | = - 8 301.90 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5534.60 -1497.65) | = - 7 735.47 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5534.60 -1458.64) | = - 7 692.56 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5534.60 + 171.74) | = - 5 899.15 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5534.60 +1185.59) | = - 4 783.91 Kg |

**Elemento 2390**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -7555.85 )         | = -11 333.78 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -7555.85 +2363.13) | = - 5 711.99 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -7555.85 +2365.23) | = - 5 709.68 Kg |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 4 Combinación : 1.1 ( -7555.85 + 777.05) | = - 7 456.68 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -7555.85 + 802.38) | = - 7 428.82 Kg |

#### Elemento 2392

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5445.17 )         | = - 8 167.76 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5445.17 +1446.27) | = - 4 398.79 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5445.17 -1515.43) | = - 4 322.71 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5445.17 + 650.06) | = - 5 274.62 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5445.17 - 430.52) | = - 6 463.26 Kg |

El valor máximo de carga encontrado fue el que recibe el elemento 825 con un valor de :

$$1.5 \text{ C.V.} = -14\ 825.95 \text{ Kg} < R_c = -18\ 540.43 \text{ Kg}$$

Por lo tanto la Estructura es capaz de soportar las cargas existentes; Carga Vertical, Sismo y Viento.

### ELEMENTOS ADICIONALES DE 2" DE DIÁMETRO Y CÉDULA 80

#### Elemento 3110

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4808.82 )         | = - 7 213.23 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4808.82 + 718.54) | = - 4 499.31 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4808.82 +2852.97) | = - 2 151.44 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4808.82 + 358.37) | = - 4 895.50 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4808.82 + 324.55) | = - 4 932.70 Kg |

#### Elemento 3111

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4808.82 )         | = - 7 213.23 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4808.82 + 718.54) | = - 4 499.31 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4808.82 +2852.97) | = - 2 151.44 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4808.82 + 358.37) | = - 4 895.50 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4808.82 + 324.55) | = - 4 932.70 Kg |

#### Elemento 3112

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4907.85 )         | = - 7 361.78 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4907.85 +2880.47) | = - 2 230.12 Kg |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 3 Combinación : 1.1 ( -4907.85 + 721.86) | = - 4 604.59 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4907.85 + 721.86) | = - 4 604.59 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4907.85 + 745.52) | = - 4 578.56 Kg |

#### Elemento 3113

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4907.85 )         | = - 7 361.78 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4907.85 +2880.47) | = - 2 230.12 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4907.85 + 721.86) | = - 4 604.59 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4907.85 + 721.86) | = - 4 604.59 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4907.85 + 745.52) | = - 4 578.56 Kg |

#### Elemento 3114

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4912.13 )         | = - 7 368.20 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4912.13 -3196.49) | = - 8 919.48 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4912.13 -1098.82) | = - 6 612.05 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4912.13 - 32.59)  | = - 5 439.19 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4912.13 - 60.22)  | = - 5 469.59 Kg |

#### Elemento 3115

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4912.13 )         | = - 7 368.20 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4912.13 -3196.49) | = - 8 919.48 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4912.13 -1098.82) | = - 6 612.05 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4912.13 - 32.59)  | = - 5 439.19 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4912.13 - 60.22)  | = - 5 469.59 Kg |

#### Elemento 3116

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4838.66 )         | = - 7 257.99 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4838.66 + 943.50) | = - 4 284.68 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4838.66 +2926.02) | = - 2 103.90 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4838.66 + 384.26) | = - 4 899.84 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4838.66 +1135.69) | = - 4 073.28 Kg |

#### Elemento 3117

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -4838.66 )         | = - 7 257.99 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -4838.66 + 943.50) | = - 4 284.68 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -4838.66 +2926.02) | = - 2 103.90 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -4838.66 + 384.26) | = - 4 899.84 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -4838.66 +1135.69) | = - 4 073.28 Kg |

#### Elemento 3118

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5115.12 )         | = - 7 672.68 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5115.12 -1095.38) | = - 6 831.55 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5115.12 -3182.09) | = - 9 126.93 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5115.12 + 391.53) | = - 5 195.95 Kg |
| 5 Ccbinación : 1.1 ( -5115.12 + 422.86)  | = - 5 161.50 Kg |

#### Elemento 3119

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5115.12 )         | = - 7 672.68 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5115.12 -1095.38) | = - 6 831.55 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5115.12 -3182.09) | = - 9 126.93 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5115.12 + 391.53) | = - 5 195.95 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5115.12 + 422.86) | = - 5 161.50 Kg |

#### Elemento 3120

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5094.64 )         | = - 7 641.96 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5094.64 +2930.74) | = - 2 163.90 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5094.64 + 937.80) | = - 4 156.84 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5094.64 + 724.46) | = - 4 370.18 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5094.64 - 36.29)  | = - 5 130.93 Kg |

#### Elemento 3121

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5094.64 )         | = - 7 641.96 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5094.64 +2930.74) | = - 2 163.90 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5094.64 + 937.80) | = - 4 156.84 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5094.64 + 724.46) | = - 4 370.18 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5094.64 - 36.29)  | = - 5 130.93 Kg |

#### Elemento 3122

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5038.74 )         | = - 7 558.11 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5038.74 -3111.79) | = - 8 965.58 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5038.74 - 875.10) | = - 6 505.22 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5038.74 - 14.49)  | = - 5 558.55 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5038.74 + 766.03) | = - 4 699.98 Kg |

#### Elemento 3123

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5038.74 )         | = - 7 558.11 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5038.74 -3111.79) | = - 8 965.58 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5038.74 - 875.10) | = - 6 505.22 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5038.74 - 14.49)  | = - 5 558.55 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5038.74 + 766.03) | = - 4 699.98 Kg |

### Elemento 3124

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5104.47 )         | = - 7 656.71 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5104.47 - 885.05) | = - 6 588.47 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5104.47 -3120.30) | = - 9 047.25 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5104.47 + 390.62) | = - 5 185.24 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5104.47 - 387.19) | = - 6 040.83 Kg |

### Elemento 3125

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -5104.47 )         | = - 7 656.71 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -5104.47 - 885.05) | = - 6 588.47 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -5104.47 -3120.30) | = - 9 047.25 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -5104.47 + 390.62) | = - 5 185.24 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -5104.47 - 387.19) | = - 6 040.83 Kg |

El valor máximo de carga encontrado fue el que reciben los elementos 3118 y 3119 con un valor de :

$$1.1(C.V. + \text{SISMO } Y) = -9\,126.93 \text{ Kg} < R_c = -18\,540.43 \text{ Kg}$$

Por lo tanto la Estructura es capaz de soportar las cargas existentes; Carga Vertical, Sismo y Viento.

## ELEMENTOS DE REFUERZO CON DIÁMETRO DE 6" Y CÉDULA 80

### Elemento 3106

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -20749.43 )         | = -31 124.15 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -20749.43 - 867.45) | = -23 778.57 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -20749.43 - 839.12) | = -23 747.41 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -20749.43 +1461.18) | = -21 217.08 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -20749.43 +1486.25) | = -21 189.50 Kg |

### Elemento 3107

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -20524.40 )         | = -30 786.60 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -20524.40 + 595.14) | = -21 922.19 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -20524.40 - 402.05) | = -23 019.10 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -20524.40 +1582.02) | = -20 836.62 Kg |

5 Combinación : 1.1 ( -20524.40 +1503.51) = -20 922.98 Kg

#### **Elemento 3108**

1 Combinación : 1.5 ( -21004.33 ) = -31 506.50 Kg

2 Combinación : 1.1 ( -21004.33 - 437.62) = -23 586.15 Kg

3 Combinación : 1.1 ( -21004.33 + 586.32) = -22 459.81 Kg

4 Combinación : 1.1 ( -21004.33 +1496.43) = -21 458.69 Kg

5 Combinación : 1.1 ( -21004.33 +1644.79) = -21 295.50 Kg

#### **Elemento 3109**

1 Combinación : 1.5 ( -21124.63 ) = -31 686.95 Kg

2 Combinación : 1.1 ( -21124.63 +1021.78) = -22 113.14 Kg

3 Combinación : 1.1 ( -21124.63 +1022.18) = -22 112.70 Kg

4 Combinación : 1.1 ( -21124.63 +1620.71) = -21 454.31 Kg

5 Combinación : 1.1 ( -21124.63 +1647.22) = -21 425.15 Kg

#### **Elemento 3126**

1 Combinación : 1.5 ( -9512.07 ) = -14 268.11 Kg

2 Combinación : 1.1 ( -9512.07 + 226.85) = -10 213.74 Kg

3 Combinación : 1.1 ( -9512.07 + 213.56) = -10 228.36 Kg

4 Combinación : 1.1 ( -9512.07 + 680.95) = - 9 714.23 Kg

5 Combinación : 1.1 ( -9512.07 + 725.69) = - 9 665.02 Kg

#### **Elemento 3127**

1 Combinación : 1.5 ( -9456.04 ) = -14 184.06 Kg

2 Combinación : 1.1 ( -9456.04 + 414.89) = - 9 945.27 Kg

3 Combinación : 1.1 ( -9456.04 + 274.50) = -10 099.69 Kg

4 Combinación : 1.1 ( -9456.04 + 683.10) = - 9 650.23 Kg

5 Combinación : 1.1 ( -9456.04 + 734.68) = - 9 593.50 Kg

#### **Elemento 3128**

1 Combinación : 1.5 ( -9735.73 ) = -14 603.60 Kg

2 Combinación : 1.1 ( -9735.73 + 276.78) = -10 404.85 Kg

3 Combinación : 1.1 ( -9735.73 + 425.92) = -10 240.79 Kg

4 Combinación : 1.1 ( -9735.73 + 703.32) = - 9 935.65 Kg

5 Combinación : 1.1 ( -9735.73 + 750.37) = - 9 883.90 Kg

#### **Elemento 3129**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -9734.03 )         | = -14 601.05 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -9734.03 + 483.75) | = -10 175.31 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -9734.03 + 487.25) | = -10 171.46 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -9734.03 + 706.07) | = -9 930.76 Kg  |
| 5 Combinación : 1.1 ( -9734.03 + 750.74) | = -9 881.62 Kg  |

El valor máximo de carga encontrado fue el que recibe el elemento 3108 con un valor de :

$$1.5 \text{ C.V.} = -31 506.50 \text{ Kg} < R_c = -114 475.45 \text{ Kg}$$

**Por lo tanto la Estructura es capaz de soportar las cargas existentes; Carga Vertical, Sismo y Viento.**

#### 5.4 Columnas

No es común que los elementos de concreto reforzado de estructuras reales se encuentren sujetos únicamente a carga axial. Debido a que casi siempre las estructuras son continuas, la carga axial se encuentra actuando simultáneamente con momento flexionante; aún en elementos isostáticos, las excentricidades accidentales en la colocación de la carga o los pequeños defectos constructivos introducen momentos flexionantes.

Sin embargo, el estudio del comportamiento bajo carga axial pura es importante para comprender muchos aspectos del funcionamiento de diversos tipos de elementos de concreto reforzado, y por que el valor de la resistencia a carga axial combinada con otras acciones.

La contribución a la resistencia aportada por el concreto tanto el del núcleo como el del recubrimiento, puede valuarse como el producto del 85 por ciento de la resistencia de un cilindro de control por el área correspondiente, y la contribución del acero longitudinal, como el producto del esfuerzo de fluencia por el área de acero.

Es posible evaluar la contribución de la hélice o espiral en función de las propiedades mecánicas del acero y del porcentaje volumétrico del refuerzo helicoidal [ref 12]. Este último se define como :

$$p_s = \frac{\text{volumen de acero en un paso de hélice}}{\text{volumen del núcleo de concreto en un paso de hélice}}$$

Denominado  $d$  al diámetro del núcleo, centro a centro de la hélice,  $A_e$  al área del alambre helicoidal, y  $s$  al paso, se tiene :

$$p_s = \frac{\pi d A_e}{(\pi d)^2 s} = \frac{4 A_e}{s d}$$

La presión confinante se puede expresar en función de la tensión del refuerzo helicoidal. Por sencillez, se supone que la hélice está contenida en un plano normal al eje del elemento. También se supone que el esfuerzo en la hélice ha alcanzado el límite de fluencia, lo cual se ha comprobado experimentalmente.

Los porcentajes mínimos de refuerzo recomendados para columnas son por lo general, mayores que los recomendados para vigas.

Suele especificarse que la separación libre entre las barras longitudinales no sea inferior a 1.5 veces el diámetro de la barra, 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, ni que 4 cm. También se recomienda usar por lo menos una barra en cada esquina de columnas no circulares y un mínimo de seis barras en columnas circulares.

Debe considerarse una excentricidad accidental igual a  $0.05h > 2$  cm, siendo  $h$  la dimensión de la columna en la dirección de la flexión.

Como se mencionó antes el refuerzo transversal puede consistir en hélices o en estribos. En el caso de hélices estas deben anclarse en sus extremos mediante 2.5 vueltas según el reglamento del Distrito Federal y 1.5 según el reglamento de ACI.

El esfuerzo de fluencia no debe ser mayor a  $4200 \text{ Kg/cm}^2$ , la Separación libre máxima entre vueltas consecutivas no excederá de 7 a 8 cm, mientras que la separación libre mínima se limite a unos 2.5 cm o a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.



### 5.4.1 Ayudas de Diseño

Una de las ayudas más útiles para el dimensionamiento de columnas es el diagrama de interacción que se utiliza para determinar la resistencia a combinaciones de momento y carga axial de secciones de características conocidas.

El problema inverso, consiste en determinar las dimensiones y el refuerzo requeridos para resistir una fuerza axial y un momento dados, puede también resolverse con la ayuda de los diagramas de interacción mediante un proceso de tanteos [ref. 13].

De acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento del D.F :

La ecuación para calcular la resistencia es :

$$P_n = f'_c A_g + A_s f_y$$

donde:

$P_n$  resistencia nominal

$f'_c$  representa un esfuerzo uniforme en toda la sección transversal de la columna.

$f_y$  esfuerzo de fluencia del acero.

$A_g$  área total de la sección.

$A_s$  área de acero del refuerzo longitudinal.

$$f'_c = 0.85 f'_c \quad \text{si } f'_c \leq 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = (1.05 - \frac{f'_c}{1250}) f'_c, \quad \text{si } f'_c > 250 \text{ kg/cm}^2$$

El término  $f^*c$  es una medida de la resistencia del concreto en la estructura, la cual por lo general es menor que la de los cilindros de control, y se calcula con la expresión siguiente :

$$f^*c = 0.80 f_c$$

La relación de refuerzo helicoidal,  $p_s$ , no debe ser menor que :

$$0.45 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} \quad \text{ni} \quad 0.12 \frac{f'_c}{f_y}$$

La resistencia de diseño,  $P_r$ , es decir, la que debe usarse para el diseño final de los elementos estructurales, se obtiene multiplicando la resistencia nominal por el factor reductor,  $\phi$ , que para el caso de columnas con carga axial tiene un valor de 0.75 para columnas con estribos y de 0.85 para columnas con refuerzo helicoidal o con estribos que cumplan requisitos especiales en cuanto a su separación y diámetro.

## 5.5 Resistencia de las columnas

Bajo las condiciones existentes (Cubierta Actual)

Columna 1

### Carga Axial

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -42106.74 )           | = -63 160.11 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -42106.74 + 723.58 )  | = -45 521.48 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -42106.74 + 685.78 )  | = -45 563.06 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -42106.74 + 3259.81 ) | = -42 731.62 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -42106.74 + 3266.78 ) | = -42 723.96 Kg |

### Momento

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( 464.09 )           | = 696.14 Kg.m   |
| 2 Combinación : 1.1 ( 464.09 - 6904.47 ) | = -7084.42 Kg.m |
| 3 Combinación : 1.1 ( 464.09 - 2077.53 ) | = -1774.78 Kg.m |
| 4 Combinación : 1.1 ( 464.09 - 860.11 )  | = - 435.62 Kg.m |
| 5 Combinación : 1.1 ( 464.09 - 885.35 )  | = - 463.39 Kg.m |

## Columna 2

### Carga Axial

|  |                |
|--|----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -42005.50 )          | = -63008.25 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -42005.50 -1168.69 ) | = -47491.61 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -42005.50 + 137.67 ) | = -46054.61 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -42005.50 +2922.14 ) | = -42991.70 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -42005.50 +3283.28 ) | = -42594.44 Kg |

### Momento

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -460.66 )          | = - 690.99 Kg.m |
| 2 Combinación : 1.1 ( -460.66 -6816.57 ) | = -8004.95 Kg.m |
| 3 Combinación : 1.1 ( -460.66 -2038.95 ) | = -2749.57 Kg.m |
| 4 Combinación : 1.1 ( -460.66 - 794.95 ) | = -1381.17 Kg.m |
| 5 Combinación : 1.1 ( -460.66 - 818.74 ) | = -1407.34 Kg.m |

## Columna 3

### Carga Axial

|  |                |
|--|----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -43484.16 )          | = -65226.24 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -43484.16 + 126.38 ) | = -47693.56 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -43484.16 -1148.83 ) | = -49096.29 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -43484.16 +3374.42 ) | = -44120.71 Kg |
| 5 Combinación : 1.1 ( -43484.16 +3038.06 ) | = -44490.71 Kg |

### Momento

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( 451.80 )          | = 677.70 Kg.m   |
| 2 Combinación : 1.1 ( 451.80 -6862.96 ) | = -7052.28 Kg.m |
| 3 Combinación : 1.1 ( 451.80 -2051.10 ) | = -1759.23 Kg.m |
| 4 Combinación : 1.1 ( 451.80 - 835.76 ) | = - 422.36 Kg.m |
| 5 Combinación : 1.1 ( 451.80 + 822.37 ) | = 1416.32 Kg.m  |

## Columna 4

### Carga Axial

|  |                |
|--|----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -43463.05 )          | = -65194.58 Kg |
| 2 Combinación : 1.1 ( -43463.05 -1703.20 ) | = -49682.88 Kg |
| 3 Combinación : 1.1 ( -43463.05 -1702.63 ) | = -49682.25 Kg |
| 4 Combinación : 1.1 ( -43463.05 +3013.47 ) | = -44494.54 Kg |

$$5 \text{ Combinación : } 1.1 ( -43463.05 + 3034.02 ) = -44471.93 \text{ Kg}$$

### Momento

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Combinación : 1.5 ( -455.24 )          | = - 682.86 Kg.m |
| 2 Combinación : 1.1 ( -455.24 -6785.49 ) | = -7964.80 Kg.m |
| 3 Combinación : 1.1 ( -455.24 -2043.15 ) | = -2748.23 Kg.m |
| 4 Combinación : 1.1 ( -455.24 - 771.11 ) | = -1348.99 Kg.m |
| 5 Combinación : 1.1 ( -455.24 + 881.72 ) | = - 469.13 Kg.m |

### Dimensionamiento de la Columna

#### Materiales

Concreto  $f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

Acero  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

T.M.A. 2.5 cm

Recubrimiento 2.0 cm

$$f'_c = 0.80 f_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 0.85 f'_c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

Para varillas No. 6 diámetro 19.0 mm  $r = 9.5 \text{ mm}$

Zuncho No. 3 sep 1.0 cm

La columna consta de 12 vars No.6 esto es :

$$A_s = 12 (2.85) = 34.20 \text{ cm}^2$$

#### Estimación del recubrimiento r

$$r = 2 + 1 + 0.95 = 3.95 \text{ cm aprox. } 4.0 \text{ cm}$$

esto se puede observar en la fig. 4.3

El diámetro de las columnas es de 50 cm

$$d = D - 2r = 50 - 2(4) = 42 \text{ cm}$$

$$d/D = 42/50 = 0.84$$

Por lo tanto se usará la ayuda de diseño del cociente  $d/D$  igual a 0.85

El valor de carga para la condición de carga vertical mayor es el siguiente :

$$P_u = -65\,226.24 \text{ Kg ( 1.5 C.V.)}$$

$$M_u = -8\,004.95 \text{ Kg.m ( 1.1 C.V.+Sismo x )}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{8\,004.95}{65\,226.24} = 0.12 \text{ m}$$

$$e_{\min} = 0.005 h \geq 2 \text{ cm}$$

$$e_{\min} = 0.005 (50) = 2.5 \text{ cm}$$

Entonces  $e = 0.12 \text{ m}$  es correcto

$$\frac{e}{D} = \frac{0.12}{0.50} = 0.24$$

$$K = \frac{P_u}{F_r D^2 f'_c} = \frac{65\,226.95}{0.85 (50)(2)(170)} = 0.18$$

de las relaciones  $e/D$  y el valor de  $K$  se tiene que  $q < 0.2$ ,  $q$  es aproximadamente igual a 0.1.

$$\rho = q \frac{f'_c}{f_y} = 0.1 \frac{170}{4\,200} = 0.0041$$

$$A_s = \rho \frac{\pi d}{4} = \frac{0.0041 \pi (50)^2}{4} = 8.05 \text{ cm}^2$$

**Por lo tanto la Sección pasa por Flexocompresión**

### Zuncho

$$ps = 0.45 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} \geq 0.12 \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\frac{A_g}{A_c} = \frac{D^2}{(D-2r)^2} = \frac{50^2}{(50-4)^2} = 0.18$$

r es el recubrimiento libre

$$0.45 (1.18 - 1) \frac{f'_c}{f_y}$$

$$0.45 (1.18 - 1) \frac{250}{4200} = 0.0048$$

$$0.12 \frac{f'_c}{f_y} = 0.0071 > 0.0048$$

Por lo tanto  $ps = 0.0071$

$$ps = \frac{4Ae}{s ds} \quad s = \frac{4Ae}{ps ds}$$

en donde  $ds$  es el diámetro del núcleo centro a centro de la hélice.

Para zuncho del No. 3

$$s = \frac{4(0.71)}{0.0071(50-3)} = 7.95 \text{ cm}$$

SEPARACIÓN LIBRE MÁXIMA : 7 cm

SEPARACIÓN LIBRE MÍNIMA : 1.5(T.M.A.) = 1.2(2.5) = 4 cm

Entonces se puede tomar  $s = 5$  cm

## CAPITULO 6

### Conclusiones

- Se elaboró el modelo tridimensional representativo de la estructura con la utilización del programa de computadora SAP90, con el cual, se encontró que las condiciones de apoyo perimetrales influyen significativamente en las deformaciones de la cubierta, así como también en los elementos mecánicos.
- Al obtener los resultados del análisis estructural con las cargas consideradas en el proyecto arquitectónico se observó que los elementos de los apoyos fueron sometidos a esfuerzos que superaban en un 100 por ciento su resistencia.
- Al realizar el análisis para la condición actual se demostró que la cubierta tiene la seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla ante las condiciones más desfavorables que pudieran presentarse y que no rebasa ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

### Recomendaciones

Para este tipo de cubiertas, donde sus componentes forman una estructura espacial, es recomendable utilizar elementos más ligeros pudiendo ser de aluminio o secciones de acero más pequeñas; es mucho más fácil construir estructuras de nodos atornillables, puesto que el margen de error en la colocación es despreciable, los elementos elaborados en fábrica tienen un estricto control de calidad; el personal que arme la estructura no necesita ser especializado, lo que no sucede con estructuras como la de la cubierta de la Biblioteca Tezozomoc que fue construida con tubos de acero soldados, en donde se necesitó de personal capacitado en soldadura. A pesar de no haber encontrado problemas en cuanto a la resistencia de la soldadura y, en general, de encontrarse bajo condiciones aceptables, no se podría asegurar que la distribución de los elementos sea perfectamente horizontal, vertical o con ángulos iguales.

Sobre la supervisión, es conveniente dirigir y vigilar la obra asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y disposiciones del reglamento de construcciones; se deberá

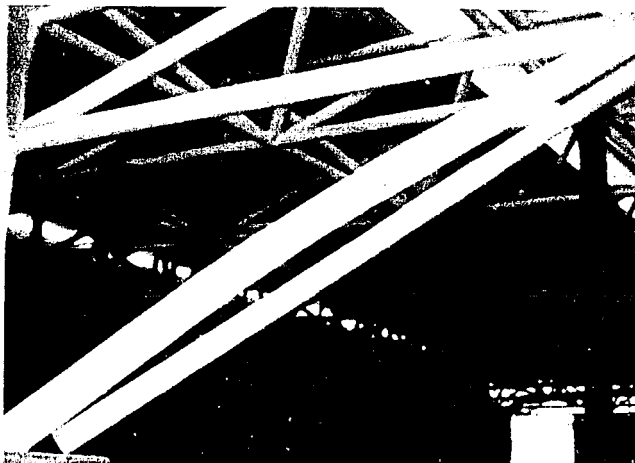
planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra. Es también conveniente llevar un libro de bitácora en el que se anoten datos como materiales, fechas, procedimientos, descripciones, incidentes y accidentes, y en general observaciones e instrucciones especiales que pueden servir en el futuro para otras obras. Deberá existir un Director Responsable de obra y a su vez contar con los correspondientes Corresponsables en Seguridad Estructural, en Diseño Urbano y Arquitectónico, y en Instalaciones.



## Referencias

- [ 1 ] Neftali Rodríguez "ESTRUCTURAS PARA GRANDES CLAROS", Instituto de Ingeniería, U.N.A.M. Enero 1976.
- [ 2 ] R.M. Davies "SPACE STRUCTURES", John Wiley and Sons Inc. New York.
- [ 3 ] Z.S. Makowski "ANALYSIS, DESIGN AND CONSTRUCTION OF BRACE DOMES". Nichols Publishing Company. New York 1984.
- [ 4 ] Ashraf Habibullah y Edward L. Wilson "USER MANUAL SAP90" Computers and Structures, Inc. Berkeley, California 1989.
- [ 5 ] Roberto Meli P. "MANUAL DE DISEÑO ESTRUCTURAL" Tomos I,II,III. Ciencia y Técnica, Noriega Editores, México 1992.
- [ 6 ] "REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL" Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, Julio de 1987.
- [ 7 ] "NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO POR VIENTO" Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, Octubre de 1987.
- [ 8 ] "NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO POR SISMO" Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, Noviembre de 1987.
- [ 9 ] R. Meli, E. Miranda "COMENTARIOS A LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO POR VIENTO, DDF" Instituto de Ingeniería U.N.A.M. Febrero 1992.
- [ 10 ] E. Rosenblueth, R. Gómez "COMENTARIOS A LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO POR SISMO, DDF" Instituto de Ingeniería U.N.A.M. Mayo 1991.
- [ 11 ] "NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCTION DE ESTRUCTURAS METÁLICAS" Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, Diciembre de 1987.
- [ 12 ] Oscar M. González Cuevas, Francisco Robles "CONCRETO REFORZADO, ASPECTOS FUNDAMENTALES" México 1989.
- [ 13 ] R. Meli, M. Rodríguez "GRÁFICAS PARA DISEÑAR COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO" Instituto de Ingeniería U.N.A.M. Septiembre 1992.

# Figuras y listados



**Figura 1 Pandeo de los elementos de los apoyos**



**Figura 2 Comparación de un tubo sin deformación**

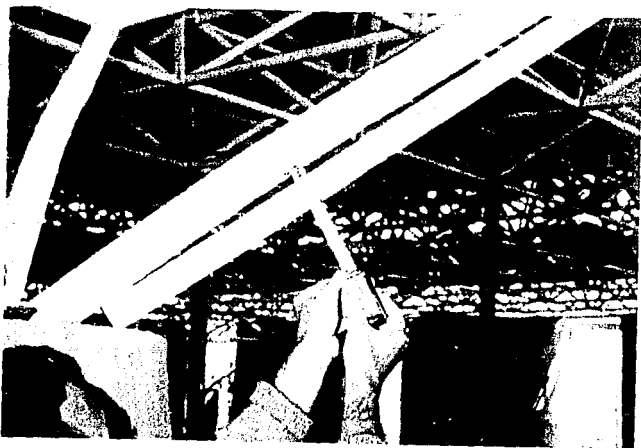
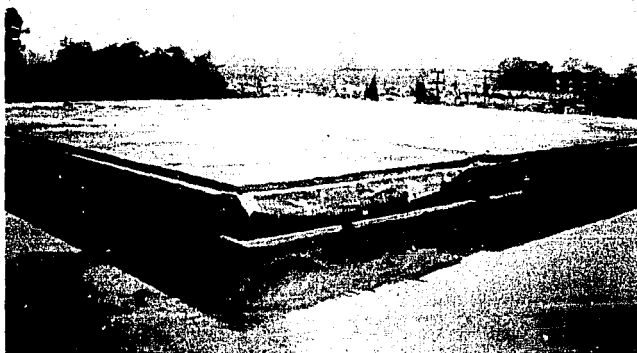


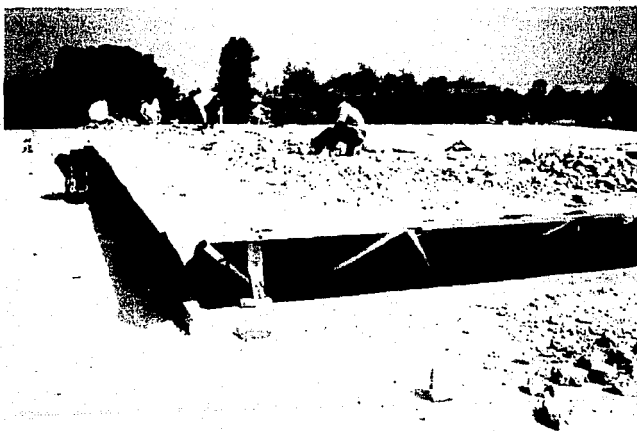
Figura 3 Medición del desplazamiento del elemento con respecto a su eje longitudinal



Figura 4 Elementos deformados



**Figura 5** Losas de 8 cm coladas para los dos niveles (cubierta original)



**Figura 6** Demolición de la losa del nivel superior

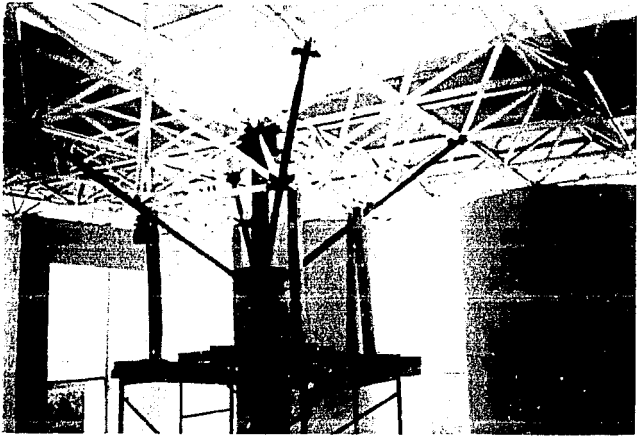


Figura 7 Apuntalamiento de los apoyos

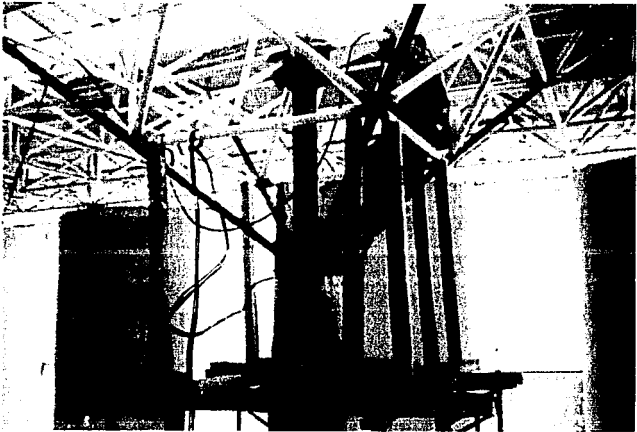


Figura 8 Reestructuración de los elementos dañados

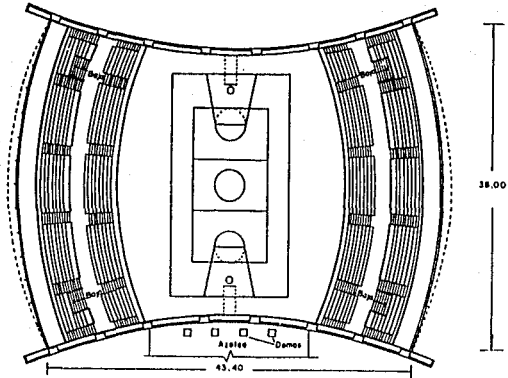


Figura 9 Planta de un centro deportivo en el que su cubierta esta formada por una superficie de curvatura gaussiana negativa.

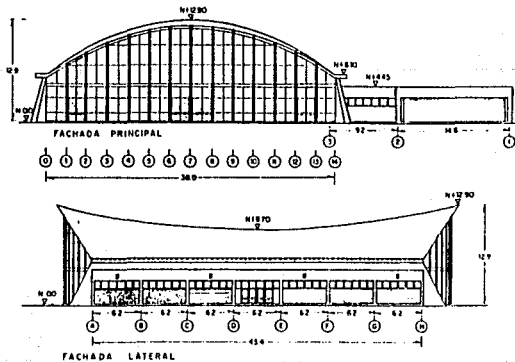


Figura 10 Cubierta con superficie limitada por parábolas

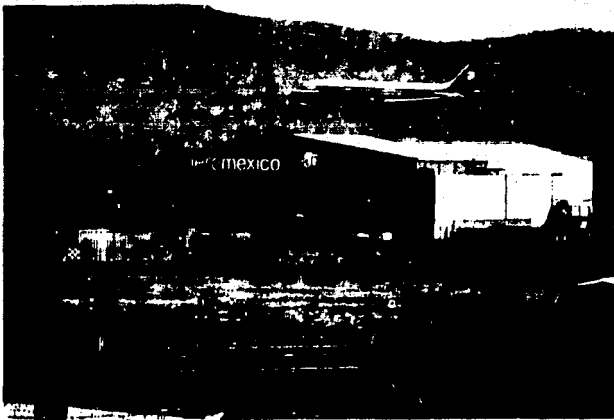
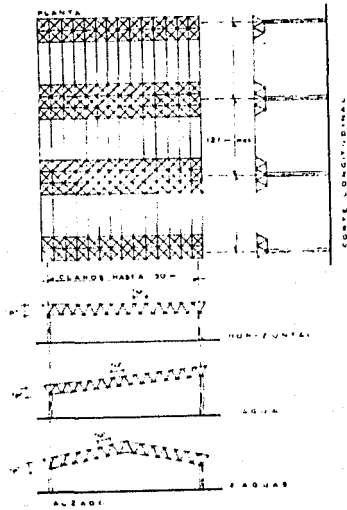
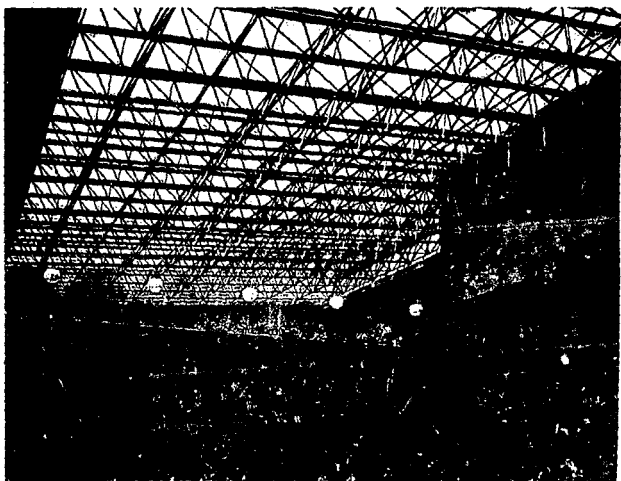


Figura 11 Croquis de naves Industriales y fotografía de un hangar





**Figura 12 Estructura espacial, Oficinas**



**Figura 13 Centro Comercial**

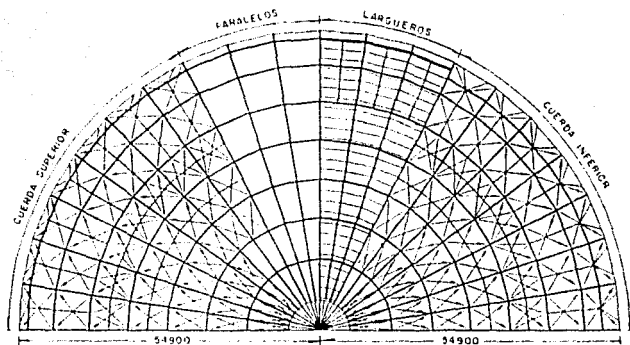


Figura 14 Estructura tipo Shwelder para una cúpula metálica con claro de 109.8 m

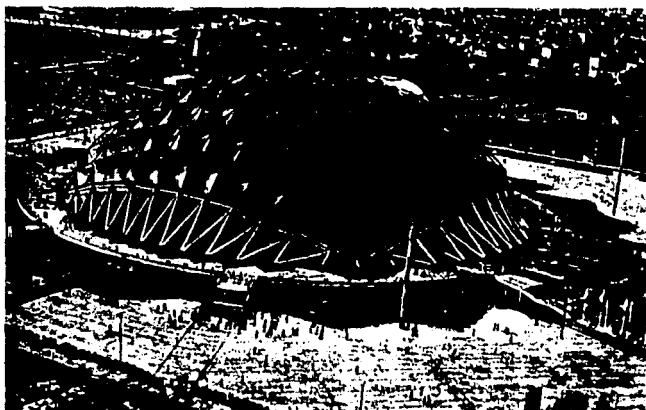


Figura 15 Cubierta del Palacio de los Deportes, Mexico D.F.



Figura 16 Estructura espacial. Hotel, México D.F.

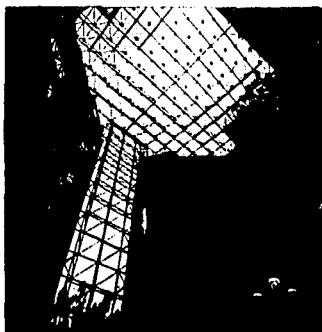
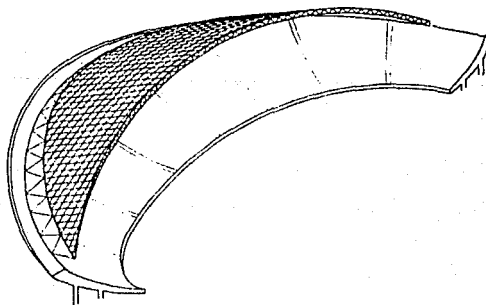


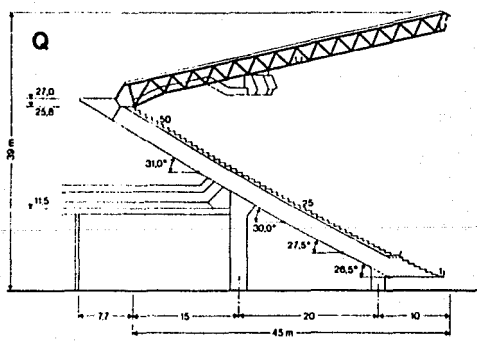
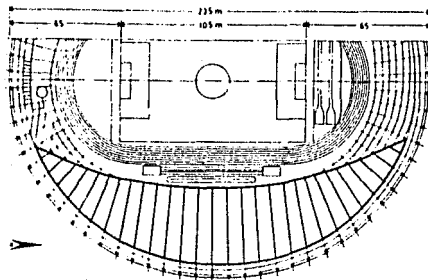
Figura 17 Estructura Espacial



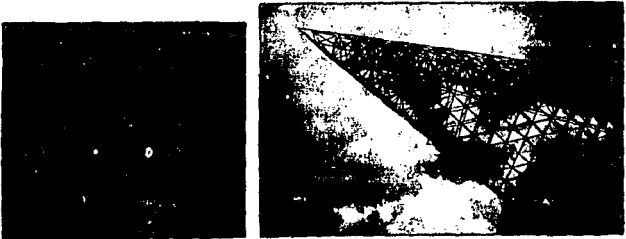
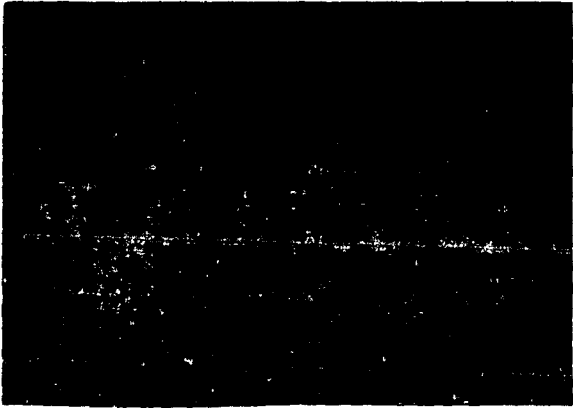
**Figura 18 Estructura Semi-esférica en la Isla de Santa Elena, Montreal  
Canada.**



**Figura 19 Perspectiva de la cubierta construida para el estadio de los juegos  
del Mediterraneo de 1979, Yugoslavia.**



**Figura 20** Corte y planta de la cubierta , estadio para los juegos del Mediterraneo 1979



**Figura 21 Sistema Tri-Beam, nodo y estructura con este tipo**

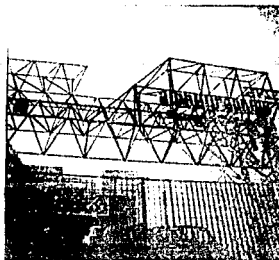
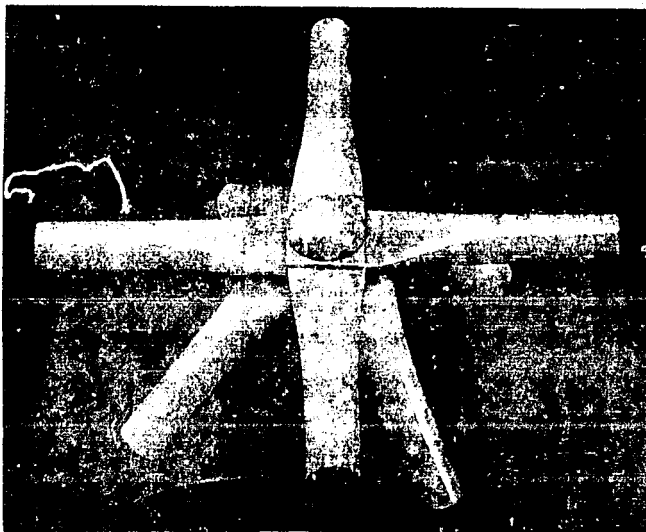
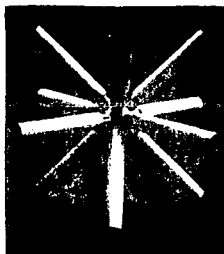
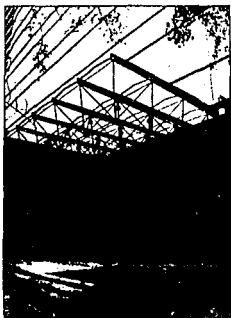
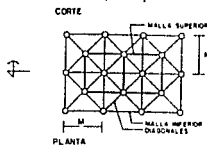
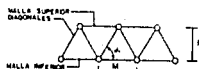


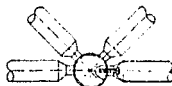
Figura 22 Sistema Screw-Beam, nodo y estructura con este tipo



SISTEMA "SPHERE - BEAM"  
C/ ESFERA COMPLETA



M = MODULO  
P = PERALTE  
 $\alpha = \text{ANGULO } 60^\circ \text{ o } 45^\circ$



DETALLE NODO TIPO ESFERA



Figura 23 Sistema Sphere-Beam, nodo y estructuras con este tipo



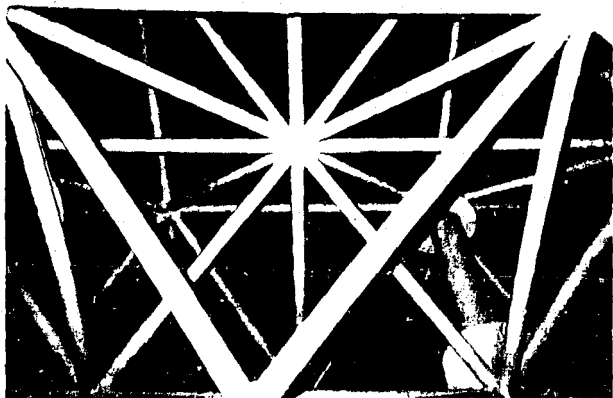


Figura 24 Sistema Oktaplate

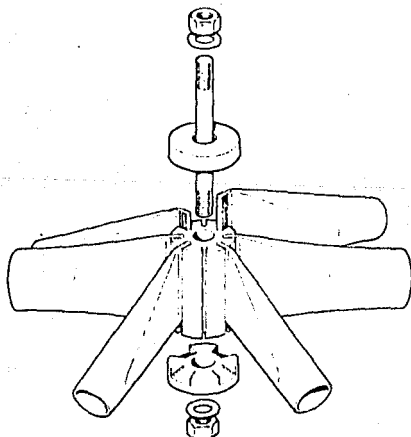
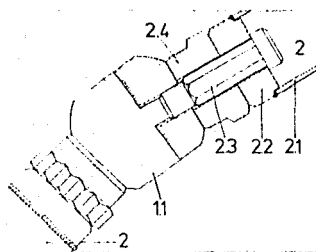
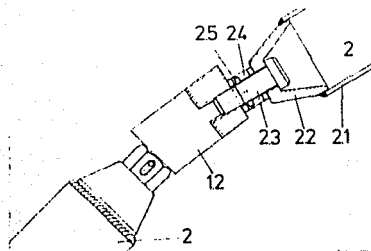


Figura 25 Sistema Trlodetic

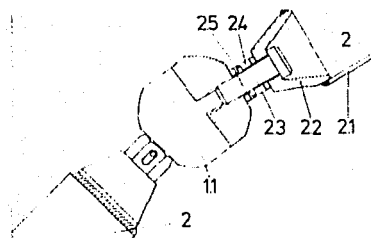
**Figura 26 Sistema Mero (1.1) conector, (2) miembro tubular, (2.1) corte de una sección tubular, (2.2) pieza cónica, (2.3) clavija, (2.4) manguito- tuerca, (2.5) perno**



**Conexión típica del Sistema Mero**

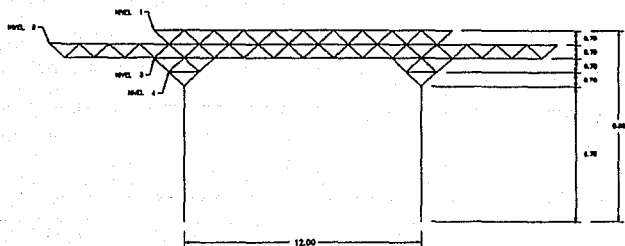


**Conector de disco**

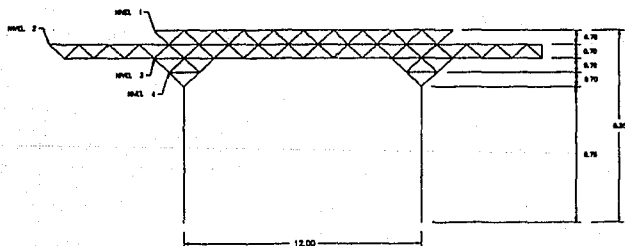


**Conector capaz de tomar flexión y torsión**

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



VISTA A-A



VISTA B-B

Figuras 27 y 28, vistas de la cubierta; apoyos a doce metros de separación y columnas de 50 cm de diámetro

Acotaciones en metros

# NIVEL 1

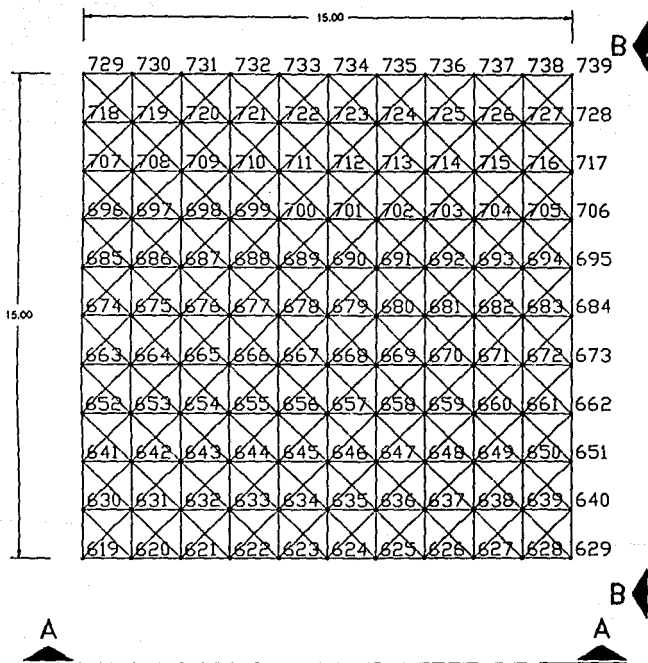


Figura 29 Numeracion de nodos 1er nivel  
Acotaciones en metros

# NIVEL 1

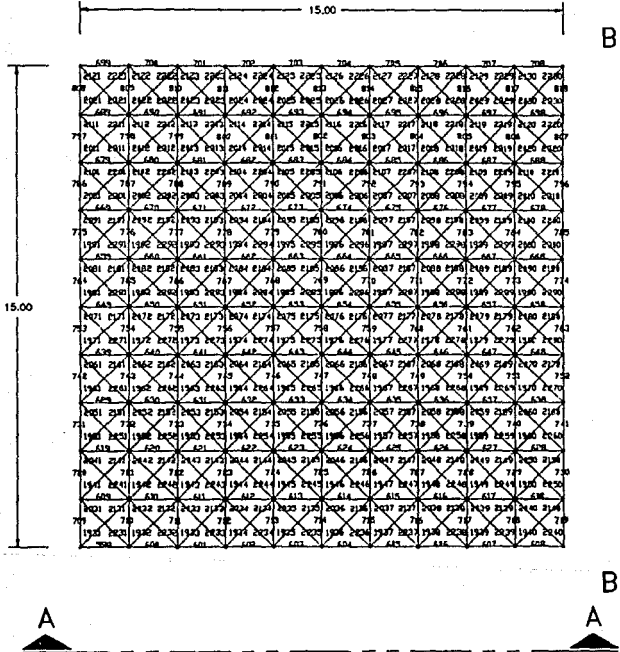


Figura 30 Numeracion de barras 1er nivel  
Acotaciones en metros

## NIVEL 2

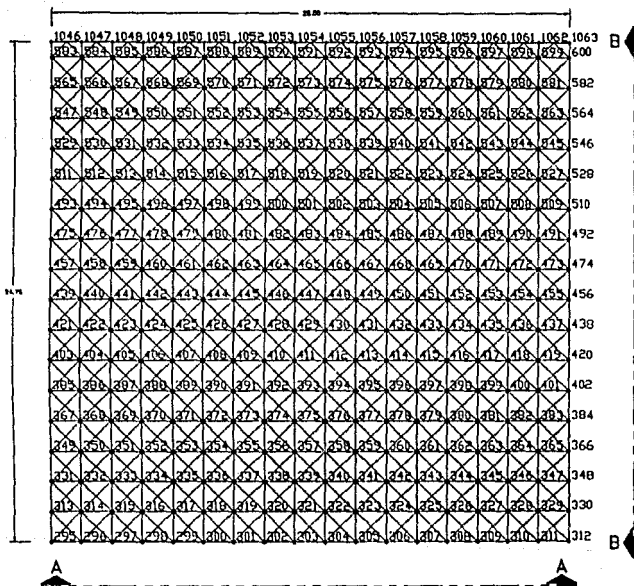


Figura 31 Numeracion de nodos para el segundo nivel  
Anotaciones en metros

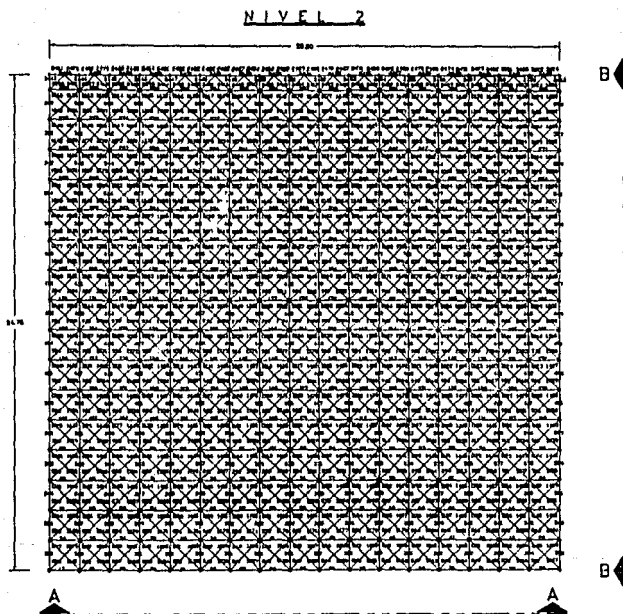


Figura 32 Numeración de barras para el segundo nivel  
Acotaciones en metros.

### NIVEL 3

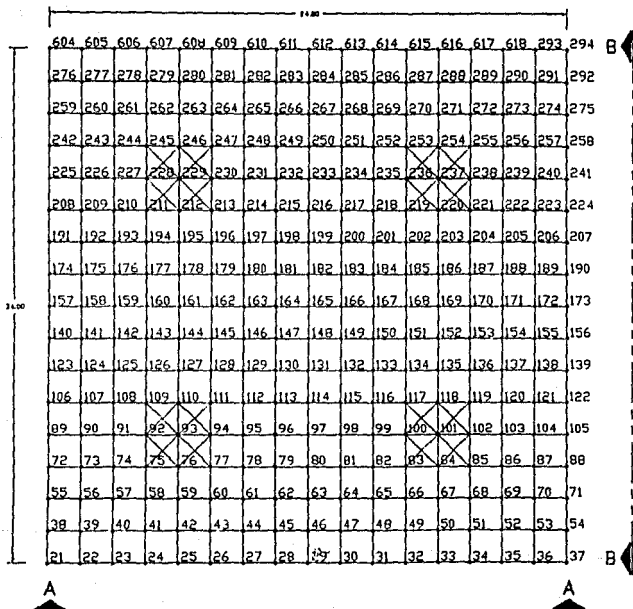


Figura 33 Numeracion de nodos para el nivel tres  
Anotaciones en metros.



### NIVEL 3

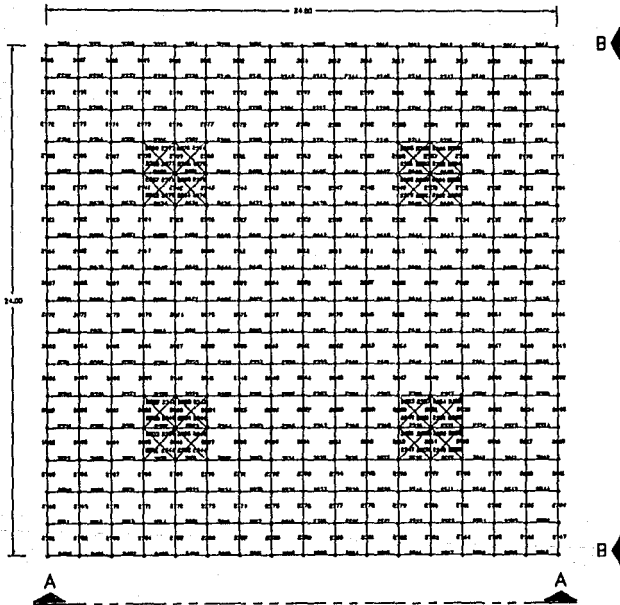


Figura 34 Numeración de barras para el nivel tres  
Anotaciones en metros.

## NIVEL 4

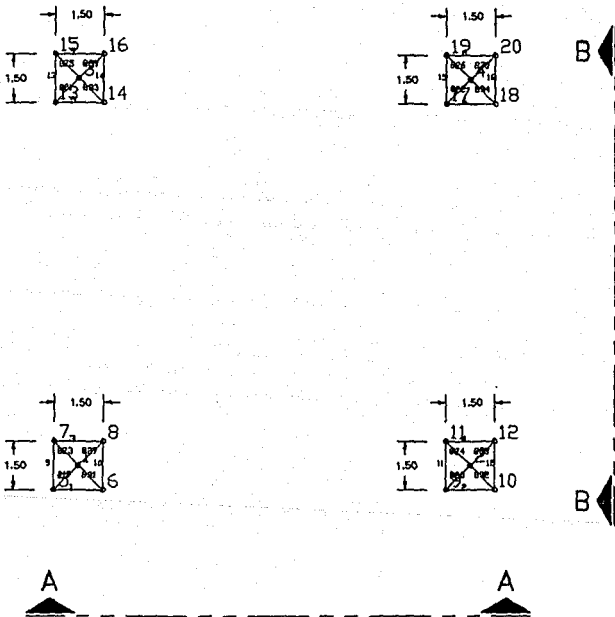


Figura 35 Numeracion de nodos para el nivel 4  
Acotaciones en metros.

# NIVEL 4

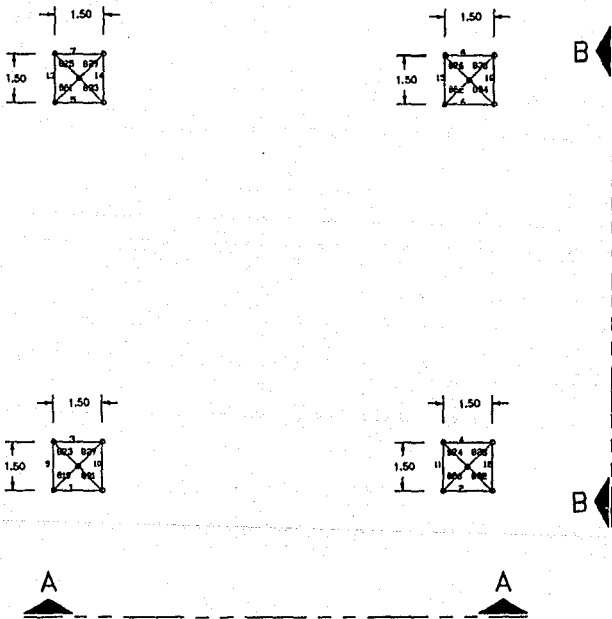


Figura 36 Numeración de barras para el nivel 4  
Acolaciones en metros.

C S I / S A P 9 0 - - F I N I T E E L E M E N T A N A L Y S I S O F S T R U C T U R E S  
 PROGRAM: SAP90/FILE: ORIGINAL.F3F

CUBIERTA DE LA TRIODETICA (ORIGINAL)

FRAME ELEMENT FORCES

| Elt | LOAD ID | COND | DIST END1 | 1-2 PLANE |        | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE |        | AXIAL TORQ |
|-----|---------|------|-----------|-----------|--------|-------------|-----------|--------|------------|
|     |         |      |           | SHEAR     | MOMENT |             | SHEAR     | MOMENT |            |
| 819 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -27246.60   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 987.29      |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -6424.52    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 986.64      |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | -6292.41    |           |        |            |
| 820 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -27566.53   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 1697.04     |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -7652.94    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 27.71       |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | -6780.45    |           |        |            |
| 821 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -28052.04   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 174.16      |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -6966.46    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 1889.10     |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | -7442.39    |           |        |            |
| 822 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -29875.98   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 955.31      |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -8358.10    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 956.71      |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | -8163.85    |           |        |            |
| 823 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -27635.97   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 1820.38     |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -3464.72    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 922.94      |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | 4319.91     |           |        |            |
| 824 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -29009.66   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 874.98      |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -4670.40    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 1965.27     |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | 4141.11     |           |        |            |
| 825 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -28026.74   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 999.81      |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -3647.68    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 1771.76     |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | 3036.80     |           |        |            |
| 826 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -28146.18   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 69.45       |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | -4654.96    |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 2776.74     |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | 3017.37     |           |        |            |
| 827 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -29140.66   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 1995.76     |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | 7687.85     |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 1972.00     |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | 7478.38     |           |        |            |
| 828 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -27519.01   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 957.39      |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | 6373.28     |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 2874.36     |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | 6933.62     |           |        |            |
| 829 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -28088.86   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 2765.27     |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | 7027.11     |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 854.21      |           |        |            |
|     | 5       | .00  |           |           |        | 6174.91     |           |        |            |
| 830 |         |      |           |           |        |             |           |        |            |
|     | 1       | .00  |           |           |        | -27992.63   |           |        |            |
|     | 2       | .00  |           |           |        | 1808.75     |           |        |            |
|     | 3       | .00  |           |           |        | 5660.16     |           |        |            |
|     | 4       | .00  |           |           |        | 1790.04     |           |        |            |

|     |   |     |           |
|-----|---|-----|-----------|
|     | 5 | .00 | 5511.90   |
| 831 |   |     | -----     |
|     | 1 | .00 | -27681.96 |
|     | 2 | .00 | 1072.54   |
|     | 3 | .00 | 4160.74   |
|     | 4 | .00 | 1944.89   |
|     | 5 | .00 | -3589.35  |
| 832 |   |     | -----     |
|     | 1 | .00 | -27119.06 |
|     | 2 | .00 | 1714.11   |
|     | 3 | .00 | 2852.33   |
|     | 4 | .00 | 961.53    |
|     | 5 | .00 | -3825.66  |
| 833 |   |     | -----     |
|     | 1 | .00 | -29909.73 |
|     | 2 | .00 | 2021.97   |
|     | 3 | .00 | 3972.80   |
|     | 4 | .00 | 954.77    |
|     | 5 | .00 | -4833.97  |
| 834 |   |     | -----     |
|     | 1 | .00 | -28107.82 |
|     | 2 | .00 | 2669.36   |
|     | 3 | .00 | 2811.22   |
|     | 4 | .00 | -54.93    |
|     | 5 | .00 | -4843.17  |

CUBIERTA DE LA TRIODETICA (ACTUAL)

FRAME ELEMENT FORCES

| ELT<br>ID | LOAD<br>COND | DIST<br>END1 | 1-2 PLANE<br>SHEAR | MOMENT | AXIAL<br>FORCE | 1-3 PLANE<br>SHEAR | MOMENT | AXIAL<br>TDRG |
|-----------|--------------|--------------|--------------------|--------|----------------|--------------------|--------|---------------|
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 819       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -9092.32       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -4150.98       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | -4206.82       |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 324.10         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 335.49         |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 820       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -6788.55       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -3718.19       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | -4130.68       |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 175.89         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | -579.93        |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 821       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -6856.58       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -4117.33       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | -3690.63       |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 139.53         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 897.38         |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 822       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -4479.21       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -3868.33       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | -3865.43       |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | -34.49         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | -21.21         |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 023       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -6791.78       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -2584.93       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 1496.47        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 115.00         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 79.63          |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 824       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -4149.25       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -2143.49       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 1885.52        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | -55.05         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 641.80         |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 825       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -9870.63       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -2385.49       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 1788.78        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 378.60         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 1034.41        |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 826       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -6909.22       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | -1803.13       |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 2119.94        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 203.68         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 1566.99        |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 827       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -4089.61       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | 3651.95        |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 3416.22        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 650.75         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 652.23         |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 828       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -6791.73       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | 3679.70        |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 3377.83        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 662.45         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 1526.65        |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 829       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -6892.32       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | 3336.84        |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 3663.15        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 827.16         |                    |        |               |
| 5         | .00          |              |                    |        | 146.02         |                    |        |               |
| -----     |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 830       |              |              |                    |        |                |                    |        |               |
| 1         | .00          |              |                    |        | -9765.38       |                    |        |               |
| 2         | .00          |              |                    |        | 3571.97        |                    |        |               |
| 3         | .00          |              |                    |        | 3573.64        |                    |        |               |
| 4         | .00          |              |                    |        | 1048.95        |                    |        |               |

|      |       |     |          |
|------|-------|-----|----------|
|      | 5     | .00 | 1052.80  |
| 831  | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -6763.50 |
|      | 2     | .00 | 1514.24  |
|      | 3     | .00 | -2565.71 |
|      | 4     | .00 | 837.38   |
|      | 5     | .00 | 839.61   |
| 832  | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -9190.13 |
|      | 2     | .00 | 1770.65  |
|      | 3     | .00 | -2416.22 |
|      | 4     | .00 | 1014.01  |
|      | 5     | .00 | 310.37   |
| 833  | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -4544.75 |
|      | 2     | .00 | 1911.38  |
|      | 3     | .00 | -2131.35 |
|      | 4     | .00 | 681.74   |
|      | 5     | .00 | -27.21   |
| 834  | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -6836.18 |
|      | 2     | .00 | 2103.34  |
|      | 3     | .00 | -1825.76 |
|      | 4     | .00 | 844.44   |
|      | 5     | .00 | -550.16  |
| 2331 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -6814.63 |
|      | 2     | .00 | -2822.40 |
|      | 3     | .00 | -2888.59 |
|      | 4     | .00 | 275.98   |
|      | 5     | .00 | 308.06   |
| 2337 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5379.85 |
|      | 2     | .00 | -1849.26 |
|      | 3     | .00 | 1184.58  |
|      | 4     | .00 | 119.43   |
|      | 5     | .00 | 60.86    |
| 2342 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -3465.32 |
|      | 2     | .00 | 3042.85  |
|      | 3     | .00 | 2997.86  |
|      | 4     | .00 | 556.70   |
|      | 5     | .00 | 574.28   |
| 2344 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5605.51 |
|      | 2     | .00 | 1206.22  |
|      | 3     | .00 | -1816.85 |
|      | 4     | .00 | 680.49   |
|      | 5     | .00 | 668.94   |
| 2347 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5606.10 |
|      | 2     | .00 | -2878.60 |
|      | 3     | .00 | -3039.70 |
|      | 4     | .00 | 162.00   |
|      | 5     | .00 | -372.79  |
| 2353 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -3542.40 |
|      | 2     | .00 | -1861.35 |
|      | 3     | .00 | 1535.62  |
|      | 4     | .00 | -43.35   |
|      | 5     | .00 | 529.99   |
| 2358 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5435.93 |
|      | 2     | .00 | 2668.94  |
|      | 3     | .00 | 2544.65  |
|      | 4     | .00 | 663.41   |
|      | 5     | .00 | 1198.74  |
| 2360 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -6945.72 |
|      | 2     | .00 | 1149.32  |
|      | 3     | .00 | -1681.85 |
|      | 4     | .00 | 739.03   |
|      | 5     | .00 | 247.91   |
| 2363 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -3446.43 |
|      | 2     | .00 | -3068.32 |
|      | 3     | .00 | -2867.54 |
|      | 4     | .00 | 136.77   |
|      | 5     | .00 | 707.29   |
| 2369 | ----- |     |          |

|       |     |          |
|-------|-----|----------|
| 1     | .00 | -7709.35 |
| 2     | .00 | -1638.63 |
| 3     | .00 | 1165.37  |
| 4     | .00 | 337.01   |
| 5     | .00 | 752.04   |
| ----- |     |          |
| 2374  |     |          |
| 1     | .00 | -5572.84 |
| 2     | .00 | 2537.29  |
| 3     | .00 | 2670.43  |
| 4     | .00 | 664.11   |
| 5     | .00 | 145.11   |
| ----- |     |          |
| 2376  |     |          |
| 1     | .00 | -3985.72 |
| 2     | .00 | 1567.41  |
| 3     | .00 | -1846.76 |
| 4     | .00 | 591.40   |
| 5     | .00 | -31.62   |
| ----- |     |          |
| 2379  |     |          |
| 1     | .00 | -3929.85 |
| 2     | .00 | -3311.63 |
| 3     | .00 | -3310.25 |
| 4     | .00 | -20.05   |
| 5     | .00 | 7.36     |
| ----- |     |          |
| 2385  |     |          |
| 1     | .00 | -5534.60 |
| 2     | .00 | -1497.65 |
| 3     | .00 | 1458.64  |
| 4     | .00 | 171.74   |
| 5     | .00 | 1185.59  |
| ----- |     |          |
| 2390  |     |          |
| 1     | .00 | -7555.85 |
| 2     | .00 | 2365.13  |
| 3     | .00 | 2365.23  |
| 4     | .00 | 777.05   |
| 5     | .00 | 802.38   |
| ----- |     |          |
| 2392  |     |          |
| 1     | .00 | -5445.17 |
| 2     | .00 | 1466.27  |
| 3     | .00 | -1315.43 |
| 4     | .00 | 650.06   |
| 5     | .00 | -430.52  |

ELEMENTOS ADICIONALES DE 2ª DE DIAMETRO Y CEDULA 80

|       |     |          |
|-------|-----|----------|
| ----- |     |          |
| 3110  |     |          |
| 1     | .00 | -4808.82 |
| 2     | .00 | 718.54   |
| 3     | .00 | 2852.97  |
| 4     | .00 | 358.37   |
| 5     | .00 | 324.55   |
| ----- |     |          |
| 3111  |     |          |
| 1     | .00 | -4808.82 |
| 2     | .00 | 718.54   |
| 3     | .00 | 2852.97  |
| 4     | .00 | 358.37   |
| 5     | .00 | 324.55   |
| ----- |     |          |
| 3112  |     |          |
| 1     | .00 | -4907.85 |
| 2     | .00 | 2880.47  |
| 3     | .00 | 721.86   |
| 4     | .00 | 721.86   |
| 5     | .00 | 745.52   |
| ----- |     |          |
| 3113  |     |          |
| 1     | .00 | -4907.85 |
| 2     | .00 | 2880.47  |
| 3     | .00 | 721.86   |
| 4     | .00 | 721.86   |
| 5     | .00 | 745.52   |
| ----- |     |          |
| 3114  |     |          |
| 1     | .00 | -4912.13 |
| 2     | .00 | -3196.49 |
| 3     | .00 | -1098.82 |
| 4     | .00 | -32.59   |
| 5     | .00 | -60.22   |
| ----- |     |          |
| 3115  |     |          |
| 1     | .00 | -4912.13 |
| 2     | .00 | -3196.49 |
| 3     | .00 | -1098.82 |



|      |       |     |          |
|------|-------|-----|----------|
|      | 4     | .00 | -32.59   |
|      | 5     | .00 | -60.22   |
| 3116 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -4830.66 |
|      | 2     | .00 | 943.50   |
|      | 3     | .00 | 2926.02  |
|      | 4     | .00 | 384.26   |
|      | 5     | .00 | 1135.69  |
| 3117 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -4830.66 |
|      | 2     | .00 | 943.50   |
|      | 3     | .00 | 2926.02  |
|      | 4     | .00 | 384.26   |
|      | 5     | .00 | 1135.69  |
| 3118 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5115.12 |
|      | 2     | .00 | -1095.38 |
|      | 3     | .00 | -3182.09 |
|      | 4     | .00 | 391.53   |
|      | 5     | .00 | 422.86   |
| 3119 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5115.12 |
|      | 2     | .00 | -1095.38 |
|      | 3     | .00 | -3182.09 |
|      | 4     | .00 | 391.53   |
|      | 5     | .00 | 422.86   |
| 3120 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5094.64 |
|      | 2     | .00 | 2930.74  |
|      | 3     | .00 | 937.80   |
|      | 4     | .00 | 724.46   |
|      | 5     | .00 | -36.29   |
| 3121 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5094.64 |
|      | 2     | .00 | 2930.74  |
|      | 3     | .00 | 937.80   |
|      | 4     | .00 | 724.46   |
|      | 5     | .00 | -36.29   |
| 3122 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5038.74 |
|      | 2     | .00 | -3111.79 |
|      | 3     | .00 | -875.10  |
|      | 4     | .00 | -14.49   |
|      | 5     | .00 | 766.03   |
| 3123 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5038.74 |
|      | 2     | .00 | -3111.79 |
|      | 3     | .00 | -875.10  |
|      | 4     | .00 | -14.49   |
|      | 5     | .00 | 766.03   |
| 3124 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5104.47 |
|      | 2     | .00 | -885.05  |
|      | 3     | .00 | -3120.30 |
|      | 4     | .00 | 390.62   |
|      | 5     | .00 | -387.19  |
| 3125 | ----- |     |          |
|      | 1     | .00 | -5104.47 |
|      | 2     | .00 | -885.05  |
|      | 3     | .00 | -3120.30 |
|      | 4     | .00 | 390.62   |
|      | 5     | .00 | -387.19  |

ELEMENTOS DE REFUERZO CON DIAMETRO 6" Y CEDULA 80

|      |       |     |           |
|------|-------|-----|-----------|
| 3106 | ----- |     |           |
|      | 1     | .00 | -20749.43 |
|      | 2     | .00 | -867.45   |
|      | 3     | .00 | -839.12   |
|      | 4     | .00 | 1461.18   |
|      | 5     | .00 | 1486.25   |
| 3107 | ----- |     |           |
|      | 1     | .00 | -20524.40 |
|      | 2     | .00 | 595.14    |
|      | 3     | .00 | -402.05   |
|      | 4     | .00 | 1582.02   |
|      | 5     | .00 | 1503.51   |
| 3108 | ----- |     |           |
|      | 1     | .00 | -21004.33 |

|       |     |           |
|-------|-----|-----------|
| 2     | .00 | -437.62   |
| 3     | .00 | 586.32    |
| 4     | .00 | 1496.43   |
| 5     | .00 | 1644.79   |
| ----- |     |           |
| 3109  |     |           |
| 1     | .00 | -21124.63 |
| 2     | .00 | 1021.78   |
| 3     | .00 | 1022.18   |
| 4     | .00 | 1620.71   |
| 5     | .00 | 1647.22   |
| ----- |     |           |
| 3126  |     |           |
| 1     | .00 | -9512.07  |
| 2     | .00 | 226.85    |
| 3     | .00 | 213.56    |
| 4     | .00 | 680.95    |
| 5     | .00 | 725.69    |
| ----- |     |           |
| 3127  |     |           |
| 1     | .00 | -9456.04  |
| 2     | .00 | 414.89    |
| 3     | .00 | 274.50    |
| 4     | .00 | 683.10    |
| 5     | .00 | 734.68    |
| ----- |     |           |
| 3128  |     |           |
| 1     | .00 | -9735.73  |
| 2     | .00 | 276.78    |
| 3     | .00 | 425.92    |
| 4     | .00 | 703.32    |
| 5     | .00 | 750.37    |
| ----- |     |           |
| 3129  |     |           |
| 1     | .00 | -9734.03  |
| 2     | .00 | 483.75    |
| 3     | .00 | 487.25    |
| 4     | .00 | 706.07    |
| 5     | .00 | 750.74    |

FRAME ELEMENT FORCES

| Elt Load<br>ID COND | DIST<br>END1 | 1-2 PLANE |          | AXIAL<br>FORCE | 1-3 PLANE |         | AXIAL<br>TORQ |
|---------------------|--------------|-----------|----------|----------------|-----------|---------|---------------|
|                     |              | SHEAR     | MOMENT   |                | SHEAR     | MOMENT  |               |
| + 3067 -----        |              |           |          |                |           |         |               |
| 1                   | .00          |           |          | -42106.74      |           |         | .00           |
|                     | .00          | 618.79    | .00      |                | -579.77   | .00     |               |
|                     | .75          | 618.79    | 464.09   |                | -579.77   | -434.82 |               |
|                     | .75          |           |          | -42106.74      |           |         | .00           |
| 2                   | .00          |           |          | 723.58         |           |         | .00           |
|                     | .00          | -9205.96  | .00      |                | 2733.91   | .00     |               |
|                     | .75          | -9205.96  | -6904.47 |                | 2733.91   | 2050.43 |               |
|                     | .75          |           |          | 723.58         |           |         | .00           |
| 3                   | .00          |           |          | 685.78         |           |         | .00           |
|                     | .00          | -2770.04  | .00      |                | 9175.89   | .00     |               |
|                     | .75          | -2770.04  | -2077.53 |                | 9175.89   | 6881.92 |               |
|                     | .75          |           |          | 685.78         |           |         | .00           |
| 4                   | .00          |           |          | 3259.81        |           |         | .00           |
|                     | .00          | -1146.82  | .00      |                | 28.44     | .00     |               |
|                     | .75          | -1146.82  | -860.11  |                | 28.44     | 21.33   |               |
|                     | .75          |           |          | 3259.81        |           |         | .00           |
| 5                   | .00          |           |          | 3266.78        |           |         | .00           |
|                     | .00          | -1180.47  | .00      |                | -24.32    | .00     |               |
|                     | .75          | -1180.47  | -885.33  |                | -24.32    | -18.24  |               |
|                     | .75          |           |          | 3266.78        |           |         | .00           |
| - 3068 -----        |              |           |          |                |           |         |               |
| 1                   | .00          |           |          | -42005.50      |           |         | .00           |
|                     | .00          | -614.21   | .00      |                | -564.24   | .00     |               |
|                     | .75          | -614.21   | -460.66  |                | -564.24   | -423.18 |               |
|                     | .75          |           |          | -42005.50      |           |         | .00           |
| 2                   | .00          |           |          | -1168.69       |           |         | .00           |
|                     | .00          | -9088.76  | .00      |                | 2768.53   | .00     |               |
|                     | .75          | -9088.76  | -6816.57 |                | 2768.53   | 2076.39 |               |
|                     | .75          |           |          | -1168.69       |           |         | .00           |
| 3                   | .00          |           |          | 137.67         |           |         | .00           |
|                     | .00          | -2718.61  | .00      |                | 9185.05   | .00     |               |
|                     | .75          | -2718.61  | -2038.95 |                | 9185.05   | 6880.79 |               |
|                     | .75          |           |          | 137.67         |           |         | .00           |
| 4                   | .00          |           |          | 2922.14        |           |         | .00           |
|                     | .00          | -1059.93  | .00      |                | 55.18     | .00     |               |
|                     | .75          | -1059.93  | -794.95  |                | 55.18     | 41.39   |               |
|                     | .75          |           |          | 2922.14        |           |         | .00           |
| 5                   | .00          |           |          | 3283.28        |           |         | .00           |
|                     | .00          | -1091.66  | .00      |                | 2269.09   | .00     |               |
|                     | .75          | -1091.66  | -818.74  |                | 2269.09   | 1701.82 |               |
|                     | .75          |           |          | 3283.28        |           |         | .00           |
| + 3069 -----        |              |           |          |                |           |         |               |
| 1                   | .00          |           |          | -43484.16      |           |         | .00           |
|                     | .00          | 602.40    | .00      |                | 575.19    | .00     |               |
|                     | .75          | 602.40    | 451.80   |                | 575.19    | 431.39  |               |
|                     | .75          |           |          | -43484.16      |           |         | .00           |
| 2                   | .00          |           |          | 126.38         |           |         | .00           |
|                     | .00          | -9150.61  | .00      |                | 2689.85   | .00     |               |
|                     | .75          | -9150.61  | -6862.96 |                | 2689.85   | 2017.39 |               |
|                     | .75          |           |          | 126.38         |           |         | .00           |
| 3                   | .00          |           |          | -1148.83       |           |         | .00           |
|                     | .00          | -2734.80  | .00      |                | 9055.73   | .00     |               |
|                     | .75          | -2734.80  | -2051.10 |                | 9055.73   | 6791.79 |               |
|                     | .75          |           |          | -1148.83       |           |         | .00           |
| 4                   | .00          |           |          | 3374.42        |           |         | .00           |
|                     | .00          | -1114.35  | .00      |                | -59.31    | .00     |               |
|                     | .75          | -1114.35  | -835.76  |                | -59.31    | -44.48  |               |
|                     | .75          |           |          | 3374.42        |           |         | .00           |

|      |   |       |          |           |           |  |         |          |     |
|------|---|-------|----------|-----------|-----------|--|---------|----------|-----|
|      | 5 | .00   |          |           | 3038.06   |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | 1096.49  |           | .00       |  | -126.04 |          |     |
|      |   | .75   | 1096.49  | 822.37    |           |  | -126.04 | -94.53   |     |
|      |   | .75   |          |           | 3038.06   |  |         |          | .00 |
| 3070 |   | ----- |          |           |           |  |         |          |     |
|      | 1 | .00   |          |           | -43463.05 |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -606.98  |           | .00       |  | 568.82  |          | .00 |
|      |   | .75   | -606.98  | -455.24   |           |  | 568.82  | 426.62   |     |
|      |   | .75   |          |           | -43463.05 |  |         |          | .00 |
|      | 2 | .00   |          |           | -1703.20  |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -9047.33 |           | .00       |  | 2755.35 |          | .00 |
|      |   | .75   | -9047.33 | -6785.49  |           |  | 2755.35 | 2066.51  |     |
|      |   | .75   |          |           | -1703.20  |  |         |          | .00 |
|      | 3 | .00   |          |           | -1702.63  |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -2724.20 |           | .00       |  | 9075.98 |          | .00 |
|      |   | .75   | -2724.20 | -2043.15  |           |  | 9075.98 | 6806.99  |     |
|      |   | .75   |          |           | -1702.63  |  |         |          | .00 |
|      | 4 | .00   |          |           | 3013.47   |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -1028.15 |           | .00       |  | -24.31  |          | .00 |
|      |   | .75   | -1028.15 | -771.11   |           |  | -24.31  | -18.24   |     |
|      |   | .75   |          |           | 3013.47   |  |         |          | .00 |
|      | 5 | .00   |          |           | 3034.02   |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | 1175.63  |           | .00       |  | 2166.38 |          | .00 |
|      |   | .75   | 1175.63  | 881.72    |           |  | 2166.38 | 1624.79  |     |
|      |   | .75   |          |           | 3034.02   |  |         |          | .00 |
| 3071 |   | ----- |          |           |           |  |         |          |     |
|      | 1 | .00   |          |           | -42106.74 |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | 618.79   | 464.09    |           |  | -579.77 | -434.82  |     |
|      |   | .75   | 618.79   | 928.18    |           |  | -579.77 | -859.65  |     |
|      |   | .75   |          |           | -42106.74 |  |         |          | .00 |
|      | 2 | .00   |          |           | 723.58    |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -9273.47 | -6904.47  |           |  | 2754.16 | 2050.43  |     |
|      |   | .75   | -9273.47 | -13859.57 |           |  | 2754.16 | 4116.06  |     |
|      |   | .75   |          |           | 723.58    |  |         |          | .00 |
|      | 3 | .00   |          |           | 685.78    |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -2790.29 | -2077.53  |           |  | 9243.40 | 6881.92  |     |
|      |   | .75   | -2790.29 | -4170.24  |           |  | 9243.40 | 13814.47 |     |
|      |   | .75   |          |           | 685.78    |  |         |          | .00 |
|      | 4 | .00   |          |           | 3259.81   |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -1146.82 | -860.11   |           |  | 28.44   | 21.33    |     |
|      |   | .75   | -1146.82 | -1720.23  |           |  | 28.44   | 42.66    |     |
|      |   | .75   |          |           | 3259.81   |  |         |          | .00 |
|      | 5 | .00   |          |           | 3266.78   |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -1180.47 | -885.35   |           |  | -24.32  | -18.24   |     |
|      |   | .75   | -1180.47 | -1770.70  |           |  | -24.32  | -36.47   |     |
|      |   | .75   |          |           | 3266.78   |  |         |          | .00 |
| 3072 |   | ----- |          |           |           |  |         |          |     |
|      | 1 | .00   |          |           | -42106.74 |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | 618.79   | 928.18    |           |  | -579.77 | -869.65  |     |
|      |   | .75   | 618.79   | 1392.27   |           |  | -579.77 | -1304.47 |     |
|      |   | .75   |          |           | -42106.74 |  |         |          | .00 |
|      | 2 | .00   |          |           | 723.58    |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -9332.54 | -13859.57 |           |  | 2771.88 | 4116.06  |     |
|      |   | .75   | -9332.54 | -20858.97 |           |  | 2771.88 | 6194.97  |     |
|      |   | .75   |          |           | 723.58    |  |         |          | .00 |
|      | 3 | .00   |          |           | 685.78    |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -2808.01 | -4170.24  |           |  | 9302.47 | 13814.47 |     |
|      |   | .75   | -2808.01 | -6276.25  |           |  | 9302.47 | 20791.32 |     |
|      |   | .75   |          |           | 685.78    |  |         |          | .00 |
|      | 4 | .00   |          |           | 3259.81   |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -1146.82 | -1720.23  |           |  | 28.44   | 42.66    |     |
|      |   | .75   | -1146.82 | -2580.34  |           |  | 28.44   | 63.99    |     |
|      |   | .75   |          |           | 3259.81   |  |         |          | .00 |
|      | 5 | .00   |          |           | 3266.78   |  |         |          | .00 |
|      |   | .00   | -1180.47 | -1770.70  |           |  | -24.32  | -36.47   |     |
|      |   | .75   | -1180.47 | -2656.09  |           |  | -24.32  | -54.71   |     |
|      |   | .75   |          |           | 3266.78   |  |         |          | .00 |
| 3073 |   | ----- |          |           |           |  |         |          |     |

|      |       |          |           |           |         |          |  |     |
|------|-------|----------|-----------|-----------|---------|----------|--|-----|
| 1    | .00   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
|      | .00   | 618.79   | 1392.27   |           | -579.77 | -1304.47 |  |     |
|      | .75   | 618.79   | 1856.36   |           | -579.77 | -1739.30 |  |     |
|      | .75   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
| 2    | .00   |          |           | 723.58    |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -9383.17 | -20858.97 |           | 2787.07 | 6194.97  |  |     |
|      | .75   | -9383.17 | -27896.34 |           | 2787.07 | 8285.28  |  |     |
|      | .75   |          |           | 723.58    |         |          |  | .00 |
| 3    | .00   |          |           | 685.78    |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -2823.20 | -6276.25  |           | 9353.10 | 20791.32 |  |     |
|      | .75   | -2823.20 | -8393.65  |           | 9353.10 | 27806.15 |  |     |
|      | .75   |          |           | 685.78    |         |          |  | .00 |
| 4    | .00   |          |           | 3259.81   |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -1146.82 | -2580.34  |           | 28.44   | 63.99    |  |     |
|      | .75   | -1146.82 | -3440.46  |           | 28.44   | 85.32    |  |     |
|      | .75   |          |           | 3259.81   |         |          |  | .00 |
| 5    | .00   |          |           | 3266.78   |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -1180.47 | -2656.05  |           | -24.32  | -54.71   |  |     |
|      | .75   | -1180.47 | -3541.40  |           | -24.32  | -72.95   |  |     |
|      | .75   |          |           | 3266.78   |         |          |  | .00 |
| 3074 | ----- |          |           |           |         |          |  |     |
| 1    | .00   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
|      | .00   | 618.79   | 1856.36   |           | -579.77 | -1739.30 |  |     |
|      | .75   | 618.79   | 2320.46   |           | -579.77 | -2174.12 |  |     |
|      | .75   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
| 2    | .00   |          |           | 723.58    |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -9425.36 | -27896.34 |           | 2799.73 | 8285.28  |  |     |
|      | .75   | -9425.36 | -34965.36 |           | 2799.73 | 10385.08 |  |     |
|      | .75   |          |           | 723.58    |         |          |  | .00 |
| 3    | .00   |          |           | 685.78    |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -2835.86 | -8393.65  |           | 9395.29 | 27806.15 |  |     |
|      | .75   | -2835.86 | -10520.54 |           | 9395.29 | 34852.62 |  |     |
|      | .75   |          |           | 685.78    |         |          |  | .00 |
| 4    | .00   |          |           | 3259.81   |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -1146.82 | -3440.46  |           | 28.44   | 85.32    |  |     |
|      | .75   | -1146.82 | -4300.57  |           | 28.44   | 106.65   |  |     |
|      | .75   |          |           | 3259.81   |         |          |  | .00 |
| 5    | .00   |          |           | 3266.78   |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -1180.47 | -3541.40  |           | -24.32  | -72.95   |  |     |
|      | .75   | -1180.47 | -4426.75  |           | -24.32  | -91.18   |  |     |
|      | .75   |          |           | 3266.78   |         |          |  | .00 |
| 3075 | ----- |          |           |           |         |          |  |     |
| 1    | .00   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
|      | .00   | 618.79   | 2320.46   |           | -579.77 | -2174.12 |  |     |
|      | .75   | 618.79   | 2784.55   |           | -579.77 | -2608.95 |  |     |
|      | .75   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
| 2    | .00   |          |           | 723.58    |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -9484.44 | -34965.36 |           | 2817.45 | 10385.08 |  |     |
|      | .75   | -9484.44 | -42078.69 |           | 2817.45 | 12498.17 |  |     |
|      | .75   |          |           | 723.58    |         |          |  | .00 |
| 3    | .00   |          |           | 685.78    |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -2853.58 | -10520.54 |           | 9454.40 | 34852.62 |  |     |
|      | .75   | -2853.58 | -12660.73 |           | 9454.40 | 41943.42 |  |     |
|      | .75   |          |           | 685.78    |         |          |  | .00 |
| 4    | .00   |          |           | 3259.81   |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -1146.82 | -4300.57  |           | 28.44   | 106.65   |  |     |
|      | .75   | -1146.82 | -5160.69  |           | 28.44   | 127.98   |  |     |
|      | .75   |          |           | 3259.81   |         |          |  | .00 |
| 5    | .00   |          |           | 3266.78   |         |          |  | .00 |
|      | .00   | -1180.47 | -4426.75  |           | -24.32  | -91.18   |  |     |
|      | .75   | -1180.47 | -5312.10  |           | -24.32  | -109.42  |  |     |
|      | .75   |          |           | 3266.78   |         |          |  | .00 |
| 3076 | ----- |          |           |           |         |          |  |     |
| 1    | .00   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
|      | .00   | 618.79   | 2784.55   |           | -579.77 | -2608.95 |  |     |
|      | .75   | 618.79   | 3248.64   |           | -579.77 | -3043.77 |  |     |
|      | .75   |          |           | -42106.74 |         |          |  | .00 |
| 2    | .00   |          |           | 723.58    |         |          |  | .00 |

|      |     |          |           |           |          |     |
|------|-----|----------|-----------|-----------|----------|-----|
|      | .00 | -9484.44 | -42078.69 | 2817.45   | 12498.17 |     |
|      | .75 | -9484.44 | -49192.01 | 2817.45   | 14611.26 |     |
|      | .75 |          |           | 723.58    |          | .00 |
| 3    | .00 |          |           | 685.78    |          | .00 |
|      | .00 | -2853.58 | -12660.73 | 9454.40   | 41943.42 | .00 |
|      | .75 | -2853.58 | -14800.91 | 9454.40   | 49034.22 |     |
|      | .75 |          |           | 685.78    |          | .00 |
| 4    | .00 |          |           | 3259.81   |          | .00 |
|      | .00 | -1146.82 | -5160.69  | 28.44     | 127.98   | .00 |
|      | .75 | -1146.82 | -6020.80  | 28.44     | 149.31   |     |
|      | .75 |          |           | 3259.81   |          | .00 |
| 5    | .00 |          |           | 3266.78   |          | .00 |
|      | .00 | -1180.47 | -5312.10  | -24.32    | -109.42  | .00 |
|      | .75 | -1180.47 | -6197.45  | -24.32    | -127.65  |     |
|      | .75 |          |           | 3266.78   |          | .00 |
| 3077 |     |          |           |           |          | .00 |
| 1    | .00 |          |           | -42106.74 |          | .00 |
|      | .00 | 618.79   | 3248.64   | -579.77   | -3043.77 |     |
|      | .75 | 618.79   | 3712.73   | -579.77   | -3478.60 |     |
|      | .75 |          |           | -42106.74 |          | .00 |
| 2    | .00 |          |           | 723.58    |          | .00 |
|      | .00 | -9501.31 | -49192.01 | 2822.51   | 14611.26 | .00 |
|      | .75 | -9501.31 | -56317.99 | 2822.51   | 16728.14 |     |
|      | .75 |          |           | 723.58    |          | .00 |
| 3    | .00 |          |           | 685.78    |          | .00 |
|      | .00 | -2858.64 | -14800.91 | 9471.27   | 49034.22 | .00 |
|      | .75 | -2858.64 | -16944.89 | 9471.27   | 56137.68 |     |
|      | .75 |          |           | 685.78    |          | .00 |
| 4    | .00 |          |           | 3259.81   |          | .00 |
|      | .00 | -1146.82 | -6070.80  | 28.44     | 149.31   | .00 |
|      | .75 | -1146.82 | -6880.92  | 28.44     | 170.64   |     |
|      | .75 |          |           | 3259.81   |          | .00 |
| 5    | .00 |          |           | 3266.78   |          | .00 |
|      | .00 | -1180.47 | -6197.45  | -24.32    | -127.65  | .00 |
|      | .75 | -1180.47 | -7082.79  | -24.32    | -145.89  |     |
|      | .75 |          |           | 3266.78   |          | .00 |
| 3078 |     |          |           |           |          | .00 |
| 1    | .00 |          |           | -42106.74 |          | .00 |
|      | .00 | 618.79   | 3712.73   | -579.77   | -3478.60 |     |
|      | .75 | 618.79   | 4178.82   | -579.77   | -3913.42 |     |
|      | .75 |          |           | -42106.74 |          | .00 |
| 2    | .00 |          |           | 723.58    |          | .00 |
|      | .00 | -9509.75 | -56317.99 | 2825.04   | 16728.14 | .00 |
|      | .75 | -9509.75 | -63450.30 | 2825.04   | 18846.92 |     |
|      | .75 |          |           | 723.58    |          | .00 |
| 3    | .00 |          |           | 685.78    |          | .00 |
|      | .00 | -2861.17 | -16944.89 | 9479.71   | 56137.68 | .00 |
|      | .75 | -2861.17 | -19090.77 | 9479.71   | 63247.46 |     |
|      | .75 |          |           | 685.78    |          | .00 |
| 4    | .00 |          |           | 3259.81   |          | .00 |
|      | .00 | -1146.82 | -6880.92  | 28.44     | 170.64   | .00 |
|      | .75 | -1146.82 | -7741.03  | 28.44     | 191.97   |     |
|      | .75 |          |           | 3259.81   |          | .00 |
| 5    | .00 |          |           | 3266.78   |          | .00 |
|      | .00 | -1180.47 | -7082.79  | -24.32    | -145.89  | .00 |
|      | .75 | -1180.47 | -7968.14  | -24.32    | -164.13  |     |
|      | .75 |          |           | 3266.78   |          | .00 |
| 3080 |     |          |           |           |          | .00 |
| 1    | .00 |          |           | -42005.50 |          | .00 |
|      | .00 | -614.21  | -460.66   | -564.24   | -423.18  |     |
|      | .75 | -614.21  | -921.31   | -564.24   | -846.37  |     |
|      | .75 |          |           | -42005.50 |          | .00 |
| 2    | .00 |          |           | -1168.69  |          | .00 |
|      | .00 | -9156.27 | -6816.57  | 2788.78   | 2076.39  | .00 |
|      | .75 | -9156.27 | -13683.77 | 2788.78   | 4167.98  |     |
|      | .75 |          |           | -1168.69  |          | .00 |
| 3    | .00 |          |           | 137.67    |          | .00 |

|      |       |          |           |         |          |     |
|------|-------|----------|-----------|---------|----------|-----|
|      | .00   | -2738.86 | -2038.95  | 9252.56 | 6888.79  |     |
|      | .75   | -2738.86 | -4093.10  | 9252.56 | 13828.21 |     |
|      | .75   |          | 137.67    |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1059.93 | -794.95   | 55.18   | 41.39    |     |
|      | .75   | -1059.93 | -1589.90  | 55.18   | 82.78    |     |
|      | .75   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1091.66 | -818.74   | 2269.09 | 1701.82  |     |
|      | .75   | -1091.66 | -1637.49  | 2269.09 | 3403.64  |     |
|      | .75   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
| 3081 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
|      | .00   | -614.21  | -921.31   | -564.24 | -846.37  |     |
|      | .75   | -614.21  | -1381.97  | -564.24 | -1269.55 |     |
|      | .75   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9215.34 | -13683.77 | 2806.50 | 4167.98  |     |
|      | .75   | -9215.34 | -20595.27 | 2806.50 | 6272.85  |     |
|      | .75   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | 137.67    |         |          | .00 |
|      | .00   | -2756.58 | -4093.10  | 9311.63 | 13828.21 |     |
|      | .75   | -2756.58 | -6160.53  | 9311.63 | 20811.93 |     |
|      | .75   |          | 137.67    |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1059.93 | -1589.90  | 55.18   | 82.78    |     |
|      | .75   | -1059.93 | -2384.85  | 55.18   | 124.17   |     |
|      | .75   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1091.66 | -1637.49  | 2269.09 | 3403.64  |     |
|      | .75   | -1091.66 | -2456.23  | 2269.09 | 5105.46  |     |
|      | .75   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
| 3082 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
|      | .00   | -614.21  | -1381.97  | -564.24 | -1269.55 |     |
|      | .75   | -614.21  | -1842.62  | -564.24 | -1692.73 |     |
|      | .75   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9245.97 | -20595.27 | 2821.69 | 6272.85  |     |
|      | .75   | -9245.97 | -27544.74 | 2821.69 | 8389.11  |     |
|      | .75   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | 137.67    |         |          | .00 |
|      | .00   | -2771.77 | -6160.53  | 9362.26 | 20811.93 |     |
|      | .75   | -2771.77 | -8239.35  | 9362.26 | 27833.63 |     |
|      | .75   |          | 137.67    |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1059.93 | -2384.85  | 55.18   | 124.17   |     |
|      | .75   | -1059.93 | -3179.80  | 55.18   | 165.55   |     |
|      | .75   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1091.66 | -2456.23  | 2269.09 | 5105.46  |     |
|      | .75   | -1091.66 | -3274.98  | 2269.09 | 6807.28  |     |
|      | .75   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
| 3083 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
|      | .00   | -614.21  | -1842.62  | -564.24 | -1692.73 |     |
|      | .75   | -614.21  | -2303.28  | -564.24 | -2115.91 |     |
|      | .75   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9308.16 | -27544.74 | 2834.35 | 8389.11  |     |
|      | .75   | -9308.16 | -34525.86 | 2834.35 | 10514.87 |     |
|      | .75   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | 137.67    |         |          | .00 |
|      | .00   | -2784.43 | -8239.35  | 9404.45 | 27833.63 |     |
|      | .75   | -2784.43 | -10327.67 | 9404.45 | 34886.96 |     |
|      | .75   |          | 137.67    |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 2922.14   |         |          | .00 |

|      |       |          |           |         |          |     |
|------|-------|----------|-----------|---------|----------|-----|
|      | .00   | -1059.93 | -3179.80  | 55.18   | 165.55   |     |
|      | .75   | -1059.93 | -3974.75  | 55.18   | 206.94   |     |
|      | .75   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1091.66 | -3274.98  | 2269.09 | 6807.28  |     |
|      | .75   | -1091.66 | -4093.72  | 2269.09 | 8509.11  |     |
|      | .75   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
| 3084 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
|      | .00   | -614.21  | -2303.28  | -564.24 | -2115.91 |     |
|      | .75   | -614.21  | -2763.93  | -564.24 | -2539.10 |     |
|      | .75   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9367.24 | -34525.86 | 2852.07 | 10514.87 |     |
|      | .75   | -9367.24 | -41551.29 | 2852.07 | 12653.92 |     |
|      | .75   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | 137.67    |         |          | .00 |
|      | .00   | -2802.15 | -10327.67 | 9463.56 | 34886.96 |     |
|      | .75   | -2802.15 | -12429.28 | 9463.56 | 41984.63 |     |
|      | .75   |          | 137.67    |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1059.93 | -3974.75  | 55.18   | 206.94   |     |
|      | .75   | -1059.93 | -4769.70  | 55.18   | 248.33   |     |
|      | .75   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1091.66 | -4093.72  | 2269.09 | 8509.11  |     |
|      | .75   | -1091.66 | -4912.47  | 2269.09 | 10210.93 |     |
|      | .75   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
| 3085 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
|      | .00   | -614.21  | -2763.93  | -564.24 | -2539.10 |     |
|      | .75   | -614.21  | -3224.59  | -564.24 | -2962.28 |     |
|      | .75   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9367.24 | -41551.29 | 2852.07 | 12653.92 |     |
|      | .75   | -9367.24 | -48576.72 | 2852.07 | 14792.97 |     |
|      | .75   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | 137.67    |         |          | .00 |
|      | .00   | -2802.15 | -12429.28 | 9463.56 | 41984.63 |     |
|      | .75   | -2802.15 | -14530.89 | 9463.56 | 49082.30 |     |
|      | .75   |          | 137.67    |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1059.93 | -4769.70  | 55.18   | 248.33   |     |
|      | .75   | -1059.93 | -5564.65  | 55.18   | 289.72   |     |
|      | .75   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1091.66 | -4912.47  | 2269.09 | 10210.93 |     |
|      | .75   | -1091.66 | -5731.21  | 2269.09 | 11912.75 |     |
|      | .75   |          | 3283.28   |         |          | .00 |
| 3086 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
|      | .00   | -614.21  | -3224.59  | -564.24 | -2962.28 |     |
|      | .75   | -614.21  | -3685.24  | -564.24 | -3385.46 |     |
|      | .75   |          | -42005.50 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9384.11 | -48576.72 | 2857.13 | 14792.97 |     |
|      | .75   | -9384.11 | -55614.80 | 2857.13 | 16935.82 |     |
|      | .75   |          | -1168.69  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | 137.67    |         |          | .00 |
|      | .00   | -2807.21 | -14530.89 | 9480.43 | 49082.30 |     |
|      | .75   | -2807.21 | -16636.30 | 9480.43 | 56192.63 |     |
|      | .75   |          | 137.67    |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1059.93 | -5564.65  | 55.18   | 289.72   |     |
|      | .75   | -1059.93 | -6359.60  | 55.18   | 331.11   |     |
|      | .75   |          | 2922.14   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3283.28   |         |          | .00 |



|      |   |       |          |           |           |          |     |  |
|------|---|-------|----------|-----------|-----------|----------|-----|--|
|      |   | .00   | -1091.66 | -5731.21  | 2269.09   | 11912.75 |     |  |
|      |   | .75   | -1091.66 | -6549.96  | 2269.09   | 13614.57 |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 3283.28   |          | .00 |  |
| 3087 |   | ----- |          |           |           |          |     |  |
|      | 1 | .00   |          |           | -42005.50 |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -614.21  | -3685.24  | -564.24   | -3385.46 |     |  |
|      |   | .75   | -614.21  | -4145.90  | -564.24   | -3808.65 |     |  |
|      |   | .75   |          |           | -42005.50 |          | .00 |  |
|      | 2 | .00   |          |           | -1168.69  |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -9392.55 | -55614.80 | 2859.66   | 16935.82 |     |  |
|      |   | .75   | -9392.55 | -62659.21 | 2859.66   | 19080.56 |     |  |
|      |   | .75   |          |           | -1168.69  |          | .00 |  |
|      | 3 | .00   |          |           | 137.67    |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -2809.74 | -16636.30 | 9488.87   | 56192.63 |     |  |
|      |   | .75   | -2809.74 | -18743.60 | 9488.87   | 63309.28 |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 137.67    |          | .00 |  |
|      | 4 | .00   |          |           | 2922.14   |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -1059.93 | -6359.60  | 55.18     | 331.11   |     |  |
|      |   | .75   | -1059.93 | -7154.55  | 55.18     | 372.50   |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 2922.14   |          | .00 |  |
|      | 5 | .00   |          |           | 3283.28   |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -1091.66 | -6549.96  | 2269.09   | 13614.57 |     |  |
|      |   | .75   | -1091.66 | -7368.70  | 2269.09   | 15316.39 |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 3283.28   |          | .00 |  |
| 3089 |   | ----- |          |           |           |          |     |  |
|      | 1 | .00   |          |           | -43484.16 |          | .00 |  |
|      |   | .00   | 602.40   | 451.00    | 575.19    | 431.39   |     |  |
|      |   | .75   | 602.40   | 903.60    | 575.19    | 862.78   |     |  |
|      |   | .75   |          |           | -43484.16 |          | .00 |  |
|      | 2 | .00   |          |           | 126.38    |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -9218.12 | -6862.96  | 2710.10   | 2017.39  |     |  |
|      |   | .75   | -9218.12 | -13776.55 | 2710.10   | 4049.97  |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 126.38    |          | .00 |  |
|      | 3 | .00   |          |           | -1148.83  |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -2755.05 | -2051.10  | 9123.24   | 6791.79  |     |  |
|      |   | .75   | -2755.05 | -4117.38  | 9123.24   | 13634.22 |     |  |
|      |   | .75   |          |           | -1148.83  |          | .00 |  |
|      | 4 | .00   |          |           | 3374.42   |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -1114.35 | -835.76   | -59.31    | -44.48   |     |  |
|      |   | .75   | -1114.35 | -1671.52  | -59.31    | -88.97   |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 3374.42   |          | .00 |  |
|      | 5 | .00   |          |           | 3038.06   |          | .00 |  |
|      |   | .00   | 1096.49  | 822.37    | -126.04   | -94.53   |     |  |
|      |   | .75   | 1096.49  | 1644.74   | -126.04   | -189.05  |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 3038.06   |          | .00 |  |
| 3090 |   | ----- |          |           |           |          |     |  |
|      | 1 | .00   |          |           | -43484.16 |          | .00 |  |
|      |   | .00   | 602.40   | 903.60    | 575.19    | 862.78   |     |  |
|      |   | .75   | 602.40   | 1355.40   | 575.19    | 1294.17  |     |  |
|      |   | .75   |          |           | -43484.16 |          | .00 |  |
|      | 2 | .00   |          |           | 126.38    |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -9277.19 | -13776.55 | 2727.82   | 4049.97  |     |  |
|      |   | .75   | -9277.19 | -20734.44 | 2727.82   | 6095.84  |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 126.38    |          | .00 |  |
|      | 3 | .00   |          |           | -1148.83  |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -2772.77 | -4117.38  | 9182.31   | 13634.22 |     |  |
|      |   | .75   | -2772.77 | -6196.96  | 9182.31   | 20520.95 |     |  |
|      |   | .75   |          |           | -1148.83  |          | .00 |  |
|      | 4 | .00   |          |           | 3374.42   |          | .00 |  |
|      |   | .00   | -1114.35 | -1671.52  | -59.31    | -88.97   |     |  |
|      |   | .75   | -1114.35 | -2507.28  | -59.31    | -135.45  |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 3374.42   |          | .00 |  |
|      | 5 | .00   |          |           | 3038.06   |          | .00 |  |
|      |   | .00   | 1096.49  | 1644.74   | -126.04   | -189.05  |     |  |
|      |   | .75   | 1096.49  | 2467.11   | -126.04   | -283.58  |     |  |
|      |   | .75   |          |           | 3038.06   |          | .00 |  |
| 3091 |   | ----- |          |           |           |          |     |  |
|      | 1 | .00   |          |           | -43484.16 |          | .00 |  |

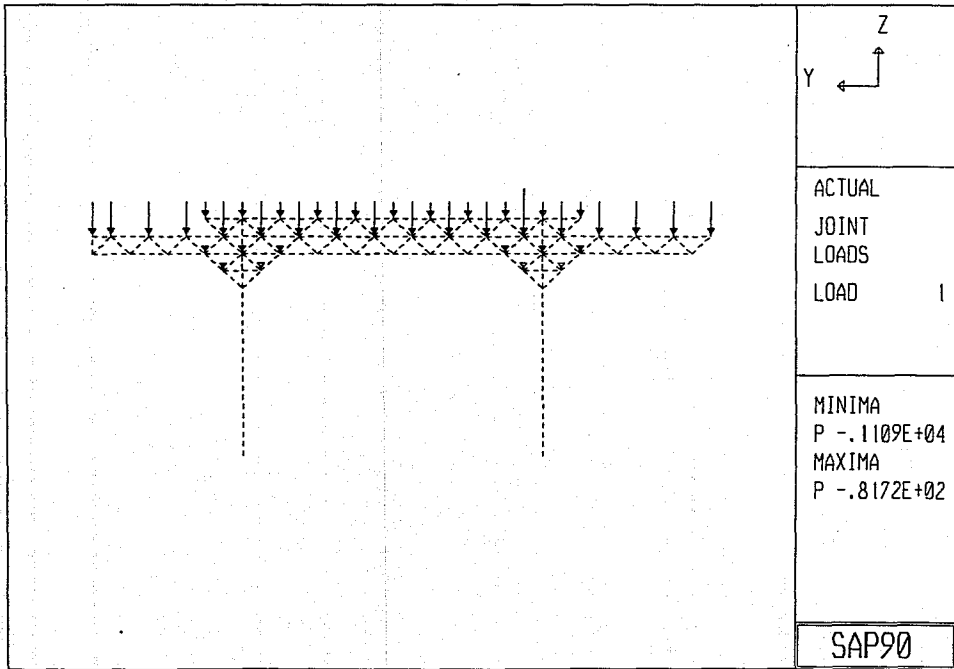
|      |       |          |           |         |          |     |
|------|-------|----------|-----------|---------|----------|-----|
|      | .00   | 602.40   | 1355.40   | 575.19  | 1294.17  |     |
|      | .75   | 602.40   | 1807.20   | 575.19  | 1725.56  |     |
|      | .75   |          | -43484.16 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | 126.38    |         |          | .00 |
|      | .00   | -9327.82 | -20734.44 | 2743.01 | 6095.84  | .00 |
|      | .75   | -9327.82 | -27730.30 | 2743.01 | 8153.10  | .00 |
|      | .75   |          | 126.38    |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | -1148.83  |         |          | .00 |
|      | .00   | -2787.96 | -6196.96  | 9232.94 | 20520.95 | .00 |
|      | .75   | -2787.96 | -8287.92  | 9232.94 | 27445.65 | .00 |
|      | .75   |          | -1148.83  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3374.42   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1114.35 | -2507.28  | -59.31  | -133.45  | .00 |
|      | .75   | -1114.35 | -3343.04  | -59.31  | -177.93  | .00 |
|      | .75   |          | 3374.42   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3038.06   |         |          | .00 |
|      | .00   | 1096.49  | 2467.11   | -126.04 | -283.58  | .00 |
|      | .75   | 1096.49  | 3289.48   | -126.04 | -378.11  | .00 |
|      | .75   |          | 3038.06   |         |          | .00 |
| 3092 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -43484.16 |         |          | .00 |
|      | .00   | 602.40   | 1807.20   | 575.19  | 1725.56  | .00 |
|      | .75   | 602.40   | 2259.00   | 575.19  | 2156.95  | .00 |
|      | .75   |          | -43484.16 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | 126.38    |         |          | .00 |
|      | .00   | -9370.01 | -27730.30 | 2755.67 | 8153.10  | .00 |
|      | .75   | -9370.01 | -34757.81 | 2755.67 | 10219.05 | .00 |
|      | .75   |          | 126.38    |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | -1148.83  |         |          | .00 |
|      | .00   | -2800.62 | -8287.92  | 9275.13 | 27445.65 | .00 |
|      | .75   | -2800.62 | -10388.38 | 9275.13 | 34402.00 | .00 |
|      | .75   |          | -1148.83  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3374.42   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1114.35 | -3343.04  | -59.31  | -177.93  | .00 |
|      | .75   | -1114.35 | -4178.79  | -59.31  | -222.42  | .00 |
|      | .75   |          | 3374.42   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3038.06   |         |          | .00 |
|      | .00   | 1096.49  | 3289.48   | -126.04 | -378.11  | .00 |
|      | .75   | 1096.49  | 4111.85   | -126.04 | -472.63  | .00 |
|      | .75   |          | 3038.06   |         |          | .00 |
| 3093 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -43484.16 |         |          | .00 |
|      | .00   | 602.40   | 2259.00   | 575.19  | 2156.95  | .00 |
|      | .75   | 602.40   | 2710.80   | 575.19  | 2588.33  | .00 |
|      | .75   |          | -43484.16 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | 126.38    |         |          | .00 |
|      | .00   | -9429.09 | -34757.81 | 2773.39 | 10219.05 | .00 |
|      | .75   | -9429.09 | -41829.63 | 2773.39 | 12299.90 | .00 |
|      | .75   |          | 126.38    |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | -1148.83  |         |          | .00 |
|      | .00   | -2818.34 | -10388.38 | 9334.24 | 34402.00 | .00 |
|      | .75   | -2818.34 | -12502.14 | 9334.24 | 41402.67 | .00 |
|      | .75   |          | -1148.83  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3374.42   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1114.35 | -4178.79  | -59.31  | -222.42  | .00 |
|      | .75   | -1114.35 | -5014.55  | -59.31  | -266.90  | .00 |
|      | .75   |          | 3374.42   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3038.06   |         |          | .00 |
|      | .00   | 1096.49  | 4111.85   | -126.04 | -472.63  | .00 |
|      | .75   | 1096.49  | 4934.21   | -126.04 | -567.16  | .00 |
|      | .75   |          | 3038.06   |         |          | .00 |
| 3094 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -43484.16 |         |          | .00 |
|      | .00   | 602.40   | 2710.80   | 575.19  | 2588.33  | .00 |
|      | .75   | 602.40   | 3162.60   | 575.19  | 3019.72  | .00 |
|      | .75   |          | -43484.16 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | 126.38    |         |          | .00 |

|      |     |          |           |         |          |     |
|------|-----|----------|-----------|---------|----------|-----|
|      | .00 | -9429.09 | -41829.63 | 2773.39 | 12299.90 |     |
|      | .75 | -9429.09 | -48901.45 | 2773.39 | 14379.95 |     |
|      | .75 |          |           | 126.38  |          | .00 |
| 3    | .00 |          | -1148.83  |         |          | .00 |
|      | .00 | -2818.34 | -12502.14 | 9334.24 | 41402.67 |     |
|      | .75 | -2818.34 | -14615.89 | 9334.24 | 48403.35 |     |
|      | .75 |          | -1148.83  |         |          | .00 |
| 4    | .00 |          | 3374.42   |         |          | .00 |
|      | .00 | -1114.35 | -5014.55  | -59.31  | -266.90  |     |
|      | .75 | -1114.35 | -5850.31  | -59.31  | -311.38  |     |
|      | .75 |          | 3374.42   |         |          | .00 |
| 5    | .00 |          | 3038.06   |         |          | .00 |
|      | .00 | 1096.49  | 4934.21   | -126.04 | -567.16  |     |
|      | .75 | 1096.49  | 5756.58   | -126.04 | -661.69  |     |
|      | .75 |          | 3038.06   |         |          | .00 |
| 3095 |     |          |           |         |          |     |
| 1    | .00 |          | -43484.16 |         |          | .00 |
|      | .00 | 602.40   | 3162.60   | 575.19  | 3019.72  |     |
|      | .75 | 602.40   | 3614.40   | 575.19  | 3451.11  |     |
|      | .75 |          | -43484.16 |         |          | .00 |
| 2    | .00 |          | 126.38    |         |          | .00 |
|      | .00 | -9445.96 | -48901.45 | 2778.45 | 14379.95 |     |
|      | .75 | -9445.96 | -57935.92 | 2778.45 | 16463.79 |     |
|      | .75 |          | 126.38    |         |          | .00 |
| 3    | .00 |          | -1148.83  |         |          | .00 |
|      | .00 | -2823.40 | -14615.89 | 9351.11 | 48403.35 |     |
|      | .75 | -2823.40 | -16733.44 | 9351.11 | 55416.68 |     |
|      | .75 |          | -1148.83  |         |          | .00 |
| 4    | .00 |          | 3374.42   |         |          | .00 |
|      | .00 | -1114.35 | -5850.31  | -59.31  | -311.38  |     |
|      | .75 | -1114.35 | -6686.07  | -59.31  | -355.87  |     |
|      | .75 |          | 3374.42   |         |          | .00 |
| 5    | .00 |          | 3038.06   |         |          | .00 |
|      | .00 | 1096.49  | 5756.58   | -126.04 | -661.69  |     |
|      | .75 | 1096.49  | 6578.95   | -126.04 | -756.22  |     |
|      | .75 |          | 3038.06   |         |          | .00 |
| 3096 |     |          |           |         |          |     |
| 1    | .00 |          | -43484.16 |         |          | .00 |
|      | .00 | 602.40   | 3614.40   | 575.19  | 3451.11  |     |
|      | .75 | 602.40   | 4066.20   | 575.19  | 3882.50  |     |
|      | .75 |          | -43484.16 |         |          | .00 |
| 2    | .00 |          | 126.38    |         |          | .00 |
|      | .00 | -9454.40 | -55905.92 | 2780.98 | 14463.79 |     |
|      | .75 | -9454.40 | -63076.72 | 2780.98 | 18549.53 |     |
|      | .75 |          | 126.38    |         |          | .00 |
| 3    | .00 |          | -1148.83  |         |          | .00 |
|      | .00 | -2825.93 | -16733.44 | 9359.55 | 55416.68 |     |
|      | .75 | -2825.93 | -18852.88 | 9359.55 | 62436.34 |     |
|      | .75 |          | -1148.83  |         |          | .00 |
| 4    | .00 |          | 3374.42   |         |          | .00 |
|      | .00 | -1114.35 | -6686.07  | -59.31  | -355.87  |     |
|      | .75 | -1114.35 | -7521.83  | -59.31  | -400.35  |     |
|      | .75 |          | 3374.42   |         |          | .00 |
| 5    | .00 |          | 3038.06   |         |          | .00 |
|      | .00 | 1096.49  | 6578.95   | -126.04 | -756.22  |     |
|      | .75 | 1096.49  | 7401.32   | -126.04 | -850.74  |     |
|      | .75 |          | 3038.06   |         |          | .00 |
| 3098 |     |          |           |         |          |     |
| 1    | .00 |          | -43463.05 |         |          | .00 |
|      | .00 | -606.98  | -455.24   | 568.82  | 426.62   |     |
|      | .75 | -606.98  | -910.47   | 568.82  | 853.24   |     |
|      | .75 |          | -43463.05 |         |          | .00 |
| 2    | .00 |          | -1703.20  |         |          | .00 |
|      | .00 | -9114.84 | -6785.49  | 2775.60 | 2066.51  |     |
|      | .75 | -9114.84 | -13621.62 | 2775.60 | 4148.21  |     |
|      | .75 |          | -1703.20  |         |          | .00 |
| 3    | .00 |          | -1702.63  |         |          | .00 |

|      |       |          |           |         |          |     |
|------|-------|----------|-----------|---------|----------|-----|
|      | .00   | -2744.45 | -2043.15  | 9143.49 | 6806.99  |     |
|      | .75   | -2744.45 | -4101.49  | 9143.49 | 13664.60 |     |
|      | .75   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1028.15 | -771.11   | -24.31  | -18.24   |     |
|      | .75   | -1028.15 | -1542.23  | -24.31  | -36.47   |     |
|      | .75   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3034.02   |         |          | .00 |
|      | .00   | 1175.63  | 881.72    | 2166.38 | 1624.79  |     |
|      | .75   | 1175.63  | 1763.45   | 2166.38 | 3249.57  |     |
|      | .75   |          | 3034.02   |         |          | .00 |
| 3099 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
|      | .00   | -606.98  | -910.47   | 568.82  | 853.24   |     |
|      | .75   | -606.98  | -1365.71  | 568.82  | 1279.86  |     |
|      | .75   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9173.91 | -13621.62 | 2793.32 | 4148.21  |     |
|      | .75   | -9173.91 | -20502.05 | 2793.32 | 6243.19  |     |
|      | .75   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
|      | .00   | -2762.17 | -4101.49  | 9202.56 | 13664.60 |     |
|      | .75   | -2762.17 | -6173.11  | 9202.56 | 20566.53 |     |
|      | .75   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1028.15 | -1542.23  | -24.31  | -36.47   |     |
|      | .75   | -1028.15 | -2313.34  | -24.31  | -54.71   |     |
|      | .75   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3034.02   |         |          | .00 |
|      | .00   | 1175.63  | 1763.45   | 2166.38 | 3249.57  |     |
|      | .75   | 1175.63  | 2645.17   | 2166.38 | 4874.36  |     |
|      | .75   |          | 3034.02   |         |          | .00 |
| 3100 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
|      | .00   | -606.98  | -1365.71  | 568.82  | 1279.86  |     |
|      | .75   | -606.98  | -1820.94  | 568.82  | 1706.47  |     |
|      | .75   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9224.54 | -20502.05 | 2808.51 | 6243.19  |     |
|      | .75   | -9224.54 | -27420.45 | 2808.51 | 8349.57  |     |
|      | .75   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
|      | .00   | -2777.36 | -6173.11  | 9253.19 | 20566.53 |     |
|      | .75   | -2777.36 | -8256.13  | 9253.19 | 27506.42 |     |
|      | .75   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1028.15 | -2313.34  | -24.31  | -54.71   |     |
|      | .75   | -1028.15 | -3084.45  | -24.31  | -72.94   |     |
|      | .75   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3034.02   |         |          | .00 |
|      | .00   | 1175.63  | 2645.17   | 2166.38 | 4874.36  |     |
|      | .75   | 1175.63  | 3526.90   | 2166.38 | 6499.14  |     |
|      | .75   |          | 3034.02   |         |          | .00 |
| 3101 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
|      | .00   | -606.98  | -1820.94  | 568.82  | 1706.47  |     |
|      | .75   | -606.98  | -2276.18  | 568.82  | 2133.09  |     |
|      | .75   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9266.73 | -27420.45 | 2821.17 | 8349.57  |     |
|      | .75   | -9266.73 | -34370.50 | 2821.17 | 10465.45 |     |
|      | .75   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
|      | .00   | -2790.02 | -8256.13  | 9295.38 | 27506.42 |     |
|      | .75   | -2790.02 | -10348.65 | 9295.38 | 34477.96 |     |
|      | .75   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3013.47   |         |          | .00 |

|      |       |          |           |           |          |     |
|------|-------|----------|-----------|-----------|----------|-----|
|      | .00   | -1028.15 | -3084.45  | -24.31    | -72.94   |     |
|      | .75   | -1028.15 | -3855.57  | -24.31    | -91.18   |     |
|      | .75   |          |           | 3013.47   |          | .00 |
| 5    | .00   |          |           | 3034.02   |          | .00 |
|      | .00   | 1175.63  | 3526.90   | 2166.38   | 6499.14  |     |
|      | .75   | 1175.63  | 4408.62   | 2166.38   | 8123.93  |     |
|      | .75   |          |           | 3034.02   |          | .00 |
| 3102 | ----- |          |           |           |          |     |
| 1    | .00   |          |           | -43463.05 |          | .00 |
|      | .00   | -606.98  | -2276.18  | 568.82    | 2133.09  |     |
|      | .75   | -606.98  | -2731.41  | 568.82    | 2559.71  |     |
|      | .75   |          |           | -43463.05 |          | .00 |
| 2    | .00   |          |           | -1703.20  |          | .00 |
|      | .00   | -9325.81 | -34370.50 | 2838.89   | 10465.45 |     |
|      | .75   | -9325.81 | -41364.85 | 2838.89   | 12594.61 |     |
|      | .75   |          |           | -1703.20  |          | .00 |
| 3    | .00   |          |           | -1702.63  |          | .00 |
|      | .00   | -2807.74 | -10348.65 | 9354.49   | 34477.96 |     |
|      | .75   | -2807.74 | -12654.45 | 9354.49   | 41493.82 |     |
|      | .75   |          |           | -1702.63  |          | .90 |
| 4    | .00   |          |           | 3013.47   |          | .00 |
|      | .00   | -1028.15 | -3855.57  | -24.31    | -91.18   |     |
|      | .75   | -1028.15 | -4626.68  | -24.31    | -109.41  |     |
|      | .75   |          |           | 3013.47   |          | .00 |
| 5    | .00   |          |           | 3034.02   |          | .00 |
|      | .00   | 1175.63  | 4408.62   | 2166.38   | 8123.93  |     |
|      | .75   | 1175.63  | 5290.35   | 2166.38   | 9748.72  |     |
|      | .75   |          |           | 3034.02   |          | .00 |
| 3103 | ----- |          |           |           |          |     |
| 1    | .00   |          |           | -43463.05 |          | .00 |
|      | .00   | -606.98  | -2731.41  | 568.82    | 2559.71  |     |
|      | .75   | -606.98  | -3186.65  | 568.82    | 2986.33  |     |
|      | .75   |          |           | -43463.05 |          | .00 |
| 2    | .00   |          |           | -1703.20  |          | .00 |
|      | .00   | -9325.81 | -41364.85 | 2838.89   | 12594.61 |     |
|      | .75   | -9325.81 | -48359.21 | 2838.89   | 14723.77 |     |
|      | .75   |          |           | -1703.20  |          | .00 |
| 3    | .00   |          |           | -1702.63  |          | .00 |
|      | .00   | -2807.74 | -12454.45 | 9354.49   | 41493.82 |     |
|      | .75   | -2807.74 | -14560.26 | 9354.49   | 48509.69 |     |
|      | .75   |          |           | -1702.63  |          | .00 |
| 4    | .00   |          |           | 3013.47   |          | .00 |
|      | .00   | -1028.15 | -4626.68  | -24.31    | -109.41  |     |
|      | .75   | -1028.15 | -5397.79  | -24.31    | -127.65  |     |
|      | .75   |          |           | 3013.47   |          | .00 |
| 5    | .00   |          |           | 3034.02   |          | .00 |
|      | .00   | 1175.63  | 5290.35   | 2166.38   | 9748.72  |     |
|      | .75   | 1175.63  | 6172.07   | 2166.38   | 11373.50 |     |
|      | .75   |          |           | 3034.02   |          | .00 |
| 3104 | ----- |          |           |           |          |     |
| 1    | .00   |          |           | -43463.05 |          | .00 |
|      | .00   | -606.98  | -3186.65  | 568.82    | 2986.33  |     |
|      | .75   | -606.98  | -3641.88  | 568.82    | 3412.95  |     |
|      | .75   |          |           | -43463.05 |          | .00 |
| 2    | .00   |          |           | -1703.20  |          | .00 |
|      | .00   | -9342.68 | -48359.21 | 2843.95   | 14723.77 |     |
|      | .75   | -9342.68 | -55366.22 | 2843.95   | 16856.73 |     |
|      | .75   |          |           | -1703.20  |          | .00 |
| 3    | .00   |          |           | -1702.63  |          | .00 |
|      | .00   | -2812.80 | -14560.26 | 9371.36   | 48509.69 |     |
|      | .75   | -2812.80 | -16669.86 | 9371.36   | 55538.21 |     |
|      | .75   |          |           | -1702.63  |          | .00 |
| 4    | .00   |          |           | 3013.47   |          | .00 |
|      | .00   | -1028.15 | -5397.79  | -24.31    | -127.65  |     |
|      | .75   | -1028.15 | -6168.91  | -24.31    | -145.88  |     |
|      | .75   |          |           | 3013.47   |          | .00 |
| 5    | .00   |          |           | 3034.02   |          | .00 |

|      |       |          |           |         |          |     |
|------|-------|----------|-----------|---------|----------|-----|
|      | .00   | 1175.63  | 6172.07   | 2166.38 | 11373.50 |     |
|      | .75   | 1175.63  | 7053.80   | 2166.38 | 12998.29 |     |
|      | .75   |          |           | 3034.02 |          | .00 |
| 3105 | ----- |          |           |         |          |     |
| 1    | .00   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
|      | .00   | -606.98  | -3641.88  | 568.82  | 3412.95  | .00 |
|      | .75   | -606.98  | -4097.12  | 568.82  | 3839.57  | .00 |
|      | .75   |          | -43463.05 |         |          | .00 |
| 2    | .00   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
|      | .00   | -9351.12 | -55366.22 | 2846.48 | 16856.73 | .00 |
|      | .75   | -9351.12 | -62379.55 | 2846.48 | 18991.59 | .00 |
|      | .75   |          | -1703.20  |         |          | .00 |
| 3    | .00   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
|      | .00   | -2815.33 | -16669.86 | 9379.80 | 55538.21 | .00 |
|      | .75   | -2815.33 | -18781.35 | 9379.80 | 62573.06 | .00 |
|      | .75   |          | -1702.63  |         |          | .00 |
| 4    | .00   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
|      | .00   | -1028.15 | -6168.91  | -24.31  | -145.88  | .00 |
|      | .75   | -1028.15 | -6940.02  | -24.31  | -164.12  | .00 |
|      | .75   |          | 3013.47   |         |          | .00 |
| 5    | .00   |          | 3034.02   |         |          | .00 |
|      | .00   | 1175.63  | 7053.80   | 2166.38 | 12998.29 | .00 |
|      | .75   | 1175.63  | 7935.52   | 2166.38 | 14623.07 | .00 |
|      | .75   |          | 3034.02   |         |          | .00 |

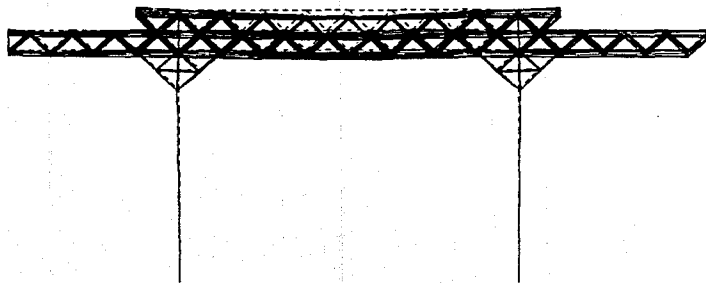


Z  
Y

ACTUAL  
JOINT  
LOADS  
LOAD 1

MINIMA  
P -.1109E+04  
MAXIMA  
P -.8172E+02

SAP90

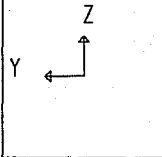
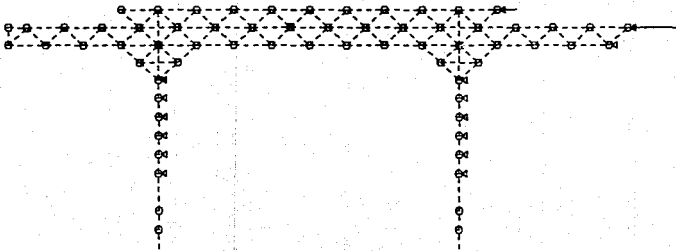


ACTUAL  
DEFORMED  
SHAPE  
LOAD 1

MINIMA  
X  $-.2359E-02$   
Y  $-.2210E-02$   
Z  $-.1069E-01$   
MAXIMA  
X  $.2342E-02$   
Y  $.2193E-02$   
Z  $.2352E-02$

SAP90

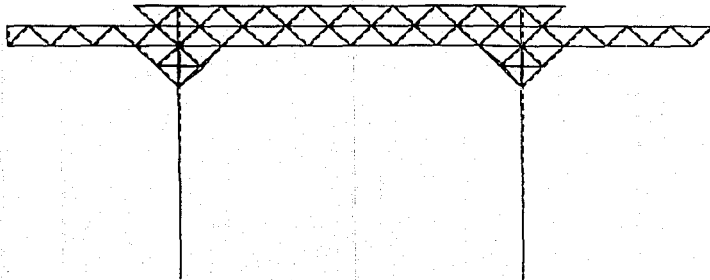




ACTUAL  
 JOINT  
 LOADS  
 LOAD 2

MINIMA  
 P .2530E+01  
 MAXIMA  
 P .1575E+04

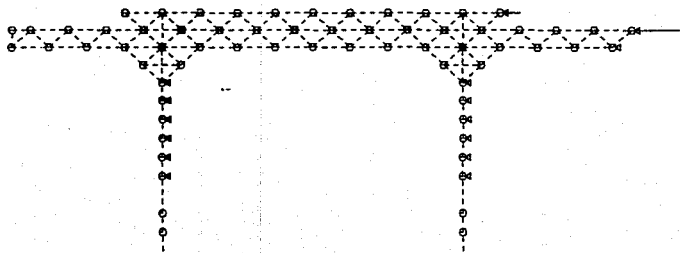
SAP90



ACTUAL  
DEFORMED  
SHAPE  
LOAD 2

MINIMA  
X .0000E+00  
Y .0000E+00  
Z -.3802E-01  
MAXIMA  
X .3778E-01  
Y .1164E-01  
Z .3847E-01

SAP90

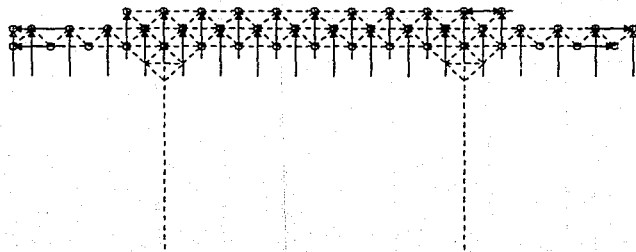


Z  
↑  
Y ←

ACTUAL  
JOINT  
LOADS  
LOAD 3

MINIMA  
P .2530E+01  
MAXIMA  
P .1575E+04

SAP90

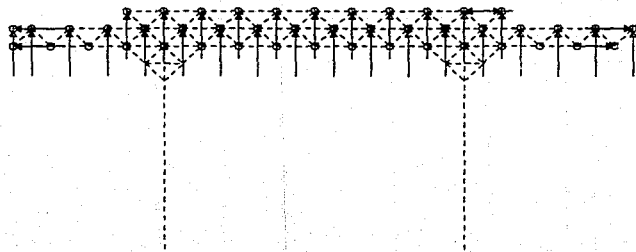


Z  
Y

ACTUAL  
JOINT  
LOADS  
LOAD 4

MINIMA  
P  $-.5513E+02$   
MAXIMA  
P  $.6300E+02$

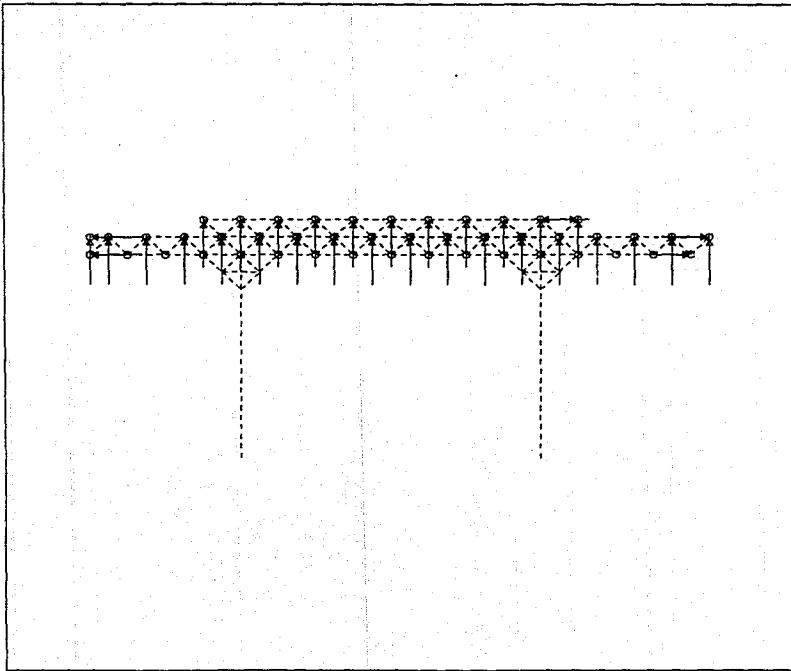
SAP90



ACTUAL  
JOINT  
LOADS  
LOAD 4

MINIMA  
P  $-.5513E+02$   
MAXIMA  
P  $.6300E+02$

SAP90

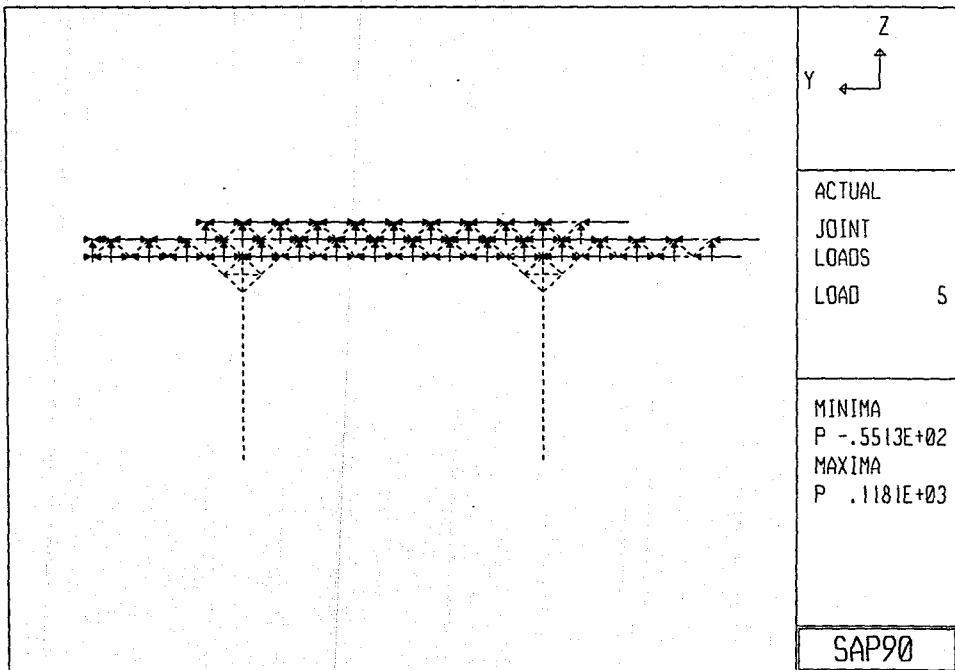


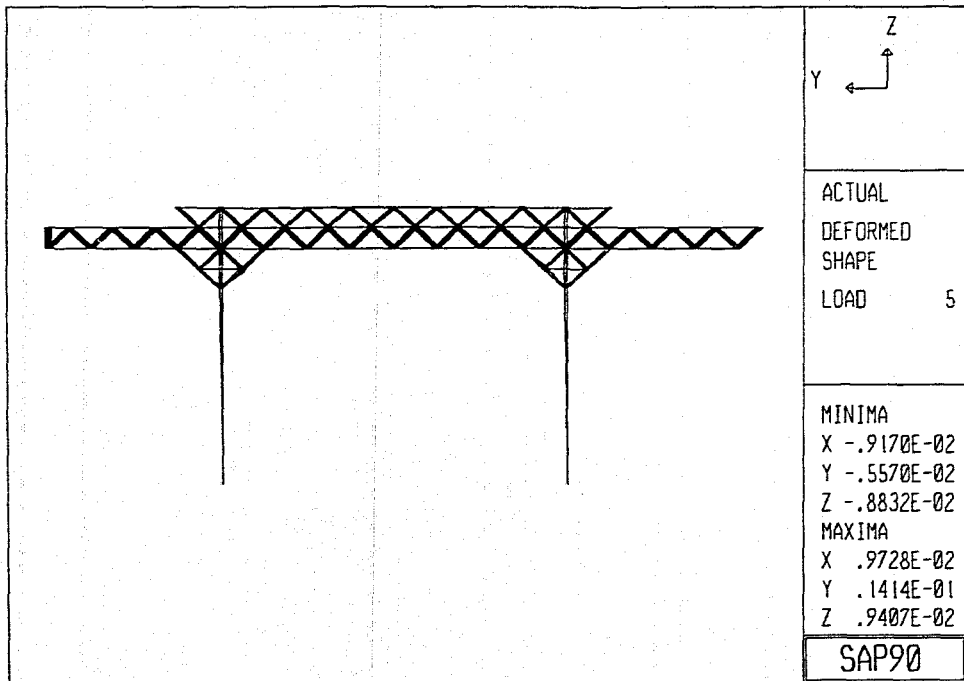
Z  
↑  
Y ←

ACTUAL  
JOINT  
LOADS  
LOAD 4

MINIMA  
P  $-.5513E+02$   
MAXIMA  
P  $.6300E+02$

SAP90







```

          SSSSSSSS  SSSSSSSSS  SSSSSSS  SSSSSSSS  SSSSSSS
        SSSSSSSSS  SSSSSSSSS  SSSSSSSSS  SSSSSSSSSS  SSSSSSSSSS
      SS          SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS
    SS          SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS  SS
  SSSSSSSS  SSSSSSSSSS  SSSSSSSSSS  SSSSSSSSSS  SS  SS
          SS  SS  SS  SS          SS  SS  SS
        SS  SS  SS  SS          SS  SS  SS
SSSSSSSSSS  SS  SS  SS          SSSSSSSSSS  SSSSSSSSSS
SSSSSSSSS  SS  SS  SS          SSSSSSSS  SSSSSSSS

```

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.31

Copyright (C) 1978-1991  
 EDWARD L. WILSON  
 All rights reserved

CS1 / SAP90 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1

PROGRAM:SAP90/FILE:ACTUAL.SOL

CUBIERTA DE LA TRICOTETICA (ACTUAL)

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

| JOINT | U(X)     | U(Y)     | U(Z)     | R(X)     | R(Y)     | R(Z)     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 147   | -.000228 | -.000130 | -.010166 | -.000285 | .000293  | -.000001 |
| 148   | -.000005 | -.000106 | -.010423 | -.000247 | -.000045 | -.000003 |
| 149   | .000217  | -.000130 | -.010147 | -.000285 | -.000373 | -.000004 |
| 164   | -.000201 | .000085  | -.010419 | .000040  | .000258  | -.000002 |
| 165   | -.000005 | .000081  | -.010644 | .000031  | -.000040 | .000000  |
| 166   | .000195  | .000083  | -.010400 | .000037  | -.000329 | -.000002 |
| 181   | -.000234 | .000297  | -.010160 | .000351  | .000302  | .000004  |
| 182   | -.000006 | .000267  | -.010425 | .000298  | -.000044 | .000003  |
| 183   | .000222  | .000294  | -.010146 | .000346  | -.000380 | .000001  |
| 429   | -.000011 | .000065  | -.010216 | -.000381 | .000150  | -.000000 |
| 430   | -.000009 | .000065  | -.010206 | -.000380 | -.000246 | .000001  |
| 446   | .000023  | .000083  | -.010202 | -.000146 | .000400  | -.000002 |
| 447   | -.000013 | .000077  | -.010458 | -.000117 | .000118  | -.000001 |
| 448   | -.000005 | .000077  | -.010648 | -.000117 | -.000195 | .000001  |
| 449   | .000004  | .000083  | -.010172 | -.000147 | -.000459 | .000002  |
| 464   | -.000023 | .000088  | -.010193 | .000237  | .000406  | -.000001 |
| 465   | -.000013 | .000088  | -.010658 | .000179  | .000121  | -.000001 |
| 466   | -.000005 | .000087  | -.010649 | .000177  | -.000197 | .000001  |
| 467   | .000005  | .000087  | -.010168 | .000232  | -.000464 | .000001  |
| 483   | -.000010 | .000098  | -.010217 | .000420  | .000157  | -.000002 |
| 484   | -.000008 | .000098  | -.010212 | .000418  | -.000250 | .000001  |
| 667   | .000196  | .000279  | -.010212 | -.000213 | .000218  | -.000002 |
| 668   | -.000014 | .000246  | -.010469 | -.000186 | -.000131 | .000008  |
| 669   | -.000223 | .000278  | -.010192 | -.000214 | -.000448 | .000016  |
| 678   | .000168  | .000082  | -.010465 | .000122  | .000192  | -.000009 |
| 679   | -.000013 | .000083  | -.010691 | .000103  | -.000116 | -.000000 |
| 680   | -.000194 | .000083  | -.010446 | .000120  | -.000394 | .000008  |
| 689   | .000203  | -.000113 | -.010204 | .000421  | .000226  | -.000016 |
| 690   | -.000012 | -.000081 | -.010471 | .000358  | -.000132 | -.000008 |
| 691   | -.000226 | -.000110 | -.010190 | .000416  | -.000456 | .000001  |

CUBIERTA DE LA TRICOETICA (ACTUAL)

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 2 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

| JOINT | U(X)    | U(Y)    | U(Z)     | R(X)     | R(Y)     | R(Z)     |
|-------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 21    | .037476 | .010865 | .000147  | -.000111 | .000185  | .000054  |
| 22    | .037450 | .010950 | .000000  | -.000007 | .000036  | .000039  |
| 23    | .037391 | .010997 | .000000  | .000056  | .000001  | .000030  |
| 24    | .037323 | .011019 | .000000  | .000059  | -.000001 | .000035  |
| 25    | .037261 | .011037 | .000000  | -.000005 | -.000003 | .000042  |
| 26    | .037210 | .011059 | .000000  | -.000092 | -.000047 | .000040  |
| 27    | .037158 | .011077 | .000115  | -.000162 | -.000066 | .000031  |
| 28    | .037094 | .011099 | .000209  | -.000162 | -.000041 | .000020  |
| 29    | .037031 | .011128 | .000251  | -.000095 | .000001  | .000012  |
| 38    | .037411 | .010698 | .000000  | .000066  | .000097  | .000051  |
| 39    | .037387 | .010958 | .000042  | .000092  | -.000033 | .000043  |
| 40    | .037317 | .010993 | .000126  | .000128  | -.000025 | .000036  |
| 41    | .037231 | .011009 | .000136  | .000121  | .000041  | .000045  |
| 42    | .037157 | .011025 | .000034  | .000036  | .000080  | .000053  |
| 43    | .037110 | .011048 | -.000083 | -.000067 | .000036  | .000047  |
| 44    | .037080 | .011069 | -.000094 | -.000123 | -.000039 | .000035  |
| 45    | .037049 | .011094 | .000001  | -.000109 | -.000085 | .000027  |
| 46    | .037009 | .011123 | .000146  | -.000040 | -.000088 | .000022  |
| 55    | .037315 | .010920 | .000256  | .000141  | .000099  | .000046  |
| 56    | .037287 | .010954 | .000240  | .000133  | -.000050 | .000044  |
| 57    | .037213 | .010978 | .000364  | .000154  | -.000045 | .000040  |
| 58    | .037100 | .010975 | .000371  | .000145  | .000110  | .000062  |
| 59    | .037014 | .010989 | .000106  | .000022  | .000200  | .000066  |
| 72    | .037214 | .010891 | .000454  | .000054  | .000111  | .000039  |
| 73    | .037179 | .010921 | .000420  | .000050  | -.000048 | .000034  |
| 74    | .037062 | .010932 | .000568  | .000042  | -.000051 | .000022  |
| 89    | .037150 | .010848 | .000463  | -.000073 | .000115  | .000021  |
| 90    | .037111 | .010877 | .000423  | -.000075 | -.000037 | .000015  |
| 91    | .037003 | .010888 | .000544  | -.000093 | -.000017 | .000009  |
| 92    | .036796 | .010885 | .000520  | -.000111 | .000275  | .000004  |
| 106   | .037135 | .010823 | .000273  | -.000155 | .000109  | .000011  |
| 107   | .037099 | .010849 | .000242  | -.000146 | -.000031 | .000004  |
| 108   | .037000 | .010863 | .000337  | -.000164 | -.000003 | .000003  |
| 123   | .037142 | .010853 | .000000  | -.000024 | .000116  | -.000001 |
| 124   | .037117 | .010854 | .000017  | -.000094 | -.000012 | .000000  |
| 125   | .037042 | .010861 | .000070  | -.000134 | .000002  | -.000001 |
| 140   | .037131 | .010887 | .000115  | .000065  | .000208  | -.000003 |
| 141   | .037111 | .010874 | -.000068 | -.000003 | .000048  | .000003  |
| 142   | .037062 | .010881 | -.000084 | -.000032 | .000001  | .000006  |
| 157   | .037107 | .010869 | .000216  | .000026  | .000253  | .000015  |
| 158   | .037091 | .010887 | -.000037 | .000043  | .000075  | .000014  |
| 159   | .037053 | .010903 | -.000075 | .000062  | -.000009 | .000016  |
| 174   | .037079 | .010841 | .000217  | -.000040 | .000199  | .000032  |
| 175   | .037060 | .010891 | .000047  | .000062  | .000028  | .000024  |
| 176   | .037012 | .010916 | .000072  | .000133  | -.000031 | .000023  |
| 191   | .037047 | .010835 | .000112  | -.000068 | .000064  | .000043  |
| 192   | .037020 | .010893 | .000149  | .000071  | -.000082 | .000030  |
| 276   | .037037 | .010834 | .000431  | -.000237 | .000369  | -.000023 |
| 277   | .037021 | .010815 | .000004  | -.000228 | .000184  | -.000022 |
| 295   | .037779 | .010939 | .000550  | -.000184 | .000262  | .000058  |
| 296   | .037615 | .010980 | .000164  | -.000080 | .000099  | .000045  |
| 297   | .037485 | .010984 | .000043  | .000017  | .000025  | .000034  |
| 298   | .037389 | .010987 | .000016  | .000059  | -.000011 | .000037  |
| 299   | .037311 | .011031 | .000037  | .000027  | -.000038 | .000044  |
| 300   | .037240 | .011117 | .000102  | -.000060 | -.000076 | .000042  |
| 301   | .037165 | .011202 | .000229  | -.000151 | -.000089 | .000030  |

|     |         |         |          |          |          |          |
|-----|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 302 | .037110 | .011246 | .000366  | -.000192 | -.000033 | .000016  |
| 303 | .037070 | .011243 | .000404  | -.000153 | .000034  | .000007  |
| 304 | .037039 | .011209 | .000338  | -.000061 | .000092  | .000002  |
| 305 | .037015 | .011160 | .000184  | .000046  | .000118  | .000004  |
| 313 | .037650 | .010890 | .000278  | -.000005 | .000164  | .000050  |
| 314 | .037487 | .010931 | .000050  | .000038  | .000006  | .000040  |
| 315 | .037385 | .010935 | .000076  | .000093  | -.000021 | .000037  |
| 316 | .037318 | .010938 | .000110  | .000124  | .000011  | .000044  |
| 317 | .037263 | .010982 | .000085  | .000092  | .000039  | .000048  |
| 318 | .037202 | .011068 | .000021  | -.000017 | .000013  | .000045  |
| 319 | .037124 | .011153 | .000012  | -.000108 | -.000043 | .000035  |
| 320 | .037061 | .011197 | .000087  | -.000139 | -.000062 | .000025  |
| 321 | .037012 | .011194 | .000183  | -.000095 | -.000050 | .000018  |
| 332 | .037376 | .010862 | .000143  | .000144  | -.000038 | .000042  |
| 333 | .037277 | .010889 | .000237  | .000146  | -.000053 | .000040  |
| 334 | .037223 | .010886 | .000315  | .000186  | .000044  | .000057  |
| 335 | .037197 | .010937 | .000223  | .000109  | .000136  | .000060  |
| 336 | .037148 | .011042 | .000003  | -.000037 | .000106  | .000053  |
| 337 | .037067 | .011129 | -.000144 | -.000125 | -.000005 | .000043  |
| 349 | .037447 | .010811 | .000566  | .000084  | .000140  | .000044  |
| 350 | .037283 | .010854 | .000376  | .000084  | -.000032 | .000037  |
| 351 | .037158 | .010877 | .000465  | .000081  | -.000090 | .000029  |
| 352 | .037091 | .010860 | .000611  | .000074  | .000104  | .000050  |
| 353 | .037113 | .010913 | .000394  | -.000025 | .000283  | .000079  |
| 354 | .037077 | .011029 | -.000062 | -.000084 | .000205  | .000072  |
| 367 | .037363 | .010843 | .000675  | -.000047 | .000141  | .000029  |
| 368 | .037199 | .010884 | .000483  | -.000045 | -.000028 | .000023  |
| 369 | .037065 | .010909 | .000567  | -.000053 | -.000075 | .000016  |
| 385 | .037327 | .010884 | .000580  | -.000161 | .000143  | .000016  |
| 386 | .037163 | .010920 | .000385  | -.000148 | -.000021 | .000012  |
| 387 | .037038 | .010945 | .000456  | -.000149 | -.000048 | .000005  |
| 403 | .037321 | .010897 | .000316  | -.000044 | .000129  | -.000004 |
| 404 | .037157 | .010928 | .000140  | -.000099 | -.000025 | -.000004 |
| 405 | .037055 | .010954 | .000212  | -.000142 | -.000033 | -.000002 |
| 421 | .037362 | .010852 | .000282  | .000115  | .000191  | -.000008 |
| 422 | .037199 | .010879 | .000014  | .000021  | .000029  | -.000000 |
| 423 | .037097 | .010923 | .000006  | -.000052 | -.000004 | .000001  |
| 424 | .037032 | .010947 | .000014  | -.000056 | .000042  | -.000007 |
| 439 | .037406 | .010840 | .000482  | .000044  | .000290  | .000014  |
| 440 | .037243 | .010859 | .000068  | .000039  | .000107  | .000015  |
| 441 | .037118 | .010883 | -.000052 | .000035  | .000008  | .000013  |
| 442 | .037031 | .010895 | -.000045 | .000050  | -.000010 | .000014  |
| 457 | .037377 | .010846 | .000535  | -.000076 | .000286  | .000037  |
| 458 | .037213 | .010856 | .000127  | .000016  | .000100  | .000029  |
| 459 | .037084 | .010850 | .000020  | .000097  | -.000008 | .000027  |
| 475 | .037276 | .010857 | .000395  | -.000162 | .000180  | .000052  |
| 476 | .037112 | .010860 | .000145  | -.000005 | .000004  | .000037  |
| 493 | .037127 | .010856 | .000129  | .000046  | .000009  | .000021  |
| 511 | .037076 | .010821 | .000243  | .000289  | -.000004 | -.000023 |
| 529 | .037158 | .010852 | .000717  | .000201  | .000160  | -.000037 |
| 547 | .037276 | .010912 | .001006  | -.000003 | .000317  | -.000034 |
| 548 | .037113 | .010911 | .000552  | -.000090 | .000141  | -.000028 |
| 565 | .037377 | .010970 | .000970  | -.000210 | .000405  | -.000021 |
| 566 | .037213 | .010959 | .000383  | -.000215 | .000220  | -.000020 |
| 567 | .037080 | .010955 | .000097  | -.000219 | .000112  | -.000022 |
| 583 | .037427 | .011005 | .000619  | -.000322 | .000403  | -.000014 |
| 584 | .037263 | .010987 | .000034  | -.000277 | .000213  | -.000016 |
| 585 | .037125 | .010963 | -.000241 | -.000232 | .000073  | -.000019 |
| 586 | .037011 | .010929 | -.000322 | -.000164 | -.000015 | -.000021 |
| 604 | .037091 | .010806 | .000000  | -.000317 | .000350  | -.000005 |
| 605 | .037081 | .010808 | -.000365 | -.000269 | .000157  | -.000010 |
| 606 | .037054 | .010803 | -.000496 | -.000227 | .000019  | -.000012 |
| 607 | .037017 | .010813 | -.000433 | -.000130 | -.000081 | -.000022 |
| 619 | .037221 | .011037 | .000665  | -.000152 | .000350  | .000012  |
| 620 | .037154 | .011032 | .000138  | -.000091 | .000302  | .000010  |

|      |         |         |          |          |          |          |
|------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 621  | .037022 | .011022 | -.000308 | .000010  | .000125  | .000021  |
| 630  | .037179 | .011017 | .000436  | -.000122 | .000288  | .000014  |
| 631  | .037112 | .011012 | .000003  | -.000061 | .000234  | .000012  |
| 641  | .037135 | .010997 | .000256  | -.000104 | .000216  | .000007  |
| 642  | .037068 | .010973 | -.000064 | -.000029 | .000172  | .000003  |
| 652  | .037096 | .010952 | .000099  | -.000042 | .000136  | .000007  |
| 653  | .037029 | .010928 | -.000101 | .000024  | .000102  | .000004  |
| 663  | .037053 | .010898 | .000044  | .000038  | .000069  | .000007  |
| 674  | .037029 | .010848 | .000113  | .000105  | .000058  | .000009  |
| 685  | .037021 | .010812 | .000284  | .000144  | .000103  | .000012  |
| 696  | .037028 | .010804 | .000513  | .000053  | .000203  | .000024  |
| 707  | .037016 | .010843 | .000576  | -.000064 | .000278  | .000029  |
| 1046 | .037438 | .011005 | .000372  | -.000307 | .000374  | -.000011 |
| 1047 | .037274 | .010987 | -.000177 | -.000268 | .000185  | -.000015 |
| 1048 | .037138 | .010963 | -.000416 | -.000229 | .000037  | -.000021 |
| 1049 | .037016 | .010929 | -.000444 | -.000169 | -.000080 | -.000042 |
| 1100 | .000000 | .000000 | .038469  | .000000  | .000000  | .013342  |
| 1102 | .000000 | .000000 | -.038021 | .000000  | .000000  | -.013426 |
| 1104 | .000000 | .000000 | .038237  | .000000  | .000000  | .013134  |
| 1106 | .000000 | .000000 | -.037854 | .000000  | .000000  | -.013392 |

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE  
PROGRAM:SAP90/FILE:ACTUAL.SOL

CUBIERTA DE LA TRIQUETICA (ACTUAL)

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 3 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

| JOINT | U(X)    | U(Y)    | U(Z)     | R(X)     | R(Y)     | R(Z)     |
|-------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 21    | .011071 | .037185 | .000302  | -.000287 | .000217  | -.000030 |
| 22    | .011093 | .037175 | .000000  | -.000141 | .000077  | -.000032 |
| 23    | .011114 | .037136 | .000000  | -.000055 | .000003  | -.000031 |
| 24    | .011116 | .037086 | .000000  | .000007  | -.000000 | -.000022 |
| 25    | .011127 | .037057 | .000000  | .000026  | -.000004 | -.000003 |
| 26    | .011172 | .037054 | .000000  | -.000028 | -.000144 | .000023  |
| 27    | .011201 | .037053 | .000356  | -.000205 | -.000201 | .000036  |
| 28    | .011166 | .037055 | .000637  | -.000349 | -.000111 | .000021  |
| 29    | .011108 | .037062 | .000737  | -.000379 | .000019  | .000003  |
| 30    | .011054 | .037073 | .000626  | -.000293 | .000142  | -.000014 |
| 31    | .011032 | .037085 | .000339  | -.000118 | .000207  | -.000024 |
| 32    | .011066 | .037094 | .000000  | .000038  | .000052  | .000000  |
| 33    | .011150 | .037103 | .000088  | .000009  | -.000041 | .000037  |
| 34    | .011161 | .037143 | .000144  | -.000083 | .000006  | .000053  |
| 35    | .011164 | .037219 | .000092  | -.000145 | .000047  | .000053  |
| 36    | .011206 | .037301 | .000000  | -.000177 | -.000085 | .000057  |
| 37    | .011245 | .037371 | .000266  | -.000270 | -.000160 | .000070  |
| 38    | .011144 | .037166 | .000000  | -.000118 | .000061  | -.000016 |
| 39    | .011150 | .037154 | -.000040 | .000006  | -.000027 | -.000022 |
| 40    | .011149 | .037108 | .000052  | .000095  | -.000071 | -.000025 |
| 41    | .011133 | .037049 | .000155  | .000151  | -.000036 | -.000014 |
| 42    | .011116 | .037014 | .000176  | .000155  | .000012  | .000005  |
| 43    | .011113 | .037018 | .000148  | .000089  | -.000003 | .000021  |
| 44    | .011118 | .037027 | .000176  | -.000054 | -.000038 | .000027  |
| 45    | .011114 | .037038 | .000239  | -.000169 | -.000041 | .000017  |
| 46    | .011102 | .037048 | .000294  | -.000190 | -.000022 | .000006  |
| 47    | .011089 | .037056 | .000313  | -.000115 | .000005  | -.000004 |
| 48    | .011080 | .037059 | .000293  | .000033  | .000024  | -.000010 |
| 49    | .011082 | .037058 | .000258  | .000157  | .000017  | .000007  |
| 50    | .011084 | .037060 | .000237  | .000140  | .000036  | .000035  |
| 51    | .011080 | .037106 | .000150  | .000059  | .000083  | .000050  |
| 52    | .011087 | .037189 | .000003  | -.000005 | .000083  | .000051  |
| 53    | .011113 | .037274 | -.000087 | -.000060 | -.000005 | .000048  |
| 54    | .011129 | .037333 | .000000  | -.000164 | -.000047 | .000052  |
| 55    | .011176 | .037127 | -.000101 | -.000024 | -.000048 | -.000010 |

|     |         |         |          |          |          |          |
|-----|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 56  | .011174 | .037094 | .000022  | .000031  | -.000118 | -.000016 |
| 57  | .011161 | .037033 | .000244  | .000086  | -.000146 | -.000021 |
| 62  | .011079 | .037000 | .000061  | -.000078 | .000002  | .000015  |
| 63  | .011090 | .037018 | .000096  | -.000074 | -.000057 | .000005  |
| 64  | .011093 | .037014 | .000215  | -.000035 | -.000098 | -.000002 |
| 68  | .011010 | .037004 | .000289  | .000027  | .000155  | .000048  |
| 69  | .011014 | .037113 | .000033  | -.000017 | .000143  | .000048  |
| 70  | .011032 | .037206 | -.000149 | -.000052 | .000077  | .000043  |
| 71  | .011042 | .037274 | -.000240 | -.000098 | .000051  | .000040  |
| 72  | .011174 | .037077 | -.000092 | .000023  | -.000066 | -.000017 |
| 73  | .011166 | .037015 | .000057  | -.000018 | -.000130 | .000026  |
| 86  | .010965 | .037007 | -.000046 | -.000137 | .000137  | .000059  |
| 87  | .010979 | .037133 | -.000228 | -.000059 | .000078  | .000048  |
| 88  | .010987 | .037230 | -.000330 | -.000002 | .000060  | .000041  |
| 89  | .011164 | .037017 | -.000041 | .000030  | .000006  | -.000025 |
| 104 | .010954 | .037070 | -.000318 | -.000039 | -.000018 | .000046  |
| 105 | .010961 | .037180 | -.000280 | .000069  | -.000027 | .000037  |
| 121 | .010955 | .037025 | -.000346 | .000027  | -.000127 | .000031  |
| 122 | .010960 | .037113 | -.000146 | .000093  | .000130  | .000021  |
| 295 | .011248 | .037546 | .000879  | -.000390 | .000309  | -.000033 |
| 296 | .011199 | .037440 | .000417  | -.000245 | .000173  | -.000032 |
| 297 | .011135 | .037334 | .000180  | -.000126 | .000043  | -.000032 |
| 298 | .011113 | .037233 | .000130  | -.000051 | .000028  | -.000027 |
| 299 | .011109 | .037158 | .000086  | .000001  | .000007  | -.000008 |
| 300 | .011107 | .037150 | .000077  | -.000003 | .000162  | .000026  |
| 301 | .011071 | .037240 | .000362  | -.000136 | -.000310 | .000042  |
| 302 | .011077 | .037373 | .000857  | -.000336 | -.000191 | .000023  |
| 303 | .011102 | .037439 | .001126  | -.000429 | -.000002 | .000001  |
| 304 | .011134 | .037428 | .001096  | -.000399 | .000187  | -.000021 |
| 305 | .011162 | .037344 | .000777  | -.000256 | .000316  | -.000035 |
| 306 | .011173 | .037211 | .000271  | -.000043 | .000147  | -.000005 |
| 307 | .011143 | .037168 | .000085  | .000032  | -.000085 | .000038  |
| 308 | .011165 | .037254 | .000250  | -.000063 | -.000055 | .000052  |
| 309 | .011199 | .037377 | .000327  | -.000155 | .000032  | .000051  |
| 310 | .011212 | .037486 | .000265  | -.000189 | -.000068 | .000058  |
| 311 | .011178 | .037602 | .000397  | -.000245 | -.000212 | .000070  |
| 312 | .011178 | .037745 | .000740  | -.000344 | -.000227 | .000052  |
| 313 | .011237 | .037382 | .000300  | -.000216 | .000158  | -.000020 |
| 314 | .011188 | .037276 | .000069  | -.000075 | .000058  | -.000021 |
| 315 | .011129 | .037170 | .000011  | .000040  | -.000032 | -.000025 |
| 316 | .011113 | .037069 | .000073  | .000116  | -.000024 | -.000018 |
| 319 | .011083 | .037077 | .000177  | .000019  | -.000123 | .000030  |
| 320 | .011080 | .037210 | .000374  | -.000157 | -.000093 | .000017  |
| 321 | .011091 | .037276 | .000504  | -.000238 | -.000022 | .000003  |
| 322 | .011109 | .037264 | .000519  | -.000208 | .000059  | -.000010 |
| 323 | .011127 | .037180 | .000413  | -.000077 | .000117  | -.000018 |
| 324 | .011135 | .037048 | .000224  | .000112  | .000065  | .000008  |
| 325 | .011110 | .037005 | .000149  | .000178  | -.000010 | .000033  |
| 326 | .011131 | .037090 | .000174  | .000095  | .000032  | .000046  |
| 327 | .011157 | .037213 | .000113  | .000099  | .000070  | .000046  |
| 328 | .011158 | .037322 | -.000001 | -.000037 | -.000013 | .000052  |
| 329 | .011115 | .037438 | .000047  | -.000111 | -.000113 | .000055  |
| 330 | .011115 | .037582 | .000231  | -.000231 | -.000120 | .000026  |
| 331 | .011190 | .037242 | .000003  | -.000078 | .000009  | -.000013 |
| 332 | .011140 | .037162 | -.000004 | -.000001 | -.000063 | -.000019 |
| 333 | .011098 | .037064 | .000110  | .000073  | -.000112 | -.000023 |
| 338 | .011103 | .037085 | .000179  | -.000071 | -.000001 | .000018  |
| 339 | .011080 | .037140 | .000191  | -.000104 | -.000036 | .000005  |
| 340 | .011062 | .037129 | .000252  | -.000078 | -.000055 | -.000007 |
| 341 | .011050 | .037058 | .000339  | -.000001 | -.000059 | -.000013 |
| 345 | .011130 | .037097 | .000164  | .000036  | .000125  | .000048  |
| 346 | .011120 | .037222 | -.000023 | -.000023 | .000058  | .000050  |
| 347 | .011097 | .037343 | -.000092 | -.000083 | .000010  | .000046  |
| 348 | .011097 | .037457 | -.000100 | -.000157 | -.000001 | .000023  |
| 349 | .011151 | .037128 | -.000096 | .000029  | -.000065 | -.000021 |

|      |         |         |          |          |          |          |
|------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 350  | .011102 | .037079 | .000009  | .000008  | -.000130 | -.000027 |
| 351  | .011052 | .037006 | .000222  | -.000017 | -.000192 | -.000040 |
| 356  | .011109 | .037001 | .000087  | -.000078 | .000031  | -.000027 |
| 357  | .011062 | .037037 | .000061  | -.000043 | -.000054 | -.000005 |
| 358  | .011021 | .037031 | .000159  | -.000031 | -.000117 | -.000014 |
| 363  | .011116 | .037037 | .000219  | -.000141 | .000185  | .000069  |
| 364  | .011093 | .037158 | -.000058 | -.000083 | .000111  | .000058  |
| 365  | .011074 | .037252 | -.000210 | -.000042 | .000079  | -.000051 |
| 366  | .011074 | .037331 | -.000325 | -.000004 | .000072  | .000051  |
| 367  | .011168 | .037041 | -.000035 | .000077  | -.000032 | -.000029 |
| 368  | .011119 | .037017 | .000021  | -.000013 | -.000090 | -.000031 |
| 381  | .011023 | .037034 | -.000046 | -.000275 | .000108  | .000065  |
| 382  | .011007 | .037107 | -.000199 | -.000116 | .000050  | .000055  |
| 383  | .010996 | .037163 | -.000263 | .000004  | .000027  | .000049  |
| 384  | .010996 | .037214 | -.000302 | .000112  | .000019  | .000063  |
| 400  | .010896 | .037031 | -.000378 | -.000039 | -.000083 | .000034  |
| 401  | .010897 | .037076 | -.000246 | .000051  | -.000090 | .000031  |
| 402  | .010897 | .037111 | -.000109 | .000134  | -.000105 | .000036  |
| 420  | .010846 | .037031 | .000100  | .000054  | -.000188 | -.000010 |
| 619  | .011187 | .037052 | .000657  | -.000354 | .000147  | .000010  |
| 620  | .011167 | .037042 | .000435  | -.000288 | .000114  | .000009  |
| 621  | .011148 | .037034 | .000267  | -.000216 | .000097  | .000017  |
| 622  | .011104 | .037032 | .000120  | -.000136 | .000036  | .000016  |
| 623  | .011050 | .037025 | .000073  | -.000069 | -.000041 | .000015  |
| 624  | .011002 | .037034 | .000148  | -.000059 | -.000104 | .000011  |
| 625  | .010968 | .037054 | .000316  | -.000105 | -.000137 | .000007  |
| 626  | .010961 | .037088 | .000533  | -.000203 | -.000044 | -.000006 |
| 627  | .011000 | .037100 | .000583  | -.000275 | .000072  | -.000011 |
| 628  | .011044 | .037104 | .000457  | -.000303 | .000081  | -.000003 |
| 629  | .011044 | .037113 | .000339  | -.000334 | .000075  | -.000012 |
| 637  | .010996 | .037021 | .000236  | -.000147 | .000027  | -.000013 |
| 638  | .011037 | .037033 | .000172  | -.000203 | .000103  | -.000013 |
| 639  | .011063 | .037037 | .000001  | -.000237 | .000114  | -.000002 |
| 640  | .011063 | .037046 | -.000162 | -.000280 | .000100  | -.000010 |
| 1101 | .000000 | .000000 | .000000  | .000000  | .000000  | -.013455 |
| 1103 | .000000 | .000000 | .038378  | .000000  | .000000  | -.013241 |
| 1104 | .000000 | .000000 | .011415  | .000000  | .000000  | .044148  |
| 1105 | .000000 | .000000 | -.037885 | .000000  | .000000  | .013312  |
| 1106 | .000000 | .000000 | -.011411 | .000000  | .000000  | -.044226 |
| 1107 | .000000 | .000000 | -.037972 | .000000  | .000000  | .013280  |

CS1 / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 70  
PROGRAM:SAP90/FILE:ACTUAL.SOL

CUBIERTA DE LA TRICÓETICA (ACTUAL)

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 4 - DISPLACEMENTS "UM" AND ROTATIONS "MR"

| JOINT | U(X)    | U(Y)     | U(Z)     | R(X)     | R(Y)     | R(Z)     |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 21    | .004507 | -.000156 | .000014  | -.000008 | .000012  | .000017  |
| 22    | .004503 | -.000126 | .000000  | .000019  | .000001  | .000015  |
| 26    | .004502 | -.000040 | .000000  | .000040  | -.000101 | .000011  |
| 27    | .004515 | -.000032 | .000248  | .000014  | -.000145 | .000015  |
| 295   | .004539 | -.000165 | .000055  | -.000031 | .000030  | .000018  |
| 296   | .004527 | -.000148 | .000010  | .000002  | .000012  | .000017  |
| 297   | .004514 | -.000130 | -.000006 | .000021  | -.000005 | .000018  |
| 298   | .004503 | -.000101 | .000005  | .000010  | -.000003 | .000016  |
| 313   | .004504 | -.000165 | .000008  | .000046  | -.000002 | .000011  |
| 1100  | .000000 | .000000  | .004790  | .000000  | .000000  | -.000011 |
| 1102  | .000000 | .000000  | -.004287 | .000000  | .000000  | -.000085 |
| 1104  | .000000 | .000000  | .004660  | .000000  | .000000  | -.000112 |
| 1106  | .000000 | .000000  | -.004154 | .000000  | .000000  | -.000011 |

CS1 / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 93

## CUBIERTA DE LA TRIGONETICA (ACTUAL)

## JOINT DISPLACEMENTS

## LOAD CONDITION 5 - DISPLACEMENTS "UM" AND ROTATIONS "MR"

| JOINT | U(X)     | U(Y)     | U(Z)     | R(X)     | R(Y)     | R(Z)    |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 10    | .004903  | .009346  | .000037  | -.000053 | .000116  | .000776 |
| 12    | .003742  | .009333  | -.000051 | -.000031 | .000118  | .000769 |
| 18    | -.003937 | .009076  | .000273  | -.000226 | -.000015 | .000771 |
| 20    | -.005104 | .009091  | -.000054 | -.000187 | -.000006 | .000777 |
| 21    | .009132  | -.004903 | .000007  | -.000004 | -.000004 | .000782 |
| 22    | .009131  | -.003721 | .000000  | .000017  | -.000000 | .000778 |
| 23    | .009126  | -.002553 | .000000  | .000015  | -.000001 | .000776 |
| 24    | .009119  | -.001394 | .000000  | .000003  | -.000000 | .000771 |
| 25    | .009115  | -.000237 | .000000  | .000011  | -.000002 | .000763 |
| 26    | .009134  | .000914  | .000000  | .000036  | -.000103 | .000763 |
| 27    | .009148  | .002048  | .000254  | .000010  | -.000150 | .000765 |
| 28    | .009124  | .003176  | .000469  | -.000012 | -.000089 | .000760 |
| 29    | .009082  | .004308  | .000552  | -.000005 | .000011  | .000756 |
| 30    | .009042  | .005447  | .000470  | .000030  | .000108  | .000753 |
| 31    | .009026  | .006590  | .000252  | .000089  | .000155  | .000750 |
| 32    | .009059  | .007731  | .000000  | .000127  | .000038  | .000763 |
| 33    | .009097  | .008864  | .000068  | .000066  | -.000037 | .000778 |
| 34    | .009095  | .010010  | .000124  | .000007  | -.000003 | .000779 |
| 35    | .009082  | .011178  | .000097  | .000001  | .000046  | .000776 |
| 36    | .009085  | .012357  | .000000  | .000019  | .000026  | .000780 |
| 37    | .009098  | .013536  | .000001  | -.000000 | -.000004 | .000784 |
| 51    | .007922  | .009996  | .000136  | -.000005 | .000022  | .000778 |
| 52    | .007921  | .011167  | .000102  | -.000004 | .000028  | .000777 |
| 53    | .007921  | .012351  | .000056  | .000025  | .000028  | .000780 |
| 54    | .007926  | .013540  | .000000  | .000050  | .000010  | .000781 |
| 68    | .006754  | .009975  | .000105  | -.000044 | .000035  | .000779 |
| 69    | .006766  | .011151  | .000079  | -.000028 | -.000000 | .000779 |
| 70    | .006770  | .012338  | .000093  | .000013  | -.000014 | .000781 |
| 71    | .006772  | .013535  | .000119  | .000061  | -.000024 | .000781 |
| 85    | .005589  | .009961  | .000002  | -.000051 | .000031  | .000781 |
| 86    | .005614  | .011139  | .000021  | -.000034 | -.000034 | .000777 |
| 87    | .005623  | .012321  | .000097  | -.000007 | -.000057 | .000778 |
| 88    | .005625  | .013506  | .000194  | .000017  | -.000067 | .000776 |
| 102   | .004427  | .009962  | -.000069 | -.000003 | .000031  | .000775 |
| 103   | .004464  | .011139  | -.000023 | .000002  | -.000050 | .000773 |
| 104   | .004474  | .012309  | .000077  | -.000009 | -.000066 | .000772 |
| 105   | .004477  | .013470  | .000185  | -.000034 | -.000073 | .000768 |
| 119   | .003277  | .009970  | -.000044 | .000090  | .000037  | .000760 |
| 120   | .003319  | .011152  | .000016  | .000074  | -.000030 | .000764 |
| 121   | .003325  | .012306  | .000072  | .000019  | -.000020 | .000761 |
| 122   | .003326  | .013445  | .000100  | -.000058 | -.000021 | .000755 |
| 136   | .002183  | .010009  | .000217  | .000147  | .000043  | .000749 |
| 137   | .002190  | .011161  | .000178  | .000123  | .000021  | .000758 |
| 138   | .002184  | .012310  | .000132  | .000072  | .000055  | .000757 |
| 139   | .002184  | .013454  | .000000  | .000034  | .000051  | .000752 |
| 153   | .001076  | .010004  | .000443  | .000119  | .000048  | .000750 |
| 154   | .001070  | .011151  | .000371  | .000107  | .000058  | .000759 |
| 155   | .001063  | .012307  | .000269  | .000089  | .000078  | .000760 |
| 156   | .001060  | .013465  | .000144  | .000081  | .000078  | .000757 |
| 170   | -.000037 | .009973  | .000599  | .000059  | .000050  | .000754 |
| 171   | -.000048 | .011127  | .000511  | .000055  | .000074  | .000760 |
| 172   | -.000056 | .012287  | .000388  | .000043  | .000087  | .000760 |
| 173   | -.000058 | .013443  | .000254  | .000031  | .000083  | .000754 |
| 187   | -.001152 | .009929  | .000650  | -.000015 | .000049  | .000759 |
| 188   | -.001166 | .011095  | .000558  | -.000012 | .000083  | .000761 |
| 189   | -.001176 | .012259  | .000415  | -.000022 | .000103  | .000760 |
| 190   | -.001180 | .013412  | .000255  | -.000042 | .000101  | .000752 |

|     |          |          |          |          |          |         |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 204 | -.002267 | .009879  | .000583  | -.000091 | .000038  | .000764 |
| 205 | -.002284 | .011064  | .000502  | -.000072 | .000086  | .000763 |
| 206 | -.002299 | .012239  | .000344  | -.000066 | .000123  | .000760 |
| 207 | -.002304 | .013396  | .000145  | -.000083 | .000127  | .000751 |
| 221 | -.003376 | .009828  | .000409  | -.000173 | .000009  | .000777 |
| 222 | -.003399 | .011040  | .000359  | -.000114 | .000057  | .000772 |
| 223 | -.003421 | .012236  | .000235  | -.000052 | .000115  | .000769 |
| 224 | -.003426 | .013421  | .000000  | .000015  | .000117  | .000761 |
| 238 | -.004514 | .009821  | .000104  | -.000168 | -.000032 | .000784 |
| 239 | -.004518 | .011036  | .000171  | -.000102 | -.000020 | .000781 |
| 240 | -.004533 | .012244  | .000180  | -.000017 | .000024  | .000778 |
| 241 | -.004541 | .013450  | .000124  | .000076  | .000039  | .000771 |
| 255 | -.005668 | .009844  | -.000129 | -.000054 | -.000061 | .000781 |
| 256 | -.005651 | .011053  | .000043  | -.000034 | -.000085 | .000781 |
| 257 | -.005658 | .012249  | .000168  | .000000  | -.000057 | .000779 |
| 258 | -.005666 | .013446  | .000242  | .000049  | -.000041 | .000773 |
| 272 | -.006806 | .009896  | -.000087 | .000050  | -.000061 | .000775 |
| 273 | -.006799 | .011075  | .000038  | .000027  | -.000088 | .000778 |
| 274 | -.006803 | .012250  | .000172  | -.000002 | -.000077 | .000778 |
| 275 | -.006808 | .013425  | .000286  | -.000017 | -.000071 | .000776 |
| 289 | -.007959 | .009916  | .000023  | .000074  | -.000044 | .000775 |
| 290 | -.007964 | .011087  | .000099  | .000046  | -.000045 | .000779 |
| 291 | -.007972 | .012249  | .000161  | -.000018 | -.000031 | .000778 |
| 292 | -.007976 | .013398  | .000205  | -.000101 | -.000030 | .000777 |
| 293 | -.009163 | .012250  | .000128  | -.000020 | .000053  | .000784 |
| 294 | -.009170 | .013384  | .000000  | -.000133 | .000055  | .000788 |
| 295 | .009728  | -.005489 | .000032  | -.000020 | .000013  | .000785 |
| 296 | .009721  | -.004311 | .000013  | -.000001 | .000006  | .000782 |
| 297 | .009712  | -.003143 | .000004  | .000015  | -.000006 | .000779 |
| 298 | .009701  | -.001970 | .000015  | .000003  | -.000003 | .000773 |
| 299 | .009689  | -.000806 | .000020  | -.000004 | .000017  | .000763 |
| 300 | .009672  | .000330  | -.000011 | .000025  | -.000072 | .000765 |
| 301 | .009632  | .001472  | .000118  | .000026  | -.000174 | .000767 |
| 302 | .009626  | .002624  | .000396  | -.000012 | -.000116 | .000760 |
| 303 | .009641  | .003759  | .000558  | -.000020 | -.000004 | .000754 |
| 304 | .009665  | .004879  | .000542  | .000002  | .000116  | .000750 |
| 305 | .009686  | .005987  | .000345  | .000052  | .000195  | .000746 |
| 306 | .009689  | .007085  | .000036  | .000123  | .000076  | .000763 |
| 307 | .009657  | .008231  | -.000050 | .000111  | -.000077 | .000780 |
| 308 | .009660  | .009425  | .000092  | .000027  | -.000035 | .000778 |
| 309 | .009679  | .010605  | .000138  | -.000008 | .000046  | .000773 |
| 310 | .009692  | .011766  | .000053  | .000010  | .000040  | .000779 |
| 311 | .009683  | .012941  | -.000004 | .000011  | -.000021 | .000786 |
| 312 | .009677  | .014136  | .000039  | -.000025 | -.000024 | .000776 |
| 326 | .008510  | .009412  | .000136  | .000023  | .000002  | .000775 |
| 327 | .008520  | .010593  | .000129  | -.000007 | .000033  | .000775 |
| 328 | .008528  | .011754  | .000071  | .000015  | .000039  | .000782 |
| 329 | .008522  | .012929  | .000014  | .000035  | .000012  | .000785 |
| 330 | .008516  | .014117  | .000002  | .000038  | .000005  | .000781 |
| 344 | .007367  | .009411  | .000167  | -.000022 | .000037  | .000776 |
| 345 | .007359  | .010589  | .000117  | -.000037 | .000018  | .000777 |
| 346 | .007355  | .011750  | .000093  | -.000005 | .000013  | .000780 |
| 347 | .007353  | .012912  | .000074  | .000044  | .000003  | .000786 |
| 348 | .007347  | .014087  | .000072  | .000092  | -.000005 | .000790 |
| 362 | .006215  | .009411  | .000121  | -.000063 | .000055  | .000777 |
| 363 | .006190  | .010587  | .000053  | -.000054 | -.000010 | .000777 |
| 364 | .006175  | .011746  | .000080  | -.000021 | -.000037 | .000777 |
| 365 | .006167  | .012907  | .000141  | .000014  | -.000050 | .000779 |
| 366 | .006161  | .014075  | .000220  | .000045  | -.000062 | .000780 |
| 380 | .005058  | .009387  | .000017  | .000005  | .000095  | .000767 |
| 381 | .005021  | .010570  | -.000030 | -.000020 | -.000038 | .000774 |
| 382 | .005005  | .011735  | .000045  | -.000011 | -.000069 | .000772 |
| 383 | .004997  | .012905  | .000154  | -.000018 | -.000081 | .000769 |
| 384 | .004991  | .014071  | .000280  | -.000034 | -.000095 | .000761 |
| 398 | .003914  | .009371  | .000017  | .000061  | .000105  | .000762 |



|     |          |          |          |          |          |         |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 399 | .003870  | .010536  | -.000052 | .000066  | -.000044 | .000767 |
| 400 | .003861  | .011713  | .000033  | .000036  | -.000057 | .000764 |
| 401 | .003860  | .012896  | .000119  | -.000028 | -.000061 | .000756 |
| 402 | .003854  | .014064  | .000215  | -.000104 | -.000074 | .000734 |
| 416 | .002784  | .009342  | .000142  | .000105  | .000103  | .000758 |
| 417 | .002752  | .010491  | .000070  | .000150  | -.000012 | .000760 |
| 418 | .002756  | .011684  | .000100  | .000091  | .000011  | .000761 |
| 419 | .002749  | .012877  | .000076  | .000029  | .000022  | .000755 |
| 420 | .002743  | .014045  | .000045  | -.000027 | .000015  | .000735 |
| 434 | .001672  | .009357  | .000378  | .000129  | .000072  | .000757 |
| 435 | .001663  | .010487  | .000310  | .000133  | .000041  | .000759 |
| 436 | .001667  | .011665  | .000248  | .000104  | .000068  | .000760 |
| 437 | .001677  | .012838  | .000139  | .000088  | .000078  | .000760 |
| 438 | .001670  | .014002  | .000022  | .000083  | .000072  | .000749 |
| 452 | .000555  | .009360  | .000576  | .000087  | .000043  | .000756 |
| 453 | .000556  | .010495  | .000504  | .000080  | .000063  | .000759 |
| 454 | .000559  | .011664  | .000405  | .000066  | .000080  | .000760 |
| 455 | .000558  | .012833  | .000280  | .000053  | .000079  | .000757 |
| 456 | .000552  | .013991  | .000164  | .000041  | .000068  | .000744 |
| 470 | -.000565 | .009360  | .000683  | .000019  | .000024  | .000756 |
| 471 | -.000557 | .010507  | .000611  | .000009  | .000074  | .000761 |
| 472 | -.000552 | .011675  | .000493  | .000001  | .000093  | .000760 |
| 473 | -.000553 | .012845  | .000349  | -.000018 | .000091  | .000755 |
| 474 | -.000559 | .013999  | .000215  | -.000042 | .000078  | .000740 |
| 488 | -.001686 | .009356  | .000670  | -.000060 | .000012  | .000757 |
| 489 | -.001673 | .010518  | .000607  | -.000063 | .000078  | .000764 |
| 490 | -.001663 | .011689  | .000479  | -.000057 | .000111  | .000763 |
| 491 | -.001661 | .012861  | .000306  | -.000075 | .000114  | .000753 |
| 492 | -.001667 | .014009  | .000136  | -.000104 | .000104  | .000739 |
| 506 | -.002809 | .009348  | .000527  | -.000146 | .000006  | .000759 |
| 507 | -.002794 | .010525  | .000498  | -.000136 | .000069  | .000773 |
| 508 | -.002780 | .011695  | .000381  | -.000085 | .000123  | .000773 |
| 509 | -.002766 | .012863  | .000182  | -.000043 | .000142  | .000765 |
| 510 | -.002773 | .014008  | -.000032 | -.000001 | .000139  | .000767 |
| 524 | -.003942 | .009350  | .000245  | -.000188 | .000003  | .000763 |
| 525 | -.003746 | .010534  | .000275  | -.000158 | .000012  | .000779 |
| 526 | -.003933 | .011692  | .000249  | -.000072 | .000068  | .000775 |
| 527 | -.003920 | .012835  | .000133  | .000027  | .000092  | .000776 |
| 528 | -.003926 | .013976  | -.000007 | .000120  | .000090  | .000786 |
| 542 | -.005093 | .009338  | -.000049 | -.000155 | .000017  | .000768 |
| 543 | -.005124 | .010515  | .000037  | -.000077 | -.000070 | .000778 |
| 544 | -.005121 | .011679  | .000144  | -.000032 | -.000034 | .000775 |
| 545 | -.005112 | .012830  | .000186  | .000030  | -.000008 | .000775 |
| 546 | -.005112 | .013979  | .000193  | .000092  | -.000009 | .000781 |
| 560 | -.006254 | .009291  | -.000154 | .000043  | -.000052 | .000775 |
| 561 | -.006288 | .010473  | -.000056 | .000032  | -.000102 | .000776 |
| 562 | -.006290 | .011663  | .000106  | .000006  | -.000085 | .000773 |
| 563 | -.006286 | .012837  | .000229  | -.000001 | -.000067 | .000772 |
| 564 | -.006286 | .014001  | .000328  | .000005  | -.000072 | .000771 |
| 578 | -.007400 | .009279  | -.000063 | .000076  | -.000042 | .000776 |
| 579 | -.007423 | .010458  | .000013  | .000067  | -.000070 | .000779 |
| 580 | -.007431 | .011657  | .000122  | .000019  | -.000066 | .000776 |
| 581 | -.007435 | .012852  | .000220  | -.000050 | -.000066 | .000771 |
| 582 | -.007441 | .014035  | .000321  | -.000124 | -.000077 | .000754 |
| 596 | -.008554 | .009281  | .000056  | .000078  | -.000040 | .000775 |
| 597 | -.008563 | .010456  | .000120  | .000077  | -.000025 | .000775 |
| 598 | -.008562 | .011657  | .000153  | .000022  | .000007  | .000772 |
| 599 | -.008560 | .012868  | .000134  | -.000081 | .000016  | .000764 |
| 600 | -.008566 | .014065  | .000110  | -.000198 | .000007  | .000746 |
| 604 | -.009046 | -.005058 | .000000  | -.000157 | -.000099 | .000790 |
| 605 | -.009050 | -.003816 | .000196  | -.000006 | -.000076 | .000773 |
| 606 | -.009073 | -.002626 | .000288  | .000072  | -.000007 | .000766 |
| 607 | -.009097 | -.001470 | .000253  | .000073  | .000056  | .000768 |
| 608 | -.009104 | -.000344 | .000125  | -.000002 | .000074  | .000768 |
| 609 | -.009070 | .000753  | .000000  | -.000128 | -.000034 | .000777 |

|      |          |          |          |          |          |          |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 610  | -.009038 | .001923  | .000161  | -.000084 | -.000104 | .000764  |
| 611  | -.009047 | .003076  | .000321  | -.000047 | -.000046 | .000756  |
| 612  | -.009076 | .004216  | .000384  | -.000021 | .000009  | .000750  |
| 613  | -.009107 | .005345  | .000321  | -.000007 | .000080  | .000746  |
| 614  | -.009125 | .006463  | .000164  | -.000009 | .000108  | .000743  |
| 615  | -.009112 | .007570  | .000000  | -.000035 | .000024  | .000761  |
| 616  | -.009099 | .008748  | .000062  | .000046  | -.000044 | .000769  |
| 617  | -.009113 | .009922  | .000144  | .000075  | -.000036 | .000780  |
| 618  | -.009139 | .011093  | .000178  | .000051  | .000005  | .000786  |
| 620  | .005710  | .009946  | -.000067 | .000003  | .000116  | .000757  |
| 629  | .004576  | .009928  | -.000062 | .000039  | .000106  | .000758  |
| 651  | .003441  | .009884  | .000005  | .000109  | .000122  | .000762  |
| 662  | .002300  | .009852  | .000183  | .000165  | .000103  | .000766  |
| 673  | .001152  | .009860  | .000442  | .000123  | .000054  | .000761  |
| 695  | -.001123 | .009936  | .000684  | -.000037 | .000000  | .000752  |
| 706  | -.002251 | .009983  | .000615  | -.000139 | -.000009 | .000746  |
| 717  | -.003371 | .010025  | .000388  | -.000197 | .000003  | .000746  |
| 728  | -.004489 | .010044  | .000082  | -.000207 | .000014  | .000753  |
| 739  | -.005618 | .010047  | -.000230 | -.000203 | .000054  | .000760  |
| 1047 | -.009122 | -.004379 | .000104  | -.000086 | -.000105 | .000763  |
| 1048 | -.009101 | -.003245 | .000259  | .000035  | -.000030 | .000764  |
| 1049 | -.009074 | -.002103 | .000288  | .000080  | .000050  | .000776  |
| 1050 | -.009054 | -.000937 | .000197  | .000042  | .000093  | .000786  |
| 1051 | -.009056 | .000248  | .000049  | -.000067 | .000004  | .000774  |
| 1052 | -.009102 | .001413  | .000067  | -.000112 | -.000110 | .000760  |
| 1053 | -.009105 | .002549  | .000250  | -.000070 | -.000086 | .000753  |
| 1054 | -.009089 | .003674  | .000372  | -.000039 | -.000011 | .000749  |
| 1055 | -.009068 | .004794  | .000374  | -.000017 | .000068  | .000745  |
| 1056 | -.009057 | .005910  | .000256  | -.000007 | .000113  | .000745  |
| 1057 | -.009067 | .007026  | .000080  | -.000016 | .000047  | .000746  |
| 1058 | -.009115 | .008145  | .000028  | .000018  | -.000048 | .000760  |
| 1059 | -.009134 | .009283  | .000115  | .000076  | -.000044 | .000781  |
| 1060 | -.009135 | .010458  | .000179  | .000074  | .000000  | .000797  |
| 1061 | -.009127 | .011659  | .000170  | .000020  | .000058  | .000802  |
| 1062 | -.009117 | .012869  | .000072  | -.000079 | .000075  | .000796  |
| 1063 | -.009123 | .014070  | -.000042 | -.000183 | .000070  | .000774  |
| 1100 | .000000  | .000000  | .004930  | .000000  | .000000  | .001165  |
| 1101 | .000000  | .000000  | -.000024 | .000000  | .000000  | -.004062 |
| 1102 | .000000  | .000000  | -.004413 | .000000  | .000000  | -.009250 |
| 1103 | .000000  | .000000  | .009407  | .000000  | .000000  | -.003934 |
| 1104 | .000000  | .000000  | -.004435 | .000000  | .000000  | .001012  |
| 1106 | .000000  | .000000  | .004908  | .000000  | .000000  | -.009095 |
| 1107 | .000000  | .000000  | -.008832 | .000000  | .000000  | -.004048 |