ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

"Análisis, diseño de elementos estructurales utilizando Hormigón de Alto Desempeño (HAD) y comparación con elementos estructurales diseñados con Hormigones Convencionales para soportar las mismas condiciones de carga"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Cecilia Ivonne Velasco Ochoa

Carlos Francisco Peña Ochoa

Mario David Cantos Salazar

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2009

AGRADECIMIENTO

Al Ing. José Camposano Director de nuestro Seminario de Graduación, a Los Ingenieros Jorge Flores y Xavier Arce por la ayuda y colaboración en este trabajo. A los Ingenieros Ricardo Gallegos y Gastón Proaño, autoridades de nuestra Facultad y en especial al Coordinador de la carrera de Ingeniería Civil, Ing. Eduardo Santos.

DEDICATORIA

A Dios por ser el creador de nuestras vidas y a mis padres por su apoyo incondicional en cada una de las metas que me he propuesto alcanzar.

Carlos F. Peña Ochoa

A Dios, por ser el eje central de nuestras vidas, a mis padres, quienes con su esfuerzo y dedicación han hecho de mí la persona que soy hoy, a mis hermanos por ser mis compañeros de cada día. A mi familia y mis amigos.

Cecilia I. Velasco Ochoa

A Dios, por dejarme ver el Sol todos los días; a mis padres Mario, Nancy y Diva, por su respaldo y paciencia; a mis hermanos Joseph, Karen y Belén por quienes me he esforzado por ser un ejemplo; a mi enamorada Jannina; a mi familia y amigos. Llegó el día que hemos esperado.

Mario D. Cantos Salazar

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gastón Proaño Cadena Presidente	Ing. José Camposano Luque Director
Ing. Xavier Arce Pezo Vocal	Ing. Jorge Flores Rada Vocal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

Cecilia Ivonne Velasco Ochoa

Carlos Francisco Peña Ochoa

Mario David Cantos Salazar

ABREVIATURAS

HAD: Hormigón de Alto Desempeño

HC: Hormigón Convencional

ACI: American Concrete Institute

ASCE: American Society of Civil Engineers

IBC: International Building Code

T.M.A.: Tamaño máximo del agregado

PUS: Peso unitario suelto

PUC: Peso unitario compactado

D_{SSS}: Densidad saturada superficialmente seca

MF: Módulo de Finura

HRWR: Reductor de agua de alto rango

CM: Centro de masa

PRCM: Pórticos de Hormigón Resistentes a Momento

SIMBOLOGIA

KPa: Kilo Pascales = 1_x10^3 Pa

MPa: Mega Pascales = 1_x10^6 Pa

GPa: Giga Pascales = 1_x10^9 Pa

cm.: Centímetros

fy: Límite de fluencia del Acero

Kg/cm^2: Kilogramo por centímetro cuadrado

f'c: Resistencia a la compresión del hormigón

U: Combinaciones de carga muerta y carga viva

D: Carga Muerta

L: Carga Viva

W: Carga por viento

E: Carga por sismo

ρ: Cuantía de acero

ρ_b: Cuantía balanceada de acero

$\rho_{mín}$: Cuantía mínima de acero

$\rho_{máx}$: Cuantía máxima de acero

A_s: Área de acero

Mu: Momento último

ω: Índice de refuerzo

Su: Resistencia al corte en suelos

Sa: Aceleración de respuesta espectral

T: Período Sísmico de la Estructura

R: Factor de modificación de respuesta sísmica

I: Factor de importancia de ocupación para edificios

Cs: Coeficiente de respuesta sísmico

Ec: Módulo elástico del hormigón

Mn: Momento Nominal

T-m: Tonelada por metro

d_b: Diámetro de la varilla

l_{dh}: Longitud de anclaje

Lu: Longitud efectiva

r: Radio de giro

f'cr: Resistencia a la comprensión en el hormigón requerida

a/c: Relación agua – cemento

s: ancho de influencia

a/(c+p): Relación agua – material cementante

m^3: metros cúbicos

RESUMEN

El mundo moderno exige al hombre superar problemas ingenieriles con el hormigón cada vez mayores: ambientes más agresivos, mayores alturas de colocación, menores tiempos para el desencofrado, etc. Así se obtiene en los últimos años un desarrollo notable, tanto en lo que respecta a los medios de producción y dosificación como al conocimiento más acabado de las características reológicas y propiedades mecánicas del hormigón. Este desarrollo se refleja en una marcada tendencia a la utilización de este nuevo material en países desarrollados. Estos avances han permitido la obtención de un hormigón con propiedades mecánicas, trabajabilidad y durabilidad superiores a lo común, lo que conocemos como Hormigones de Alto Desempeño (HAD).

Debido a su composición, a diferencia de los hormigones convencionales los de Alto Desempeño presentan alta resistencia a la tracción, y una alta capacidad de deformación a tensión a un esfuerzo sostenido que le permite contar con un comportamiento dúctil sin necesidad de contar con algún tipo de confinamiento por medio de estribos. Esta propiedad de alta ductilidad intrínseca del material, sumada a la posibilidad de contar con estructuras más livianas, permiten considerar a los Hormigones de Alto Desempeño como materiales aptos, ventajosos y prometedores para aplicaciones en zonas sísmicas.

En nuestro país, por ubicarse en una zona de alto riesgo símico, se hace necesario el estudio de nuevos materiales y nuevas metodologías para el diseño y construcción de estructuras sismo-resistentes que brinden aplicabilidad, funcionabilidad y economía, debido a que si bien este hormigón es más costoso que mezclas de resistencia a la compresión simple normal, este incremento en el costo se ve revertido por la importante reducción en las dimensiones del elemento. Esta particularidad lo hace especialmente atractivo para columnas, ya que el tamaño de la columna es tan importante arquitectónicamente y más aún por razones de rentabilidad, el hecho de poder disminuir sus dimensiones para estructuras altas permite escoger una solución en hormigón en lugar de una solución en estructura metálica.

INDICE GENERAL

CAPITULO IV
Análisis de Costos

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRAFICOS

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Objetivos y Justificación

El objetivo general del presente trabajo de investigación es determinar el comportamiento del Hormigón de Alto Desempeño (HAD) en elementos estructurales. Analizar y Diseñar elementos estructurales utilizando HAD y elementos estructurales utilizando hormigones convencionales para luego someterlas a las mismas condiciones de carga y comparar los resultados obtenidos.

Como objetivos específicos la propuesta de esta investigación es aplicar el diseño de elementos estructurales empleando

Hormigón de Alto Desempeño empleando materiales locales, comparar la respuesta estructural entre elementos diseñados con HAD y elementos diseñados con hormigón convencional de las mismas características geométricas y de carga.

El auge en la construcción de edificaciones que requieren elementos estructurales que salven grandes luces como vigas para puentes vehiculares, peatonales o columnas para edificios de muchos pisos, exige el empleo de vigas y columnas de hormigón de gran sección o elementos estructurales metálicos.

Vigas de hormigón de gran sección transversal, así como columnas de grandes dimensiones, añaden a las estructuras, cargas adicionales originadas por el peso propio además de constituir elementos con peraltes y secciones incómodas e indeseables; mientras que los costos del acero hacen que los proyectos sean económicamente inviables. La investigación desarrollada en el campo de la tecnología del hormigón ha permitido perfeccionar el diseño de elementos de hormigón. El Hormigón de Alto Desempeño desarrollado a finales del siglo XX ha permitido obtener resistencias a la compresión simple en el hormigón superiores a los 70 MPa, y empleada en elementos estructurales ha dado como resultado la obtención de elementos de secciones transversales pequeñas, reduciendo cargas producidas por peso propio de los elementos, capaces de soportar grandes cargas. Lo cual justifica su empleo tanto para economizar presupuestos como por la comodidad de contar con menores secciones arquitectónicamente más atractivos.

1.2. Hormigones Convencionales.

El hormigón, material de construcción universal, utilizado de diversas maneras por miles de años, muy probable desde la época del antiguo Egipto, básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada), creando una masa similar a una roca, esta característica se presenta producto de la reacción química que se da en el cemento al entrar en contacto con el agua. La mayor parte de los materiales que constituyen el hormigón, con excepción del cemento y los aditivos, están disponibles a bajo costo, localmente o muy cerca del sitio de construcción.

La calidad del hormigón depende de la calidad de la pasta, de los agregados y de la unión entre los dos, así como de la cantidad de agua usada con relación a la cantidad de cemento.

Con respecto a su resistencia, posee una efectiva resistencia a la compresión, lo que lo hace apropiado para elementos sometidos principalmente a compresión, tales como columnas, pero a la vez es un material relativamente frágil, con una baja resistencia a la tracción en comparación con la resistencia a la compresión, esta condición eleva la economía en elementos estructurales sometidos a tracción, ya sea en toda su sección como por ejemplo en elementos de amarre o en las secciones transversales como en vigas o en otros elementos sometidos a esfuerzos de flexión.

La resistencia a la compresión es una propiedad principalmente física y frecuentemente usada en los cálculos para diseño de puentes, edificios y otras estructuras, esta tiene una estrecha vinculación con la relación agua – cemento, de cuanto la hidratación ha progresado, del curado, de las condiciones ambientales y de la edad del concreto.

Esta correspondencia entre resistencia y la relación agua – cemento ha sido analizada desde el final del siglo XIX y principios del XX, concluyendo que las resistencias en el hormigón aumentan a medida que la relación agua – cemento disminuye, así podemos encontrar para hormigones convencionales valores típicos de resistencia a la compresión entre 20 y 40 Mpa, mientras que el Módulo de elasticidad varía entre 14 y 41 Gpa.

1.3. Hormigones de Alto Desempeño.

En años recientes se ha presentado un interés creciente por los *hormigones de alto desempeño*. Aunque la definición exacta es arbitraria, el término se refiere a hormigones con una resistencia a la compresión simple uniaxial mayor o igual a 70 MPa. Estos hormigones pueden fabricarse utilizando cementos, arena y piedras cuidadosamente seleccionadas pero por lo general disponible; algunos aditivos, incluyendo superplastificantes, reductores de agua de alto rango, cenizas volantes y microsílica; además de un control de calidad muy cuidadoso durante la producción. Con lo anterior, además de lograr una mayor resistencia a la compresión se mejoran todas las demás propiedades de ingeniería, lo que lleva a la utilización del término alternativo, *hormigón de alto desempeño.*

La aplicación más común del hormigón de alto desempeño ha sido en las columnas de edificaciones altos donde el hormigón normal o convencional resultaría en secciones transversales inaceptablemente grandes, con la perdida de espacio valioso de piso útil. Se ha demostrado que la utilización de mezclas de hormigón de alto desempeño, aunque más costosas, no solamente aumenta el área de piso utilizable, sino que también resulta más económico que aumentar la cantidad de acero de refuerzo.

Para el caso de puentes también se presentan ventajas significativas mediante la utilización de secciones transversales menores, con la reducción resultante en carga muerta lo cual permite mayores luces. El mayor módulo elástico y el menor coeficiente de flujo plástico resulta en deflexiones instantáneas y a largos plazos reducidos, y en el caso de puentes pre-esforzados se logran menores perdidas en la fuerza de pre-esfuerzo tanto inicial como en el tiempo. Otras aplicaciones recientes de hormigón de alto desempeño incluyen estructuras costas afuera para explotación de petróleo, edificios para parqueo, realce de tableros para puentes, rebosaderos de presas, bodegas y losas industriales pesadas.

Un requisito esencial para el hormigón de alto desempeño es una baja relación agua - cemento. Para hormigones convencionales se está utilizando en el intervalo de 0.40 a 0.60 en peso, en tanto que para hormigones de alto desempeño pueden ser tan bajas como 0.25 o aún menor. Con el fin de permitir un vaciado adecuado que de otra manera sería un mezcla con cero asentamiento, resultan esenciales los aditivos reductores de agua de amplio rango o "superplastificantes" que pueden aumentar los asentamientos hasta valores de 15 a 20cm. Otros aditivos incluyen usualmente cenizas volantes y microsílica.

1.4. Bases de diseño de elementos estructurales de Hormigón Reforzado.

Existen dos teorías para el diseño de estructuras de Hormigón Reforzado: "La teoría elástica" llamada también "Diseño por esfuerzos de trabajo" y "La teoría plástica" ó "Diseño a la ruptura".

La teoría elástica es ideal para calcular los esfuerzos y deformaciones que se presentan en una estructura de hormigón bajo las cargas de servicio. Sin embargo esta teoría es incapaz de predecir la resistencia última de la estructura con el fin de determinar la intensidad de las cargas que provocan la ruptura y así poder asignar coeficientes de seguridad, ya que la hipótesis de proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones es completamente errónea en la vecindad de la falla de la estructura.

1.4.1. Diseño Plástico.

La teoría plástica es un método para calcular y diseñar secciones de Hormigón Reforzado fundado en las experiencias y teorías correspondientes al estado de ruptura de las teorías consideradas.

En la proximidad del fenómeno de ruptura, los esfuerzos no son proporcionales a las deformaciones unitarias, si se aplica la teoría elástica, esto llevaría errores hasta de un 50% al calcular los momentos resistentes últimos de una sección. En cambio, si se aplica la teoría plástica, obtenemos valores muy aproximados a los reales obtenidos en el laboratorio.

La carga muerta en una estructura, generalmente es una cantidad invariable y bien definida, en cambio la carga viva puede variar más allá del control previsible. En la teoría plástica, se asignan diferentes factores de seguridad a ambas cargas tomando en cuenta sus características principales.

Para el diseño de los miembros sujetos a carga axial y momento flexionante, cumpliendo con las condiciones aplicables de equilibrio y compatibilidad de deformaciones, las hipótesis son:

a) Las deformaciones unitarias en el hormigón se supondrán directamente proporcionales a su distancia del eje neutro. Excepto en los anclajes, la deformación unitaria de la varilla de refuerzo se supondrá igual a la deformación unitaria del hormigón en el mismo punto.

b) La deformación unitaria máxima en la fibra de compresión extrema se supondrá igual a 0.003 en la ruptura.

c) El esfuerzo en las varillas, inferior al límite elástico aparente f_y, debe tomarse igual al producto de 2.083 x

106 kg/cm^2 por la deformación unitaria de acero. Para deformaciones mayores que corresponden al límite elástico aparente, el esfuerzo en las barras debe considerarse independientemente de la deformación igual el límite elástico aparente f_y.

d) Se desprecia la tensión en el concreto en secciones sujetas a flexión.

e) En la ruptura, los esfuerzos en el hormigón no son proporcionales a las deformaciones unitarias. El diagrama de los esfuerzos de compresión puede suponerse rectangular, trapezoidal, parabólico, o de cualquier otra forma cuyos resultados concuerden con las pruebas de los laboratorios.

f) La hipótesis anterior puede considerarse satisfecha para una distribución rectangular de esfuerzos definida como sigue:

En la ruptura se puede suponer un esfuerzo de 0.85 f'c, uniformemente distribuido sobre una zona equivalente de compresión, limitada por los bordes de la sección transversal y una línea recta, paralela al eje neutro y localizada a una distancia a = ß1 c a partir de la fibra de máxima deformación unitaria en compresión y el eje neutro, se medirá perpendicularmente a dicho eje. El coeficiente "ß1" se tomará como 0.85 para esfuerzos f'c hasta de 280 kg/cm^2 y se reducirá contínuamente en una proporción de 0.05 por cada 70 kg/cm^2 de esfuerzo en exceso de los 280 kg/cm2.

La hipótesis (a), acepta la variación lineal de las deformaciones unitarias. Lo cual es cierto, excepto en la vecindad de la ruptura, pero las diferencias son muy pequeñas y no son dignas de tomarse en cuenta.

En cuanto a la deformación unitaria de las varillas de refuerzo es igual a la del hormigón en el mismo punto, es indispensable para el trabajo conjunto del acero de refuerzo y el hormigón.

La hipótesis (b), señala la ruptura del concreto, la deformación unitaria 0.003 cuyo valor concuerda con el promedio de los datos obtenidos en el laboratorio, resultando ligeramente conservador.

La hipótesis (c), se fundamenta en el diagrama esfuerzo-deformación de los aceros de refuerzo, y, para deformaciones mayores que las correspondientes al límite elástico aparente debe considerarse el esfuerzo en las varillas, independiente e igual a "f_y" porque se encuentran dichas deformaciones en la zona plástica del diagrama, el cual puede considerarse horizontal sin mucho error.

La hipótesis (d), desprecia la resistencia a la tensión del concreto, en miembros sujetos a flexión. El error que con ello se comete es muy pequeño y permite establecer fórmulas mucho más sencillas que si se considera dicha resistencia

La hipótesis (f), se basa en una solución presentada en 1937 por Charles S. Whitney y tiene la ventaja de proporcionar un método muy sencillo de análisis de las cuñas de esfuerzos de compresión.

1.4.2. Método de Charles S. Whitney.

Este método consiste en suponer una distribución uniforme de los esfuerzos de compresión de intensidad 0.85 f'c actuando sobre un área rectangular limitada por los bordes de la sección y una recta paralela el eje neutro, localizada a una distancia a = ß1 c de la fibra de máxima deformación en compresión.

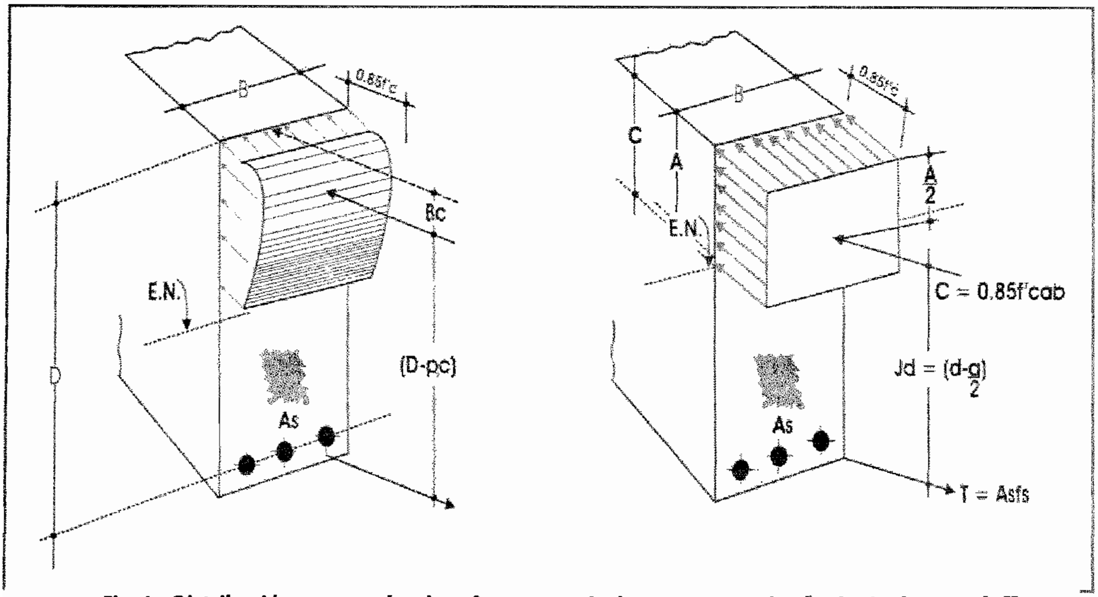


Fig. 1.- Distribución rectangular de esfuerzos equivalentes en una viga [Ruiz Limón, Ramón]]

La distribución rectangular de esfuerzos tiene que cumplir dos condiciones:

1. El volumen de la cuña rectangular C tiene que ser igual al volumen de la cuña real (Fig. 1).

2. La profundidad $\frac{a}{2}$ de la resultante C en la cuña rectangular que tiene que ser igual a la profundidad $\beta_2 c$ de la resultante C en el diagrama real de esfuerzos.

Cumpliendo esas dos condiciones, la mecánica de las fuerzas interiores en una sección dada no se altera.

La hipótesis (f) hace que la compresión total como volumen de la cuña rectangular tenga el valor:

*C = 0.85 f'c * a * b* (ec. 1.1), para una sección rectangular.

Si se designa por ß1 la relación entre el área real del diagrama de compresiones (Fig. 1) y el área del rectángulo circunscrito a ese diagrama, el volumen de la cuña real de compresiones puede escribirse así:

*C = 0.85 f'c * c ß1*cb* (ec. 1.2)

Por lo que igualando las ecuaciones (1.1) y (1.2) para que cumpla la primera condición:

*C = 0.85 f'c * a * b = 0.85 f'c * c ß1*cb*

De donde:

a = ß1 c

Como lo establece la hipótesis (f) ya citada.

La segunda condición que deben cumplir las resultantes de los dos diagramas (el real y el rectangular, se cumplen con la expresión):

$$\beta_2 = \frac{a}{2}$$

Es decir:

$$\beta_2 = \frac{\beta_1 c}{2}$$

Por lo tanto:

$$\beta_2 = \frac{\beta_1}{2}$$

En consecuencia: ß2 se tomará igual a 0.425 para hormigones con f'c = 280 Kg/cm^2 y disminuirá a razón de 0.025 por cada 70 Kg/cm^2 en exceso de los 280 kg/cm^2.

En el diagrama real de esfuerzos de la figura 1 se ha asignado a los esfuerzos de compresión un valor máximo de 0.85 f'c, en lugar de f'c que es la fatiga de ruptura en cilindros a los 28 días.

Eso se debe principalmente a que los elementos estructurales por lo general tienen una esbeltez mayor que 2, que es la correspondiente a los cilindros de prueba. La esbeltez influye en forma muy importante en el esfuerzo final de ruptura, el cual disminuye hasta cerca del 85% para esbelteces de 6 o mayores.

El tipo de carga también podría tener influencia en la reducción del esfuerzo de ruptura del hormigón en las estructuras, pues en estas es de larga duración, cuando menos la correspondiente a carga muerta, la cual actúa permanentemente desde un principio. Sin embargo, considerando que la carga muerta suele ser de un 40% del valor de las cargas totales, su acción en la fatiga final de ruptura no parece ser muy importante.

1.4.3. Factores de Carga.

Factor de carga es el número por el cual hay que multiplicar el valor de la carga real o de servicio para determinar la carga última que puede resistir un miembro en la ruptura.

Generalmente la carga muerta en una estructura, puede determinarse con bastante exactitud pero no así la carga viva cuyos valores el proyectista solo los puede suponer ya que es imprevisible la variación de la misma durante la vida de las estructuras; es por ello, que el coeficiente de seguridad o factor de carga para la carga viva es mayor que el de la carga muerta. Los factores que en el reglamento del ACI se denominan U, son los siguientes:

a) Para combinaciones de carga muerta y carga viva:

$U = 1.4D + 1.7L$

Donde: D = Valor de la carga muerta y

L = Valor de la carga viva

b) Para combinaciones de carga muerta, carga viva y carga accidental:

$U = 0.75\ (1.4D + 1.7L + 1.7W)$

o

$U = 0.75\ (1.4D + 1.7L + 1.87E)$

Donde: W = Valor de la carga de viento y

E = Valor de la carga de sismo

Cuando la carga viva sea favorable se deberá revisar la combinación de carga muerta y carga accidental con los siguientes factores de carga:

U = 0.90D + 1.30W

U = 0.90D + 1.30E

1.4.4. Factores de Reducción.

Es un número menor que 1, por el cual hay que multiplicar la resistencia nominal calculada para obtener la resistencia de diseño.

Al factor de reducción de resistencia se denomina con la letra Ø: los factores de reducción son los siguientes:

Flexión 0.90

Cortante y Torsión 0.75

Adherencia 0.85

Compresión con o sin flexión, columnas con refuerzo helicoidal 0.75

Columnas con Estribos 0.70

El factor de reducción de resistencia toma en cuenta las incertidumbres en los cálculos de diseño y la importancia relativa de diversos tipos de elementos; proporciona disposiciones para la posibilidad de que las pequeñas variaciones adversas en la resistencia de los materiales, la mano de obra y las dimensiones las cuales, aunque pueden estar individualmente dentro de las tolerancias y los límites pueden al continuarse, tener como resultado una reducción de la resistencia.

1.4.5. Vigas Rectangulares simplemente armadas

Una viga de concreto es rectangular, cuando su sección transversal en compresión tiene esa forma. Es simplemente armada, cuando sólo tiene refuerzo para tomar la componente de tensión del par interno.

En general, en una viga la falla puede ocurrir en dos formas:

Una de ellas se presenta cuando el acero de refuerzo alcanza su límite elástico aparente o límite de fluencia fy; sin que el concreto llegue aún a su fatiga de ruptura 0.85f'c.

La viga se agrietará fuertemente del lado de tensión rechazando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del hormigón hasta presentarse finalmente la falla de la pieza, la cual va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

El segundo tipo de falla se presenta cuando el concreto alcanza su límite 0.85f'c mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga fy. Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa.

Puede presentarse un tipo de viga cuya falla ocurra simultáneamente para ambos materiales, es decir, que el hormigón alcance su fatiga límite de compresión 0.85 f'c, a la vez que el acero llega también a su límite fy. A estas vigas se les da el nombre de "Vigas Balanceadas" y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.

Para evitar las vigas sobre reforzadas y las balanceadas, el reglamento del ACI 318-02 limita el porcentaje de refuerzo al 75% del valor correspondiente a las secciones balanceadas.

Por otra parte, también las vigas con porcentajes muy pequeños, suelen fallar súbitamente; para evitar ese riesgo el reglamento ACI 318-02 exige que el porcentaje mínimo en miembros sujetos a flexión sea de:

$$\rho = \frac{14{,}5}{fy}$$

El porcentaje de la sección balanceada se obtiene como sigue:

Por equilibrio de fuerzas:

C = T

$C = 0.85\ f'c * \beta 1 * cb$

T = As * fy

Por lo tanto: $0.85\ f'c * \beta 1 * cb = As * fy$

$$\frac{As}{bd} fy = 0{,}85 \beta_1 f'c \frac{c}{d}$$

Llamando: $\rho = \dfrac{As}{bd}$

$$\rho = \frac{0{,}85 \beta_1 f'c}{fy} \times \frac{c}{d} \qquad \text{(ec. 1.3)}$$

Del diagrama de deformaciones, aceptando las condiciones de viga balanceada: $\varepsilon_c = 0{,}003$

$$\varepsilon_y = \frac{fy}{Es}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \varepsilon_y} = \frac{0{,}003}{0{,}003 + \dfrac{fy}{2{,}039 \times 10^6}} = \frac{6115}{6115 + fy}$$

Por lo tanto:

$$\rho_b = \frac{0{,}85\beta_1 f'c}{fy} \cdot \frac{6115}{6115 + fy} \qquad \text{(ec. 1.4)}$$

La expresión (1.4) representa el valor del porcentaje de refuerzo en la sección balanceada de una viga. El reglamento ACI 318-02 limita el porcentaje máximo aplicable a miembros sujetos a flexión, a 75% de ese valor por las razones ya explicadas.

$$\rho_{máx} = \frac{0{,}75 \times 0{,}85\beta_1 f'c}{fy} \cdot \frac{6115}{6115 + fy} \qquad \text{(ec. 1.5)}$$

El momento último resistente de una viga rectangular puede deducirse de la siguiente manera:

C = T

en consecuencia:

$$0{,}85\beta_1 f'c \cdot b \cdot c = As \cdot fy$$

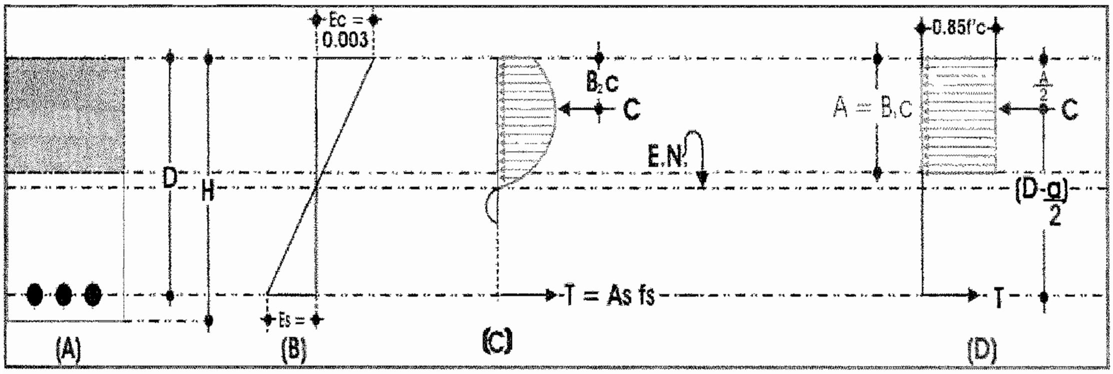


Fig. 2.- Deformaciones y esfuerzos en una viga rectangular [Ruiz Limón, Ramón]

El asignar a fs el valor fy. Se está considerando que el acero fluye y la viga es doblemente armada:

$$c = \frac{As \cdot fy}{0{,}85\beta_1 f'c \cdot b}$$

Si llamamos: $\rho = \dfrac{As}{bd}$

$$c = \frac{\rho fy}{0{,}85\beta_1 f'c} d \qquad \text{(ec. 1.6)}$$

Que es la profundidad el eje neutro en la ruptura.

El momento último del par es: $Mu = C(d - \beta_2 c)$

En donde: $C = 0{,}85\beta_1 f'c \cdot b \cdot c$

Y sustituyendo valores de C y c:

$$Mu = \rho fy \cdot bd^2 \cdot \left(1 - \frac{\beta_2}{0{,}85\beta_1}\rho\frac{fy}{f'c}\right)$$

Y se designa por: $\omega = \rho\dfrac{fy}{f'c}$

$$Mu = bd^2 f'c \cdot \omega\left(1 - \frac{\beta_2}{0{,}85\beta_1}a\right) \qquad \text{(ec. 1.7)}$$

Anteriormente habíamos establecido que $\beta_1 = 2\beta_2$

Por lo tanto: $Mu = bd^2 f'c \cdot \omega \cdot (1 - 0{,}59\omega)$

Estableciendo el momento último en función del acero de refuerzo se produce de la siguiente manera, refiriéndose a la Fig. 2 y empleando la cuña rectangular de Whitney:

Ambas expresiones del momento último, el reglamento las propone afectadas de un coeficiente de seguridad que como ya se vio, para las vigas vale 0.9, por lo que quedarían finalmente:

$$Mu = 0{,}9\left[f'c \cdot bd^2 \cdot \omega(1 - 0{,}59\omega)\right] \qquad \text{(ec. 1.8)}$$

Despejando el índice de refuerzo "**ω**" de la ec. 1.8

$$Mu = 0{,}90\left[f'c \cdot bd^2\omega(1 - 0{,}59\omega)\right]$$

$$Mu = 0{,}90 f'c \cdot bd^2\omega - 0{,}53 f'c \cdot bd^2\omega^2$$

Por lo tanto:

$$0{,}53f'c\cdot bd^2\omega^2 - 0{,}90f'c\cdot bd^2\omega + Mu = 0$$

$$0{,}53f'c\cdot bd^2\left(\omega^2 - 1{,}698\omega + \frac{Mu}{0{,}53f'c\cdot bd^2}\right) = 0$$

$$\omega = 0{,}849\sqrt{0{,}721 - \frac{Mu}{0{,}53f'c\cdot bd^2}}$$

En la fórmula anterior, únicamente se toma el signo negativo ya que si tomamos el valor positivo del radical resultaría "ω" muy alto y al calcular el porcentaje de acero "ρ" con $\rho = \omega\frac{f'c}{fy}$, resultaría mayor que el máximo permisible, $\rho_{máx} = 0{,}75\rho_b$.

Así que: $\omega = 0{,}849 - \sqrt{0{,}721 - \frac{Mu}{0{,}53f'c\cdot bd^2}}$ (ec. 1.9)

1.4.6. Requisitos de separaciones y recubrimientos libres del acero de refuerzo en vigas.

El refuerzo debe de tener recubrimiento adecuado cuyo fin es el de proteger al acero de dos agentes: La corrosión y el fuego.

La magnitud del recubrimiento debe fijarse por lo tanto, según la importancia de estos agentes agresivos.

Debe, por lo tanto, proveerse de un recubrimiento suficiente para tales fines, aunque un recubrimiento demasiado grande, provocará demasiadas grietas.

El agrietamiento se debe a las deformaciones causadas por los cambios volumétricos y los esfuerzos ocasionados por fuerzas de tensión, por momentos flexionantes, o por las fuerzas cortantes.

El recubrimiento se mide desde la superficie del concreto hasta la superficie exterior del acero, a la cual, se aplica el recubrimiento. Cuando se prescriba un recubrimiento mínimo para una clase de elemento estructural; éste debe medirse hasta el borde exterior de los estribos, anillos ó espirales, si el refuerzo transversal confina las varillas principales hasta la capa más cercana de varillas, si se emplea más de una capa sin estribos o anillos, hasta los dispositivos metálicos de los extremos o los ductos en el acero de pre-esfuerzo postensado. El reglamento del A.C.I. 318-02 recomienda un recubrimiento mínimo de 4 cm. para vigas.

En cuanto a la separación de las varillas en vigas, el reglamento del A.C.I. 318-02 recomienda lo siguiente:

- La distancia libre entre barras paralelas no debe ser menor que: El diámetro nominal de las barras: 1.3 veces el tamaño máximo del agregado grueso ó 2.5 cm.

- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las varillas de las capas superiores deben colocarse exactamente arriba de las que están en las capas inferiores, con una distancia libre entre ambas, no menor de 2.5 cm.

1.4.7. Deflexiones en vigas.

El cálculo de deflexiones tiene dos aspectos, por un lado, es necesario calcular las deflexiones de miembros estructurales bajo cargas y condiciones ambientales conocidas, por otro lado, deben establecerse criterios sobre límites aceptables de deflexiones.

El problema de calcular las deflexiones de miembros de estructuras reales es aún más difícil que el de estimar las deflexiones de vigas ensayadas en laboratorios. Los siguientes son algunos de los factores que lo complican:

- El comportamiento del concreto es función del tiempo y, por consiguiente en cualquier enfoque riguroso debe tenerse en cuenta la historia de carga del miembro investigado. En la práctica esto no es posible generalmente, ya que las condiciones de carga son muy variables, tanto en magnitud como en el tiempo de aplicación.
- También son difíciles de predecir las variaciones de humedad y temperatura con el tiempo, las cuales tienen influencia sobre las deflexiones a largo plazo.

El segundo aspecto, o sea, la limitación de deflexiones, es importante desde dos puntos de vista:

En primer lugar, las deflexiones excesivas de un miembro pueden producir daños en otros miembros estructurales, o más frecuentemente en elementos no estructurales como muros divisorios, o acarrear problemas como acumulación de agua en azoteas.

Los valores de las deflexiones permisibles dependen desde este punto de vista de varios factores, tales como el tipo de elementos no estructurales, tipo de conexión entre el miembro estructural y otros elementos estructurales o no, y del método de construcción utilizado.

En segundo lugar, a veces es significativa la respuesta humana ante las deflexiones de los miembros. Las deflexiones excesivas no son toleradas por los usuarios de la estructura, ya que producen una sensación de inseguridad o por razones de orden estético.

Existen métodos para el cálculo de deflexiones de vigas bajo cargas de servicio de corta y larga duración. Algunos de estos métodos son: Métodos de YU y WINTER, Método del Reglamento del A.C.I. 318-02, Método de las NTCDF, además de otros métodos como los propuestos por el Comité Euro-Internacional del Concreto (CEB).

Se ha mencionado anteriormente que las deflexiones de elementos estructurales deben limitarse por dos razones: Por la posibilidad de que provoquen daños en otros elementos de la estructura y por los motivos de orden estético.

El valor de las deflexiones permisibles para evitar daños en otros elementos, depende principalmente del tipo de elementos y de construcción empleados, también debe de considerarse el procedimiento de construcción.

Desde el punto de vista estético, el valor de las deflexiones permisibles depende principalmente del tipo de estructura y de la existencia de líneas de referencia que permitan apreciar las deflexiones. Es obvio que las deflexiones permisibles en una residencia deben ser menores que en una bodega.

Cuando existe una línea horizontal de referencia, las deflexiones permisibles deben fijarse como un valor absoluto, mientras que si no existe dicha referencia, es más conveniente fijar las deflexiones permisibles como una fracción del claro de la viga.

La posibilidad de dar contraflechas es otro factor que debe tomarse en cuenta al establecer las deflexiones permisibles. El valor de la contraflecha puede restarse de la deflexión calculada y la diferencia, compararse con la deflexión permisible. Sin embargo, no deben darse contraflechas excesivamente grandes.

El reglamento A.C.I. 318-02 permite prescindir del cálculo de deflexiones de vigas y de losas que trabajan en una dirección siempre que se satisfagan los peraltes no perjudique a elementos no estructurales.

Elemento	Libremente apoyada	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	Voladizo
Losas macizas	L / 20	L / 24	L / 28	L / 10
Vigas y losas nervuradas	L / 16	L /18.5	L / 21	L / 8

Tabla I.- Peraltes mínimos totales de vigas y losas

De la tabla 1 se puede obtener los peraltes mínimos de vigas y losas que trabajan en una dirección cuando no se calculan las deflexiones y cuando las deformaciones de dichos elementos no perjudican a elementos no estructurales. La longitud "L" es en cm., y estos valores se aplican para hormigón de peso normal y acero con límite de fluencia fy = 4200 Kg/cm^2. Para valores distintos de fy, los valores de esta tabla deberán multiplicarse por:

$$\left(0,4+\frac{fy}{7030}\right)$$

1.4.8. Criterios para el dimensionamiento de vigas

El caso más general en el dimensionamiento de vigas es aquél en el que son conocidos el momento flexionante y las resistencias de los materiales y se trata de determinar las dimensiones de la sección y el área de acero necesaria.

En la ecuación de flexión: $Mu=\phi\left[f'c\cdot bd^2\omega(1-0,59\omega)\right]$ existen tres variables independientes que intervienen en el problema: b, d y ω. Según la forma en que se plantea el problema y de acuerdo con algún criterio conveniente, se suelen fijar los valores de dos de estas variables y se calcula la tercera de ellas.

Una forma común de proceder consiste en suponer un valor de P, a partir del cual se determina un valor de ω, y el valor de la relación b/d. En casos prácticos puede resultar preferible partir de la relación b/h. El valor de P que se suponga debe estar comprendido entre los límites inferior y superior permisibles, y debe fijarse atendiendo a consideraciones económicas. Los porcentajes pequeños suelen conducir a soluciones más económicas, si el valor escogido es del orden de 0.35 a $0.50\rho_{balanceado}$ o menor, habrá poco riesgo de que las deflexiones sean excesivas.

Sin embargo, puede suceder que sea necesario lograr secciones esbeltas por motivos arquitectónicos o para disminuir el peso propio, y entonces conviene usar porcentajes elevados. El valor de que se suponga, influye considerablemente en el costo de la estructura: Mientras más peraltada sea la sección, mayor es el consumo de materiales.

Sin embargo, el uso de peraltes excesivamente grandes puede llevar a problemas de inestabilidad lateral y a un aumento en el costo de los acabados del edificio, debido al incremento en el espesor de los sistemas de piso. También el costo del encofrado aumenta con el peralte de la viga. Cuando no existen limitaciones en el peralte, los valores b/d suelen estar comprendidos entre ¼ y ½ aproximadamente.

1.4.9. Diseño de columnas.

Las columnas son los miembros verticales a compresión de los marcos estructurales, que sirven para apoyar a las vigas cargadas. Transmiten las cargas de los pisos superiores hasta la planta baja y después al suelo, a través de la cimentación. Puesto que las columnas son elementos a compresión, la falla de una columna en un lugar crítico puede causar el colapso progresivo de los pisos concurrentes y el colapso total último de la estructura completa.

En términos económicos y de pérdidas humanas, la falla estructural de una columna es un evento de principal importancia. Es por esto que se debe tener un cuidado extremo en el diseño de las columnas, que deben tener una reserva de resistencia más alta que las vigas o cualquier otro elemento estructural horizontal, especialmente porque las fallas de compresión proporcionan muy poca advertencia visual.

El reglamento del ACI requiere que en el diseño de miembros a compresión se utilicen factores de reducción de la resistencia (ϕ), considerablemente menores que los factores ϕ para la flexión, el cortante o la torsión.

En el caso de las vigas, la cantidad de refuerzo se controla para obtener un comportamiento de falla dúctil. En el caso de las columnas, ocasionalmente dominará la carga axial; por lo que no se puede evitar un comportamiento de falla por compresión para los casos en que existe una relación grande de carga axial-momento flexionante.

A medida que la cara en una columna se incrementa, el agrietamiento se intensifica en los lugares de los amarres transversales, en toda su altura. En el estado límite de falla, el recubrimiento de hormigón de las columnas con estribos o la capa de hormigón que cubre las espirales en columnas confinadas con espirales, se desprende y las varillas longitudinales quedan expuestas. Las cargas adicionales conducen a la falla y el pandeo local de las varillas longitudinales individuales, en las partes sin soporte entre los estribos. Se debe notar que en el estado límite de falla, el recubrimiento de hormigón del refuerzo se desprende primero antes que se destruya la adherencia.

Como en el caso de las vigas, la resistencia de las columnas se calcula con los principios básicos siguientes:

- Existe una distribución lineal de las deformaciones en la sección transversal de la columna.

- No hay deslizamiento entre el acero y el hormigón (esto es, la deformación en el acero y en el hormigón en contacto es la misma)

- Para el propósito de los cálculos de la resistencia, la deformación máxima permisible del hormigón en la falla es 0,003.

- La resistencia en tensión del hormigón es despreciable y no se considera en los cálculos.

Las columnas se pueden clasificar con base a su forma y la disposición del refuerzo, con la posición de la carga en la sección transversal y por la longitud de la columna en relación con sus dimensiones laterales.

La forma y el arreglo del refuerzo, identifican a los tres tipos de columnas.

- Columnas rectangulares o cuadradas con refuerzo longitudinal de varillas y estribos laterales.

- Columnas circulares con refuerzo longitudinal y refuerzo en espiral o con estribos.

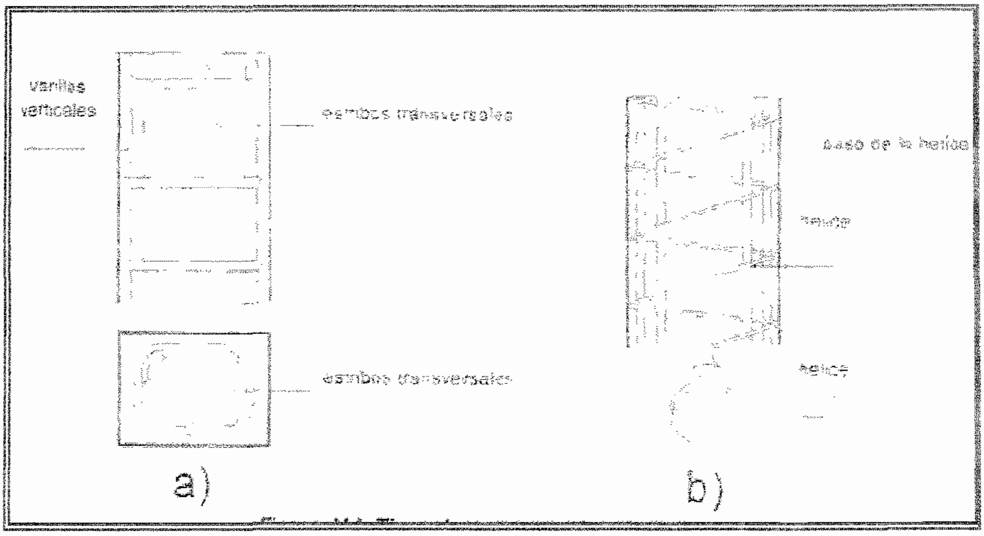


Fig. 3 Tipos de secciones de columnas [Red Bibliotecaria, Univesidad de Sonora, México]

Aunque las columnas con estribos son las que se usan con más frecuencia por sus costos menores de construcción, cuando se requiere un incremento en la ductilidad, como en las zonas sísmicas, también se usan columnas rectangulares o circulares con refuerzo espiral. La habilidad de las columnas con espirales para soportar la carga máxima con deformaciones excesivas evita el colapso total de la estructura antes que se complete la distribución total de los momentos y los refuerzos.

En base a la posición de la carga en la sección transversal, se puede clasificar a las columnas como cargadas axialmente o excéntricamente. Las columnas cargadas axialmente, no soportan momento. Sin embargo, en la práctica se debe diseñar todas las columnas para resistir alguna excentricidad no prevista o accidental que se puede producir por causas como las variaciones en el alineamiento vertical del encofrado.

Las columnas con carga excéntrica, están sujetas a momento además de la fuerza axial. El momento se puede convertir en una carga P y una excentricidad e. El momento puede ser uniaxial como es el caso en una columna exterior del marco de un edificio de varios niveles, o cuando dos tableros adyacentes no están cargados de modo similar. Se considera que una columna está cargada biaxialmente cuando existe flexión con respecto a los dos ejes X y Y.

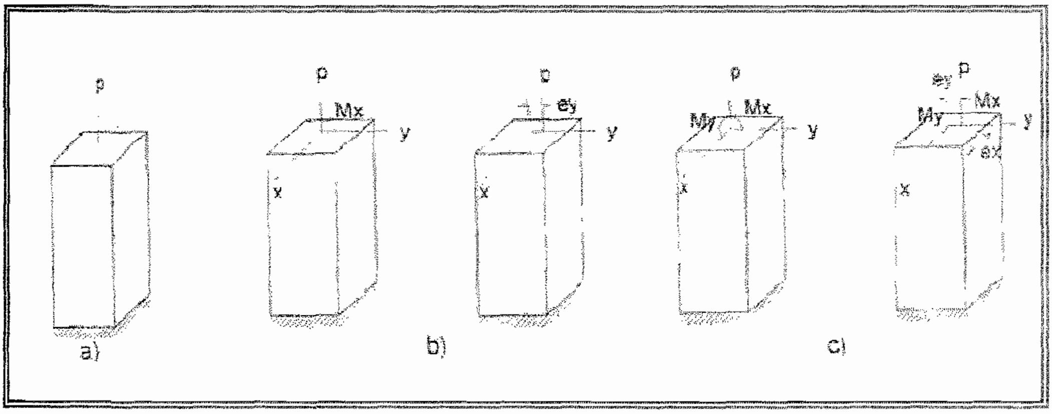


Fig. 4 Formas de tomar las cargas en columnas [Red Bibliotecaria, Univesidad de Sonora, México]

La falla en las columnas se puede presentar como resultado de una falla en el material por la fluencia inicial del acero en la cara de tracción o por el aplastamiento inicial del hormigón en la cara de compresión, o por la pérdida de la estabilidad lateral estructural (esto es, por pandeo).

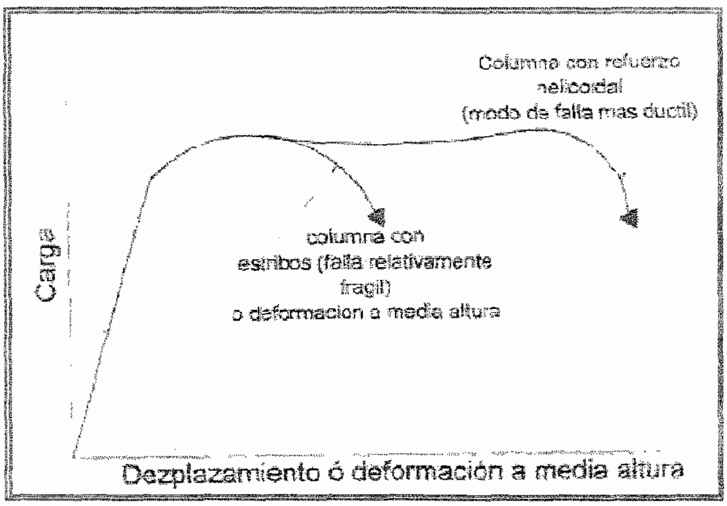


Gráfico 1. Carga Vs. Deformación a media altura [Red Bibliotecaria, Univesidad de Sonora, México]

1.4.10. Diseño de columnas no esbeltas

Para diseñar las columnas no esbeltas, en las que el comportamiento está controlado por la falla del material, se pueden utilizar los siguientes pasos:

- Calcular la carga axial externa factorizada Pu y el momento factorizado Mu. Obtener la excentricidad e = Mu/Pu.
- Suponer la sección transversal y el tipo de refuerzo vertical que se usará. Al seleccionar los tamaños de las columnas, se deben evitar dimensiones fraccionales.
- Suponer una relación de refuerzo ρ entre 1 y 4% y y obtener el área del refuerzo.
- Calcular Pnb para la sección supuesta y determinar el tipo de falla, sea por fluencia inicial del acero o por el aplastamiento inicial del hormigón.
- Revisar si la sección supuesta es adecuada. Si la sección no puede soportar a la carga factorizada o si es demasiado grande y por lo tanto no es económica, modificar la sección transversal y/o el refuerzo y repetir los pasos 4 y 5.
- Diseñar el refuerzo lateral.

1.5. Reglamento o código a utilizarse

Los edificios deben diseñarse y construirse de acuerdo con las especificaciones de un reglamento de construcción, que es un documento legal que contiene los requisitos relativos a seguridad estructural, seguridad contra el fuego, ventilación, etc. Un reglamento de construcción tiene fuerza legal y es administrado por una entidad gubernamental como una ciudad, un municipio o para algunas áreas metropolitanas grandes, un gobierno establecido. Los reglamentos de construcción no dan procedimientos de diseño, pero ellos especifican los requisitos y restricciones de diseño que deben satisfacerse. De particular importancia para el ingeniero es la prescripción de las cargas vivas mínimas en edificios. Aunque el ingeniero es alentado a investigar las condiciones de carga reales y a determinar sus valores, la estructura debe ser capaz de soportar esas cargas mínimas especificadas.

1.5.1. ASCE/SEI 7-05 (IBC-2003)

Norma ASCE 7-05 (incluyendo el Suplemento No. 1) proporciona los requerimientos para el diseño estructural e incluye los medios para determinar las cargas muertas, vivas, de suelo, inundación, viento, nieve, lluvia, hielo atmosférico, y cargas de sismo, y sus combinaciones que son adecuadas para la inclusión en los códigos de edificación y otros documentos. Se incluyen comentarios detallados que contienen información explicatoria y suplementaria para asistir al usuario del ASCE 7-05.

El ASCE 7-05 es una revisión completa del ASCE 7-02, incluye provisiones revisadas y significativamente reorganizadas para el diseño sísmico de estructuras, así como también revisiones en las provisiones para determinar cargas vivas, de inundación, viento, nieve y hielo atmosférico. La inclusión del Suplemento No.1 dentro del ASCE 7-05 asegura que hay una completa y total coordinación entre el Código Internacional de Edificación de 2006 y el ASCE 7-05. Las actualizaciones las cuales abarcan el Suplemento No. 1 son continuamente integradas dentro del volumen 7-05, y no están disponibles en ninguna otra parte. ASCE 7-05 es una parte integral de los códigos de edificación de los Estados Unidos.

1.6. Programa computacional a utilizarse (SAP-2000 v10).

El SAP es un programa de cómputo desarrollado por la compañía Computers & Structures, Inc. De Berkley que puede ser aplicado al diseño de puentes, torres de transmisión, estructuras con cables, estructuras industriales y cualquier otro tipo de estructura (1).

1.6.1. Características.

El SAP 2000 tiene una interfase gráfica totalmente integrada al entorno del Windows lo cual hace que el modo de utilizar el programa sea tan sencillo como seleccionar opciones de menú o hacer clic sobre un icono con el ratón, o también completar cuadros de diálogo mediante teclado. En un inicio los programas solucionaban modelos estructurales mediante hojas de datos en formato de textos que permitían luego obtener los resultados de la misma forma. Esto dificultaba la verificación de los datos ingresados, con l riesgo de pasar por alto algún error en el modelo estructural. Es por esto que se dio la necesidad de incorporar gráficos que representen la geometría de las estructuras e incluso de los desplazamientos, las fuerzas y otros. La interfase gráfica de este programa nos permite crear un modelo estructural bidimensional o incluso tridimensional de manera casi completamente gráfica lo cual facilita mucho las labores del usuario, su comprensión y control de los cálculos estructurales a realizarse y realizados.

1.6.2. Alcance

Actualmente existen tres categorías del programa que dependen de su capacidad de aplicación. El SAP 2000 Basic (B) permite realizar análisis estático y análisis dinámico modal espectral para armazones y cáscaras.

También diseña elementos de acero y concreto, y está limitado a 1000 nudos. El SAP 2000 Plus (P) ofrece las mismas características que la categoría Basic y además permite realizar análisis dinámico por tiempo-historia y análisis de elementos planos, sólidos y tipo sólidos asimétricos. También incluye análisis de puentes y no presenta límites en el número de nudos. El SAP 2000 Advanced (A) expande las opciones de la categoría Plus con el análisis dinámico no lineal por tiempo-historia (uso de amortiguadores, disipadores y aisladores de base) y ofrece además análisis tipo Pushover en 3D estático no lineal.

CAPITULO II

Diseño de elementos estructurales utilizando Hormigón Convencional

2.1. Descripción de las condiciones físicas, geométricas y de carga.

Se diseñará un edificio de **hormigón reforzado** de seis pisos simétricos con seis vanos a cada lado de 10metros cada uno, el cual va a ser construido en la parte norte de la ciudad de Guayaquil en donde el tipo de suelo tiene una resistencia al corte **Su= 2500 PSF. (120 KPa.)**, el edificio va a ser utilizado en su totalidad como Oficinas y se va utilizar para el diseño estructural el código **IBC 2003**, la resistencia a la compresión del hormigón para todos los elementos estructurales **f´c=300 Kg./cm.^{2} (30 MPa.)** y del acero estructural **fy=4200 Kg./cm.^{2} (420 MPa.)**.

El sistema estructural a utilizar es el de Pórticos de Hormigón Resistentes a Momentos **(PRCM)**, se diseñara la viga y la columna del primer piso que esté sometida a las mayores fuerzas internas.

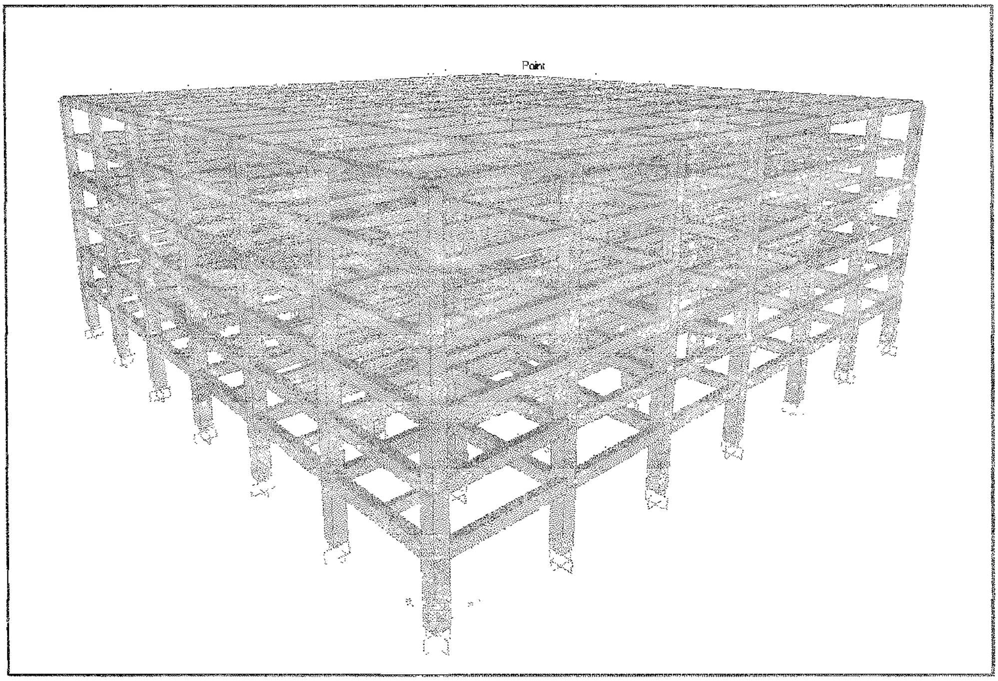


Fig.-5. Vista 3-D de la estructura

El sistema de piso consistirá en una **losa nervada en una dirección** con cajonetas, apoyada en **una viga secundaria**, se asumirá que el centro de masas **CM** del edificio coincide con su centro de gravedad, se asume que cada piso es infinitamente rígido, es decir, todos los nudos de un mismo piso se desplazan la misma cantidad, finalmente las columnas a colocarse en los pisos serán de sección cuadrada.

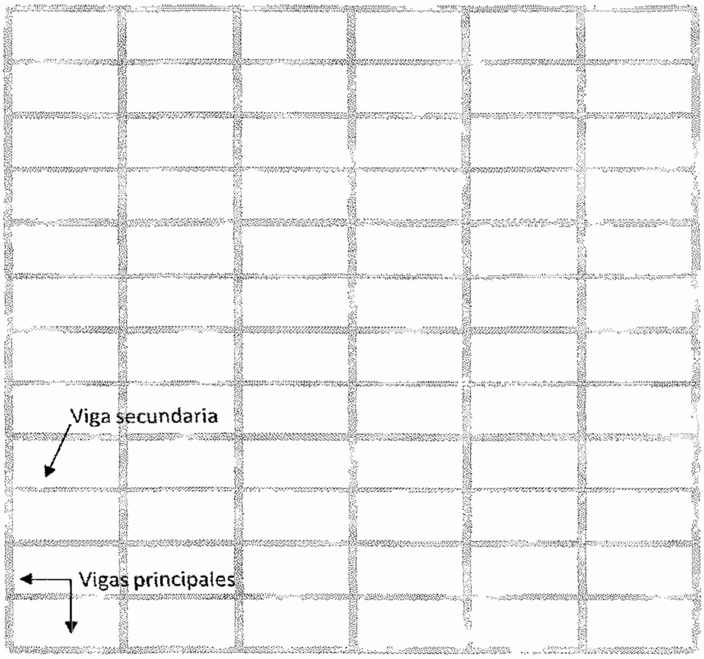


Fig. 6.- Vista en planta de la estructura

2.2. Pre-diseño de la estructura.

2.2.1. Determinación del Espectro Elástico de Respuesta de Díseño.

De acuerdo a los datos proporcionados en el subcapítulo 2.1 y según la tabla 20.3-1 del IBC 2003 (anexo A), se clasifica al suelo en donde se va a ubicar la estructura en suelo Clase C, por lo cual se procede a construir el espectro elástico de Respuesta de diseño, dándonos una aceleración de respuesta espectral máxima **Sa= 1g.** Para períodos mayores a **0.104sg.** y menores a **0.520sg.** *Los cálculos del Espectro Elástico de Respuesta de Diseño se detallan en el (anexo B)*

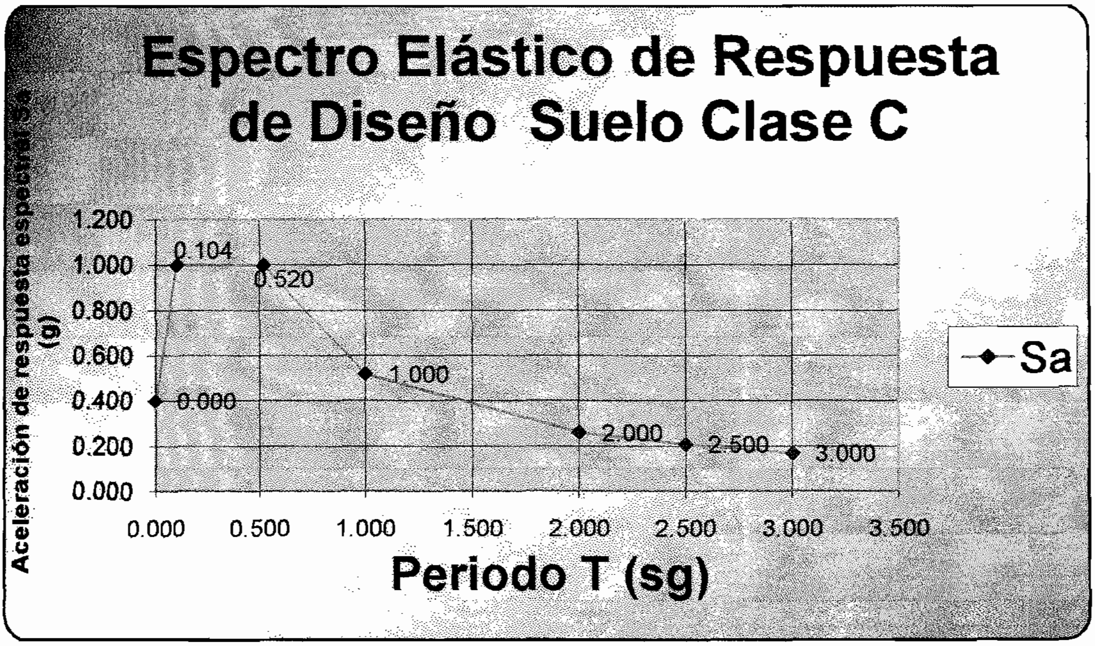


Gráfico 2.- Espectro Elástico de respuesta de diseño (Suelo clase C)

2.2.2. Determinación del Periodo Sísmico de la estructura.

Para determinar el Periodo Sísmico de la Estructura se utiliza el método sin análisis modal, debido a que la estructura cumple con las condiciones del mismo, esto es tener un número de pisos **N** menor a 12 y la altura de entre pisos **hn** mayor a 3 metros.

$$\mathbf{T=Ta} \qquad (ec\ 2.1)$$

$$\mathbf{Ta_1=Ct^*(hn)^x} \qquad (ec\ 2.2)$$

de donde:

hn(altura en pies del edificio)= 80.4 pies

Tipos de estructura	Ct	x
PARM	0.028	0.800
PCRM	0.016	0.900
PAAE	0.030	0.750
Otros sistemas	0.020	0.750

Tabla II. Coeficiente Ct y x para diferentes tipos de estructura

$$\left.\begin{array}{r} Ct= \boxed{0.0160} \\ x= \boxed{0.9000} \end{array}\right\} \textit{de Tabla II}$$

$$\mathbf{Ta_1=}\boxed{\mathbf{0.829\ sg}}$$

$$\mathbf{Ta_2=0,1N} \qquad (ec\ 2.3)$$

solo si:

$$\left.\begin{array}{l} N\leq 12 \\ h_x\geq 3m \end{array}\right\} \text{se cumplen para el problema}$$

$$\mathbf{Ta_2=}\boxed{\mathbf{0.6\ sg}}$$

$$\mathbf{T=(Ta1+Ta2)/2}$$

$$\mathbf{T=}\boxed{\mathbf{0.715\ sg}}$$

Período sísmico de la estructura

Se determina el Periodo Sísmico de la estructura **T=0,715sg.**

2.2.3. Determinación de las cargas vivas wl y cargas muertas wd de la estructura.

Primeramente por el método del ACI para el control de deflexiones se determina el peralte mínimo de la losa h=L/18.5, siendo la condición mas critica; L es igual a la longitud entre columnas (L=10m), pero al considerar una viga secundaria la longitud entre columnas se reduce a la mitad (L=5m), dando como resultado h≈ 30cm. como altura de la losa.

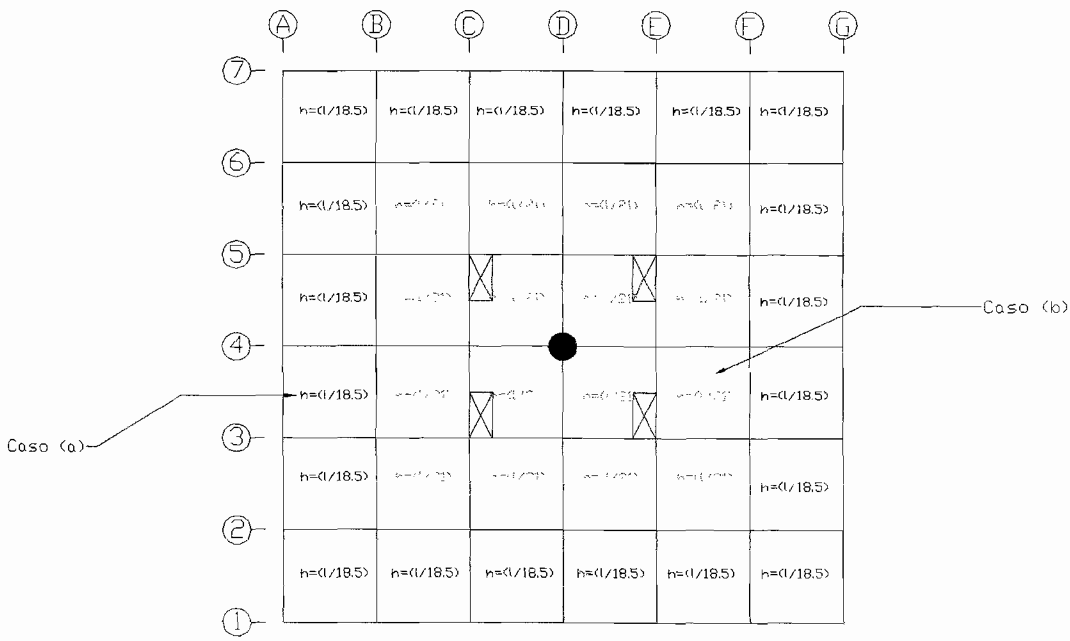


Fig. 7.- Peralte mínimo recomendado por el ACI para el control de deflexiones

Con el espesor de la losa conocido se puede determinar la carga que van a aportar las cajonetas y los nervios para un ancho unitario de un metro.

Determinación de la carga Muerta Wd

Losa de Compresión $\gamma c*ts=$	2.40x0.05	**= 0.12 T/m²**
Nervios $\gamma c*hc*(0.2/1.0)=$	2.40x0.25x0.2	**= 0.12 T/m²**
Cajonetas o bloques $\gamma c*hc*(0.8/1.0)=$	0.8x0.25x0.8	**= 0.16 T/m²**
Baldosas=	————	**= 0.12 T/m²**
Paredes=	————	**= 0.15 T/m²**
Ductos y enlucidos=	————	**= 0.04 T/m²**
		Wd= 0.71 T/m²

Para la carga viva se utilizó la tabla 4.1 del IBC 2003 (anexo C), tomando en cuenta que se requiere diseñar un edificio para oficinas la carga distribuida que nos da la tabla **wL=0.24 T/m².**

2.2.4. Determinación del peso sísmico W de la estructura.

Con las cargas vivas wl y cargas muertas wd conocidas y asumiendo un peso propio de la estructura **wpp= 0.3 T/m²** se procede a calcular el peso sísmico **W** de la estructura.

wd=	**0.71 T/m2**	
wl=	**0 T/m2**	solo se considera valor de carga viva para bodegas
wpp=	**0.3 T/m2**	se asume un promedio entre (0,2-0,4) T/m2

w= **1.01 T/m2**

se adopta:

w= $\boxed{\textbf{1.01 T/m2}}$ carga sísmica de la estructura

área de piso = 3600 m2
de pisos = 6 pisos

W= $\boxed{\textbf{21816 T}}$ peso sísmico de la estructura

2.2.5. Determinación del coeficiente de respuesta sísmica de la estructura.

Para la determinación del peso sísmico se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- **R.**- factor de modificación de respuesta sísmica para PRCM R=8, sección C de la *tabla 12.2-1* (anexo D).
- **I.**-Factor de importancia de ocupación para edificios de viviendas y oficinas I=1, *tabla 11.5-1* (anexo E).

T= 0.7sg
R= 8
I = 1

Cs=Sds/(R/ *(ec 2.4)*

Sds= 1g (Anexo B)

$\boxed{Cs \leq 0.13}$

comprobación:

Cs≤Sd1/T' *(ec 2.5)*

Sd1= 1g (Anexo B)

$\boxed{Cs \leq 0.09}$

Cs ≥ 0,01N *(ec 2.6)* N= número de pisos

Cs≥ 0.06

Adoptamos un coeficiente de respuesta sísmico Cs=0,09sg

2.2.6. Determinación del cortante Basal de la estructura V.

Con el coeficiente de respuesta sísmica **Cs= 0.09sg**., se puede determinar el cortante Basal de la estructura, en este caso como el edificio es simétrico el cortante basal será igual para la dirección X así como también para la dirección Y.

$$V=Cs*W \quad (ec\ 2.7)$$

V= 1963.44 T

Como el edificio es simetrico

Vx=Vy= 1963 T

2.2.7. Determinación de la fuerza sísmica lateral.

Con el Cortante Basal se procede a calcular la fuerza sísmica lateral que se va a aplicar a cada piso de la estructura y esta a su vez se la distribuye para cada pórtico de la estructura; siete para el eje X y siete para el eje Y.

Determinación del exponente relacionado al periodo de la estructura (k)

$$K=[(1/2)(T-0,5)]+1, \quad (ec\ 2.8)$$

donde:

T= 0.715 sg *Periodo sísmico de la estructura*

k=1.11

Determinación de la fuerza sísmica en cada nivel de la estructura (Fx)

$$Fx=Cvx*V \quad (ec\ 2.9)$$

$$Cvx=[Wx*(hx^{\wedge}k)]/[\sum_{i=6} wi*(hi^{\wedge}k)] \quad (ec\ 2.10)$$

W1=W2=W3=W4=W5=W6= 0,71T/m²*60m*60=

2556 T peso sísmico efectivo por piso

Nivel	Altura (m)	Wx(T)	Dirección x,y (Vx,y=1964 T)			
			Wx,y*(hx,y^k)	Cvx,y	Fx,y(T)	Vx,y(T)
6	24.5 m	2556 T	89029.76 T	0.294	577.42 T	577.42 T
5	20.5 m	2556 T	73047.88 T	0.241	473.32 T	1050.74 T
4	16.5 m	2556 T	57407.42 T	0.19	373.16 T	1423.9 T
3	12.5 m	2556 T	42182.37 T	0.139	273 T	1696.9 T
2	8.5 m	2556 T	27492.6 T	0.091	178.72 T	1875.62 T
1	4.5 m	2556 T	13571.47 T	0.045	88.38 T	**1964 T**

Tabla III.- Distribución de la fuerza símica lateral

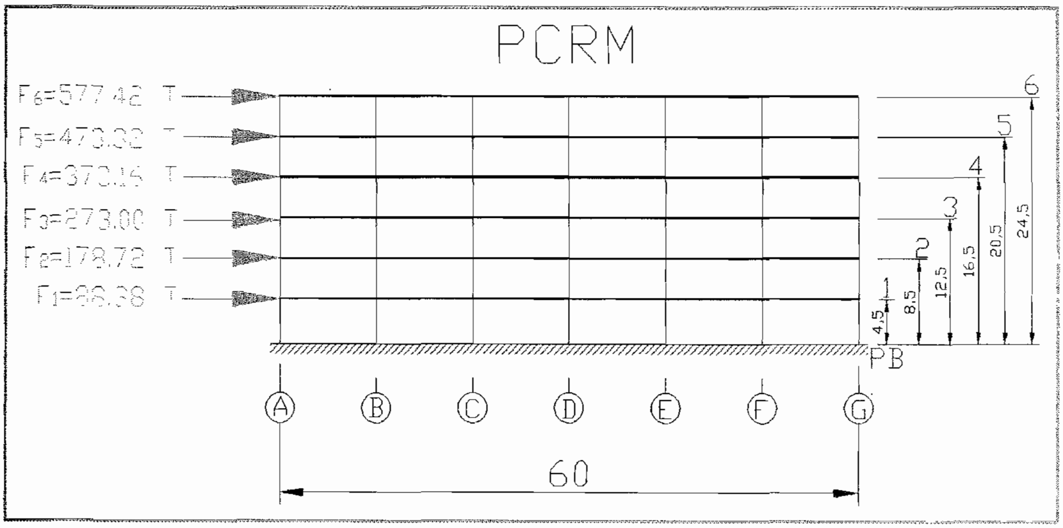


Fig. 8.- Distribución Vertical de la Fuerza Sísmica

2.2.8. Pre-dimensionamiento de las columnas de la estructura.

Con la distribución vertical de la fuerza sísmica se realiza el pre-dimensionamiento de las columnas de la estructura. Se determina la columna más crítica, es decir, la que tenga mayor área de influencia; en este caso se puede adoptar cualquier columna interior debido a que se tienen las mismas áreas de influencia para todas las columnas.

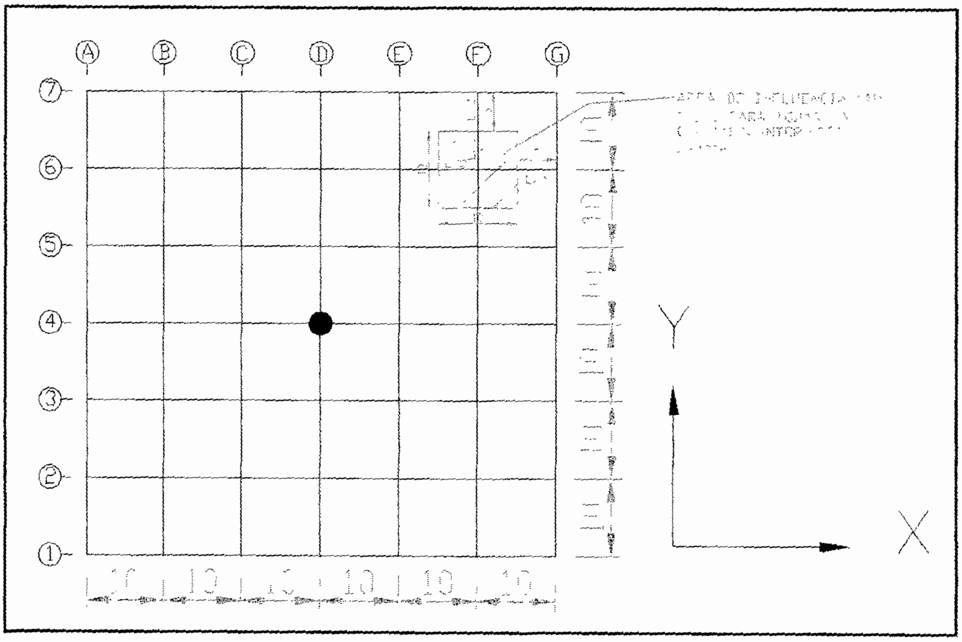


Fig. 9.- Área de influencia (100 m2)

Ai=[(10+10)/2]*[(10+10)/2]

$\boxed{\text{Ai= 100m2}}$

$\boxed{\text{KLL=4}}$

Para columnas interiores de la
Tabla 4-2 (anexo F)

Determinación de la carga axial de servicio (Pi)

$$\boxed{Pi = \sum_{i=x}^{N} Wi * Ai} \qquad \text{ec. 2.11}$$

donde:

Pi= carga axial de servicio en columna al nivel i=x
Wi= carga uniformemente distribuida
que incluye la carga muerta y la carga
De acuerdo al ASCE 7-05 en la sección (4.8.1)

Si KLL*Ai ≥ 37,16 m² la carga viva Lo se
puede reducir a un valor L dado por

$$\boxed{L = Lo\left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{Kll * Ai}}\right)} \qquad \text{ec. 2.12}$$

entonces:

$\boxed{\text{KLL*Ai =400m}^2}$

como:

400 m² ≥ 37,16 m²

se procede a reducir Lo a L

Lo=0,24 T
KLL=4
Ai= 100m2

L=0,25(0,24+0,2285)
L=0,25(0,4685)

$\boxed{\text{L= 0.117 T/m2}}$

% de reducción de carga viva

$\boxed{53.15\ \%}$

Carga axial (Pi) de servicio en las columnas del primer nivel

 # de pisos =6

Ai= 100 m²

D=	**0.71 T/m2**	carga muerta wd
Lo=	**0.24 T/m2**	carga viva wl
L=	**0.12 T/m2**	carga viva reducida

P1= 6*(0,71+0,12)*100

P1= 498 T

Determinación de la sección transversal de la columna

Ac= área de la sección transversal de la columna

Ac= b*h

$$Ac = \frac{Pi}{\alpha * f'c} \qquad \text{ec. 2.13}$$

donde:

α= 0,20 a 0,25 para diseño sismo resistente

f´c= 300 Kg/cm², dato del proyecto

tomamos un α=0,20

$$Ac = \frac{498T}{0.20 * 0.3T/cm2}$$

Ac= 8300 cm2

asumimos un b=91 cm

h= 91.21 cm

Se Adoptan columnas **95x95cm** para el primer y segundo piso

Columnas **90x90cm** para el tercer y cuarto piso

Y columnas **85x85cm** para el quinto y sexto piso

Se pre-dimensionó la columna mas critica (*la columna que tenga mayor área de influencia y reciba mas carga cualquier columna interior del primer piso para nuestro por tener una estructura simétrica*), con la reducción de carga viva ql en un 53.15 % y la carga muerta completa se procede a calcular la carga axial P que va a soportar la columna, con esta carga se determina la sección mínima de hormigón. Como resultado tenemos en el pre-dimensionamiento de las columnas del primero y segundo piso serán cuadradas de 950x950mm., para el tercero y cuarto piso se asume una sección más pequeña de 900x900mm., y para el quinto y sexto piso serán de 850x850mm de cada lado.

2.2.9. Pre-dimensionamiento de las vigas secundarias de la estructura.

Ahora se procede a dimensionar las vigas secundarias que tienen un ancho de influencia **s=5metros**, y un factor de seguridad **f=1.05,** factor que consideran el peso propio del elemento. Mediante un modelo sencillo en el programa **SAP 2000 v10** se puede determinar los momentos de la viga continua de seis claros, la carga muerta se la aplicó a lo largo de toda la luz de la viga mientras que para la carga viva se utilizó en los dos primeros tramos cargados, luego se alternó entre un tramo vacío y uno lleno hasta finalizar la viga; esto se hace para determinar los máximos momentos positivos producidos por este estado de carga, con estos momentos se procede a calcular las dimensiones:

Estimar momento por carga muerta y carga viva:

Wu= 1,2*Wd + 1,6*WL ec. 2.14

donde:

Wd =0.71 T/m2

WL= 0.24 T/m2

entonces:

qd= Wd*s*fs

qL= Wl*s*fs

qu= 1.2*qd + 1.6*qL ec. 2.15

donde:

s= ancho de influencia= 5m

fs=factor de mayoracion debido a peso propio del elemento=1.05

qd =3.728 T/m carga muerta

qL =1.26 T/m carga viva

$\boxed{\textbf{qu= 6.49 T/m}}$ carga última

Para determinar los momentos vamos a modelar la viga secundaria en el programa SAP2000 v10

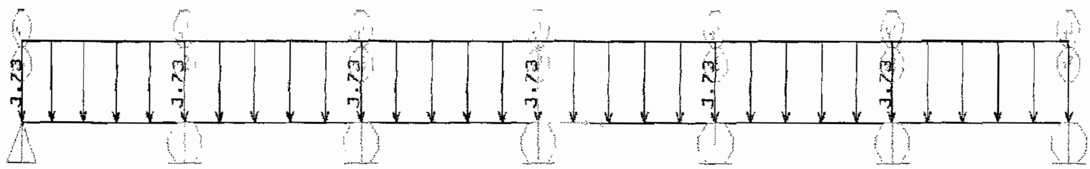


Fig. 10.- Viga simplemente apoyada, carga muerta qd = 3.728 T/m

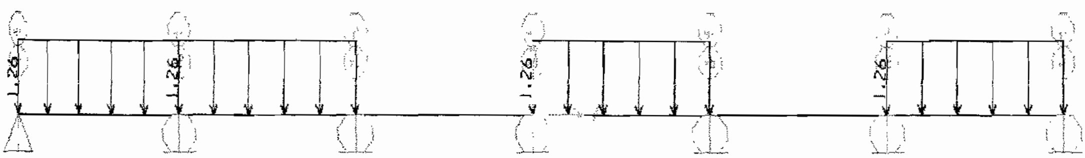


Fig. 11.- Viga simplemente apoyada, con carga viva ql = 1.26 T/m

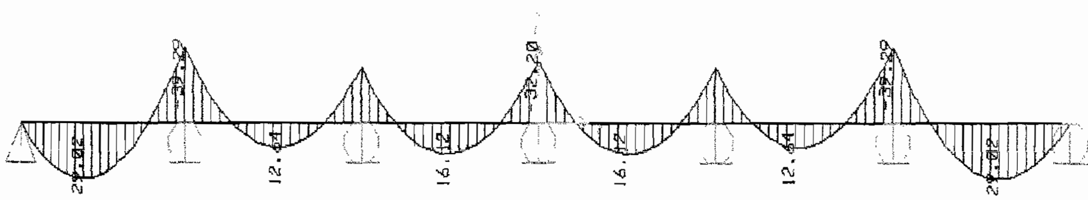


Fig. 12.- Diagrama de momento por efecto de la carga muerta (qd)

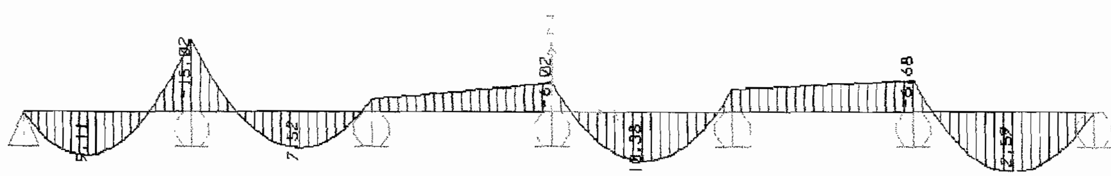


Fig. 13.- Diagrama de momento por efecto de la carga viva (ql)

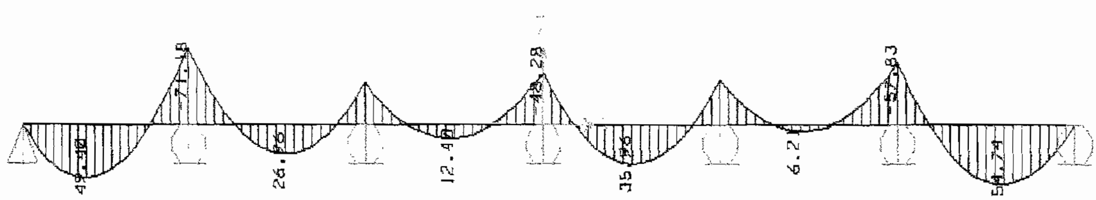


Fig. 14.- Diagrama de momento por efecto de la carga última (qu)

Estimar dimensiones preliminares de la viga aplicando ecuación 2.16

Mu= 71,18 T/m momento máximo negativo por efecto de la carga última ubicada en el primer apoyo interior izquierdo Figura 14

$$\boxed{bd^2 = \frac{Mu}{0.145 f'c}}$$ ec. 2.16

donde:

f´c= 300 Kg/cm2, dato del problema

$\boxed{bd^2 =}$ 163632.18 cm2

sea b= 35 cm

d= 68.38 cm

"La sección de hormigón para todas las vigas secundarias del edificio deberá ser mínimo de 350x750 mm. Adoptando un recubrimiento de 7 cm".

2.2.10. Pre-dimensionamiento de las vigas principales en el eje X de la estructura.

Para pre-dimensionar las vigas principales del eje X, eje paralelo a las vigas secundarias y perpendiculares a los nervios, se utilizan los mismos momentos positivo y negativo mostrados en las Fig. 12, 13 y 14, además tiene que considerarse un momento producido por la carga de sismo para las vigas del quinto piso, el cual se lo calcula con el ***método del portal*** y se pre-dimensionan las vigas con las combinaciones de carga respectivas.

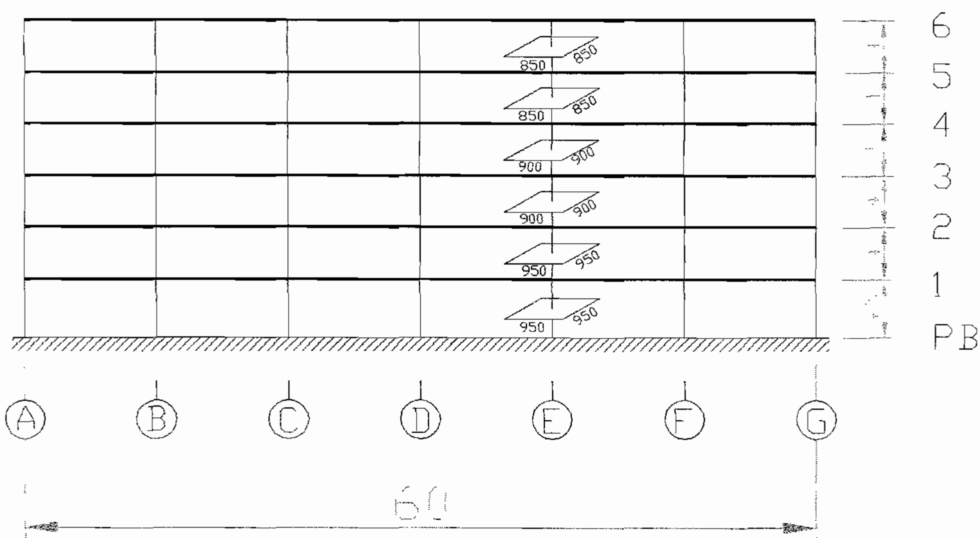


Fig. 15.- Pórtico en el eje X

Ahora se estimará el momento por sismo y el cortante en cada columna.

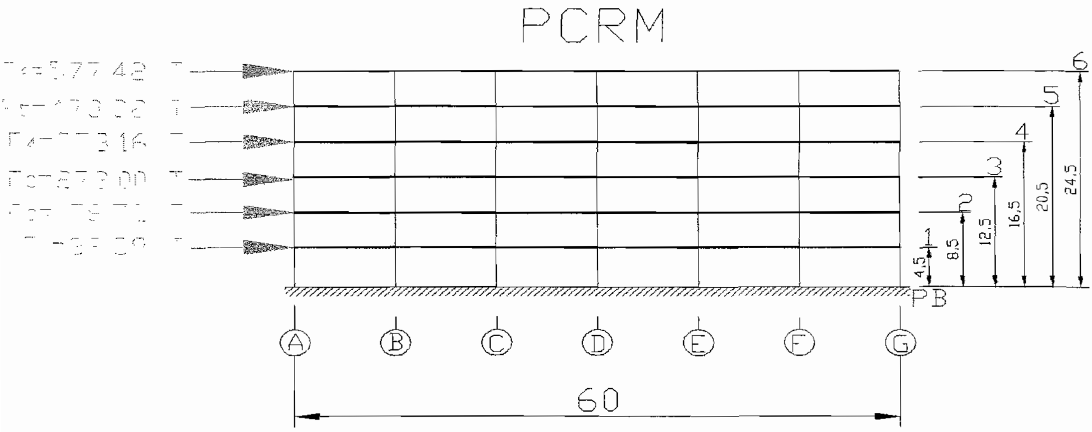
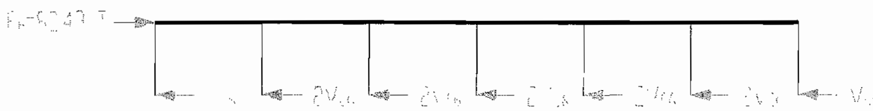


Fig. 16.- Distribución vertical de la Fuerza Sísmica

Entrepiso Sexto

F= 577.42 T para los 7 pórticos en el eje X que van a soportar esta fuerza

F6= 82.49 T fuerza sísmica efectiva para cada pórtico en el piso 6



$\xrightarrow{+}$ $\sum Fx=0$ por equilibrio de fuerzas

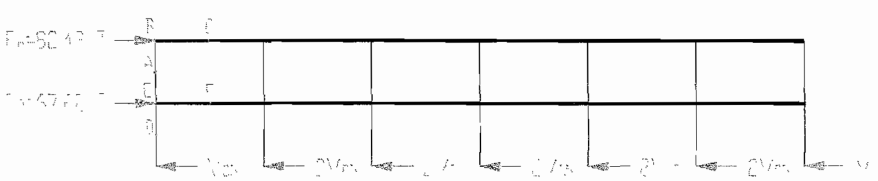
$82{,}49 - 12Vc6 = 0$

$\boxed{Vc6 = 6.87\ T}$

Entrepiso Quinto

F5= 473.32 T para los 7 pórticos en el eje X que van a soportar esta fuerza

F5= 67.62 T fuerza sísmica efectiva para cada pórtico en el piso 5



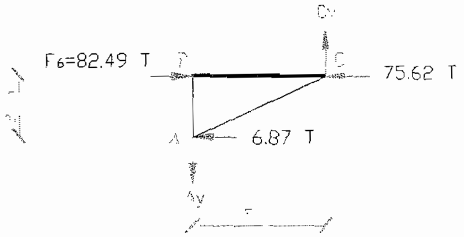
$\xrightarrow{+} \sum Fx=0$ por equilibrio de fuerzas

$$82,49 + 67,62 - 12Vc5 = 0$$

$$\boxed{Vc5 = 12.5\ T}$$

Encontrar la fuerza interna en el elemento en cuestión

Subestructura ABC



$\circlearrowright + \sum M_A=0$

$$(75,62*2)+(Cy*5)-(82,49*2)=0$$

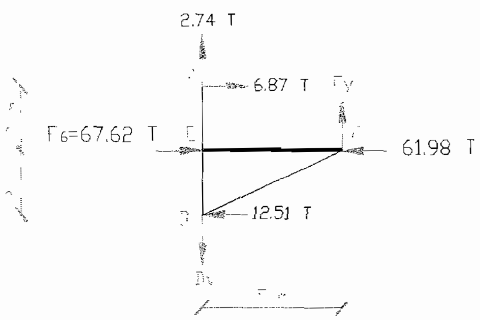
$$\boxed{Cy = 2.74\ T}$$

$\uparrow + \sum Fy=0$

$$2,74 - Ay= 0$$

$$\boxed{Ay = 2.74\ T}$$

Subestructura ADEF



$$\curvearrowleft + \quad \sum M_D = 0$$

(61,98*2)+(Fy*5)-(6,87*4)-(67,62*2)=0

$$\boxed{Fy = 7.752\ T}$$

$$\uparrow + \sum Fy = 0$$

7,75+2,74-Dy = 0

$$\boxed{Dy = 10.49\ T}$$

Encontrar momentos en los extremos de las columnas

$$\boxed{Mc = Vc * \frac{h}{2}}$$ fórmula válida para calcular el momento en los extremos de cualquier columna (ec. 2.17)

donde:

Vc=12,51 T cortante aplicado en las columnas del piso 5

$$\boxed{Mc\ e\text{-}d = -25.02\ T/m}$$

Encontrar momentos en los extremos de las vigas

$$\boxed{Mv = Vv * \frac{l}{2}}$$ fórmula válida para calcular el momento en los extremo en cualquier viga

Vv= Fy = 10,49 T , cortante aplicado en el centro de la viga e-f

$$\boxed{Mv\ e\text{-}f = 52.45\ T/m}$$ momento en el extremo de la viga

Mv e-f =52,45*(9,25/10)

$$\boxed{Mv\ e\text{-}f = -48.51625\ T/m}$$ momento en la cara interna de la columna

Determinar el momento Mu con las combinaciones básicas de acuerdo al Diseño por Resistencia a la Flexión

Mu= 1,2D + 1,6L + 0,5 LR *ec. 2.18*

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
LR=0 por que no es viga de cubierta

Mu =- 71.18 T/m

Mu= (1,2 + 0,2 Sds)D + rQE + 0,5 L *ec. 2.19*

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
Sds= 1g
r= 1,0 para edificaciones normales
QE= efecto de la fuerza sísmica horizontal

Mu =- 111.03 T/m

Estimar dimensiones preliminares de la viga

$$bd^2 = \frac{Mu}{0.145 f'c}$$

donde:

f'c = 300 Kg/cm2, dato del problema

bd^2 = 255241.38 cm2

sea b= 50 cm

d= 71.45 cm

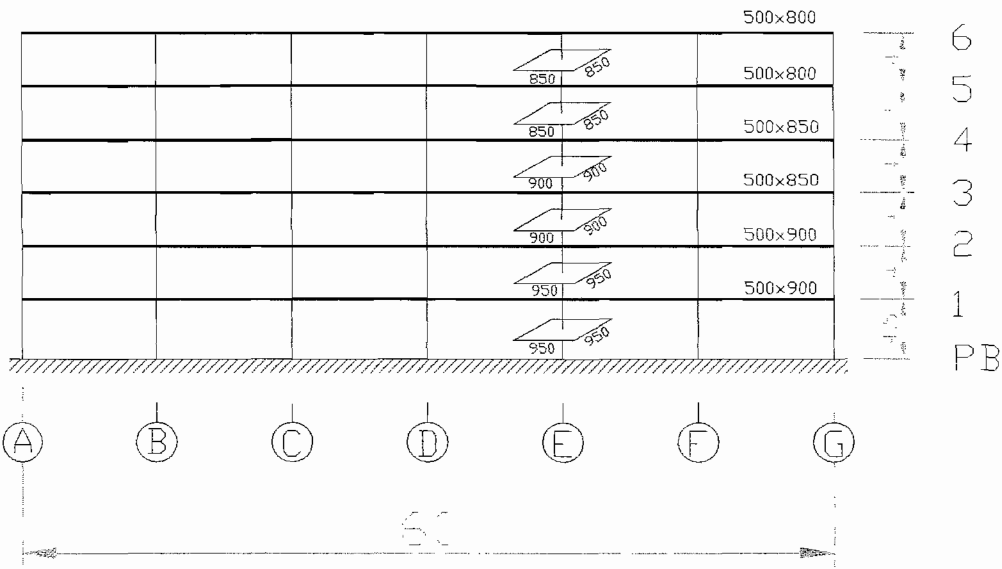


Fig. 17.- Pre-dimensionamiento de los elementos en el eje X

"Para el quinto y sexto piso tenemos vigas principales en el eje X de 500x800mm., para el cuarto y tercer piso vigas de 500x850mm., y finalmente para al primero y segundo piso vigas de 500x900mm."

2.2.11. Pre-dimensionamiento de las vigas principales en el eje Y de la estructura.

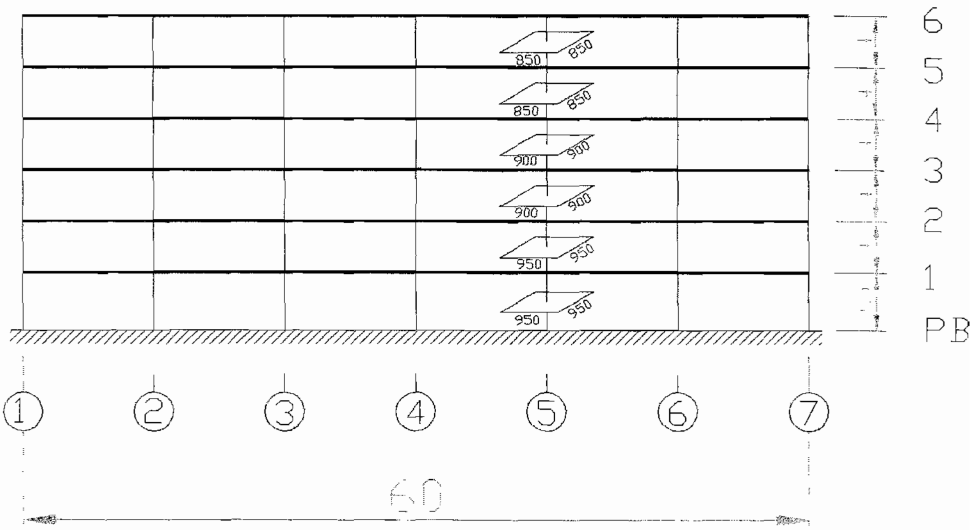


Fig. 18.- Pórtico en eje Y

Por último, antes de construir el modelo de la estructura en **SAP-2000** se dimensionan las vigas principales para el eje Y. Se utiliza un ancho de influencia de 50cm para linealizar las cargas vivas y las cargas muertas, en este caso tenemos que determinar la reacción máxima de las vigas secundarias que actuaran en el centro de la vigas del eje Y como cargas muertas puntuales, esta reacción la determinamos sin mayorar las cargas.

Fig. 19.- Reacciones de la viga secundaria

La mayor reacción de las vigas secundarias se producen en el primer apoyo interno izquierdo de 57.60ton, esta reacción actuara como carga puntual en la viga principal del eje Y.

Luego en un modelo en el SAP 2000, se ingresan las cargas distribuidas debido a carga viva y carga muerta, y la carga puntual debido a la máxima reacción de la viga secundaria para determinar el momento último y pre-dimensionar los elementos.

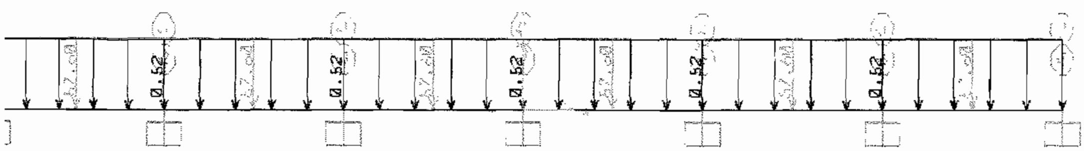


Fig. 20.- Viga principal en el eje Y con carga muerta distribuida y carga muerta por efecto de las vigas secundarias

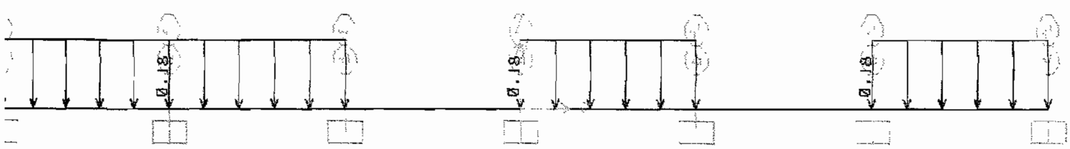


Fig. 21.- Viga principal en el eje Y con carga viva para producir los máximos esfuerzos

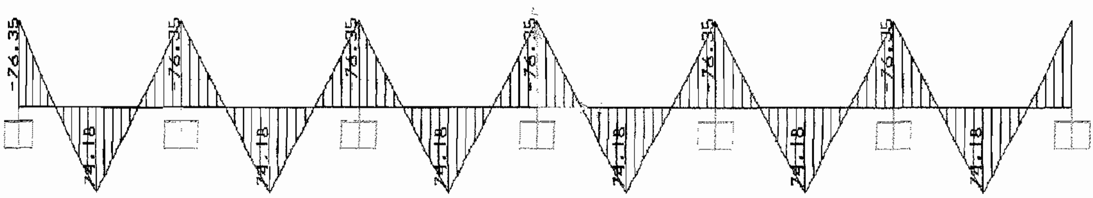


Fig. 22.- Diagrama de momento por efecto de la carga muerta qd

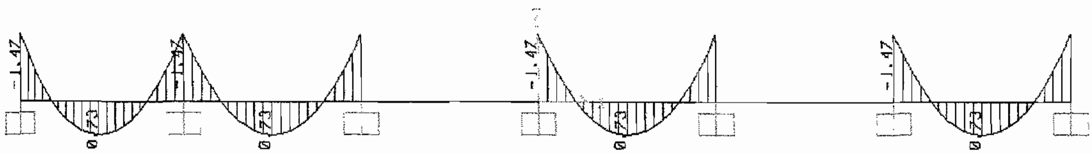


Fig. 23.- Diagrama de momento por efecto de la carga viva ql

A partir de estos datos, se estimará el momento por sismo y el cortante en cada columna.

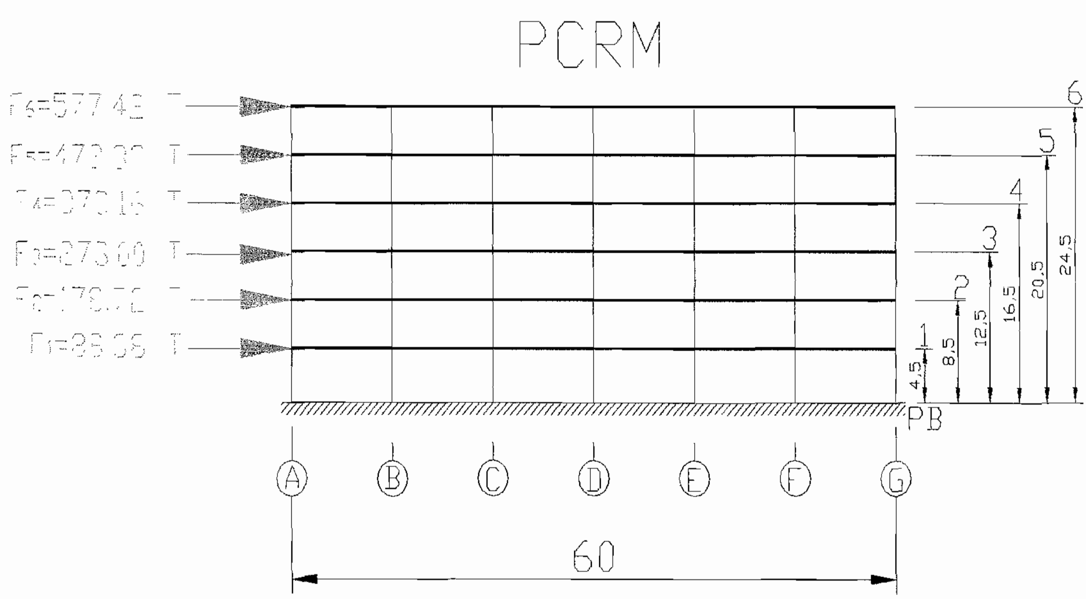
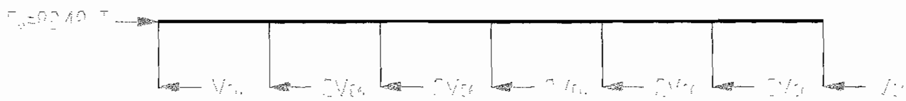


Fig 24.- Distribución vertical de la Fuerza sísmica pórtico eje Y

Entrepiso Sexto

F6= 577.42 T para los 7 pórticos en el eje Y que van a soportar esta fuerza

F6= 82.49 T fuerza sísmica efectiva para cada pórtico en el piso 6



$\xrightarrow{+} \sum Fx=0$

por equilibrio de fuerzas

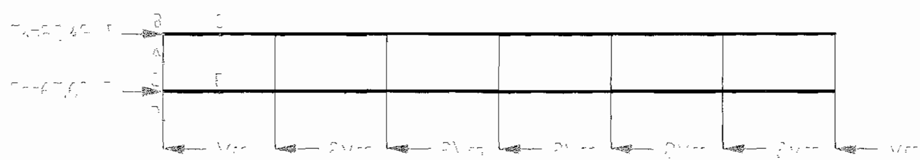
$82{,}49 - 12Vc6 = 0$

$\boxed{\mathbf{Vc6 = 6.87\ T}}$

Entrepiso Quinto

F5= 473.32 T para los 7 pórticos en el eje Y que van a soportar esta fuerza

F5= 67.62 T fuerza sísmica efectiva para cada pórtico en el piso 5



$\xrightarrow{+} \sum Fx=0$

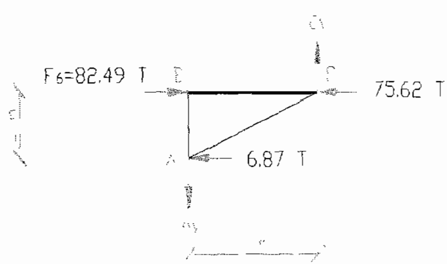
por equilibrio de fuerzas

$82{,}49 + 67{,}62 - 12Vc5 = 0$

$\boxed{\mathbf{Vc5 = 12.51\ T}}$

Encontrar la fuerza interna en el elemento en cuestión

<u>Subestructura ABC</u>



$\circlearrowright + \quad \sum M_A=0$

$(75{,}62*2)+(Cy*5)-(82{,}49*2)=0$

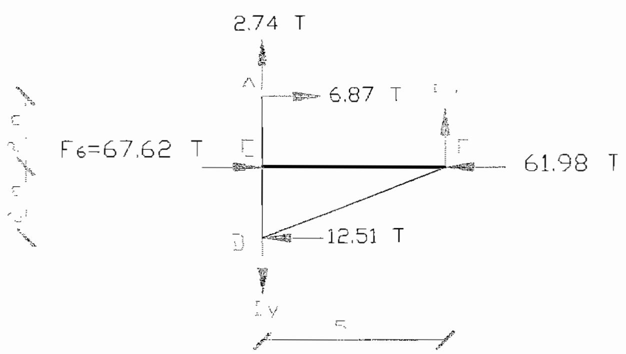
$\boxed{Cy=2.7\ T}$

$\uparrow + \sum Fy=0$

$2{,}74 - Ay=0$

$\boxed{Ay=2.7\ T}$

<u>Subestructura ADEF</u>



$\circlearrowright + \quad \sum M_D=0$

$(61{,}98*2)+(Fy*5)-(6{,}87*4)-(67{,}62*2)$

$\boxed{Fy=7.8\ T}$

$\uparrow + \sum Fy=0$

$7{,}75+2{,}74-Dy=0$

$\boxed{Dy=10\ T}$

Encontrar momentos en los extremos de las columnas

$$\boxed{Mc = Vc * \frac{h}{2}}$$

formula válida para calcular el momento en los extremos de cualquier columna

donde:

Vc=12,51 T cortante aplicado en las columnas del piso 5

$\boxed{\text{Mc e-d =-25.02 T/m}}$

Encontrar momentos en los extremos de las vigas

$$\boxed{Mv = Vv * \frac{l}{2}}$$

fórmula válida para calcular el momento en los extremo en cualquier viga

Vv= Fy= 10,49 T , cortante aplicado en el centro de la viga e-f

$\boxed{\text{Mv e-f =52.45 T/m}}$ momento en el extremo de la viga

Mv e-f =52,45*(9,25/10)

$\boxed{\text{Mv e-f =-48.5163 T/m}}$ momento en la cara interna de la columna

<u>Determinar el momento Mu con las combinaciones básicas de acuerdo al Diseño por Resistencia</u>

u= 1,2D + 1,6L + 0,5 L

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
LR=0 por que no es viga de cubierta

$\boxed{\textbf{Mu =- 93.97 T/m}}$

Mu= (1,2 + 0,2 Sds)D + rQE + 0,5 L

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
Sds= 0g
r= 1,0 para edificaciones normales
QE= efecto de la fuerza sísmica horizontal

Mu =- 156.14 T/m

<u>Estimar dimensiones preliminares de la viga</u>

$$\boxed{bd^2 = \frac{Mu}{0.145 f'c}}$$

donde:

f'c = 300 Kg/cm2, dato del problema

$bd^2 =$ 358943 cm2

sea b= 65 cm

d= 74.31 cm

"Es así que para el quinto y sexto piso tenemos vigas principales en el eje Y de 650x800 mm., para el cuarto y tercer piso vigas de 650x850 mm., y finalmente para al primero y segundo piso vigas de 650x900 mm."

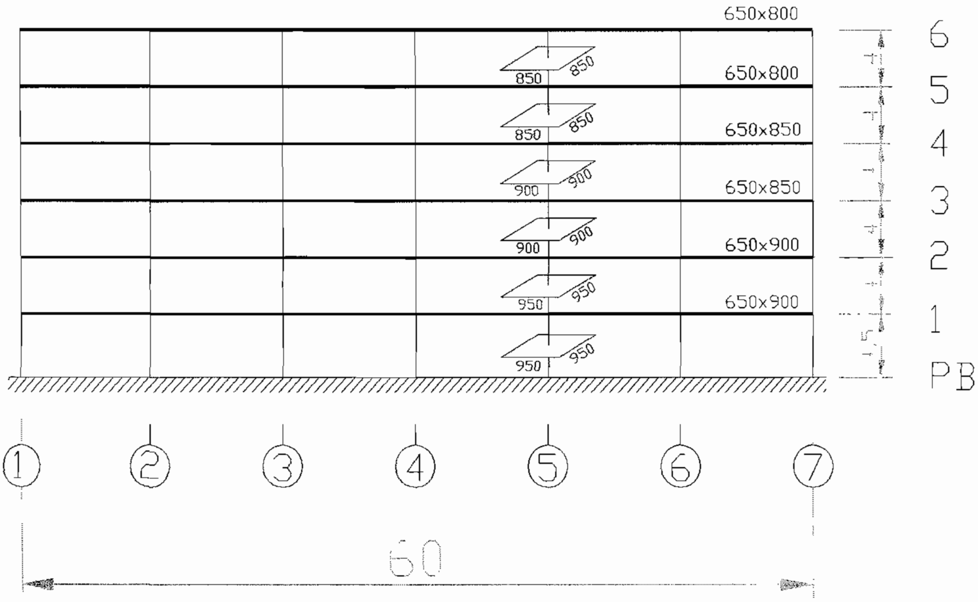


Fig. 25.- Pre-dimensionamiento de un Pórtico en el eje Y

2.3. Modelación de la estructura en SAP2000 v10.

a) Primeramente se definen los materiales que se van a utilizar: para un estructura de hormigón reforzado los materiales básicos son:

- hormigón de resistencia a la compresión simple (f'c=30MPa) con un modulo elástico Ec=25.08 GPa
- acero estructural con un límite de fluencia fy 4200Kg/cm2.

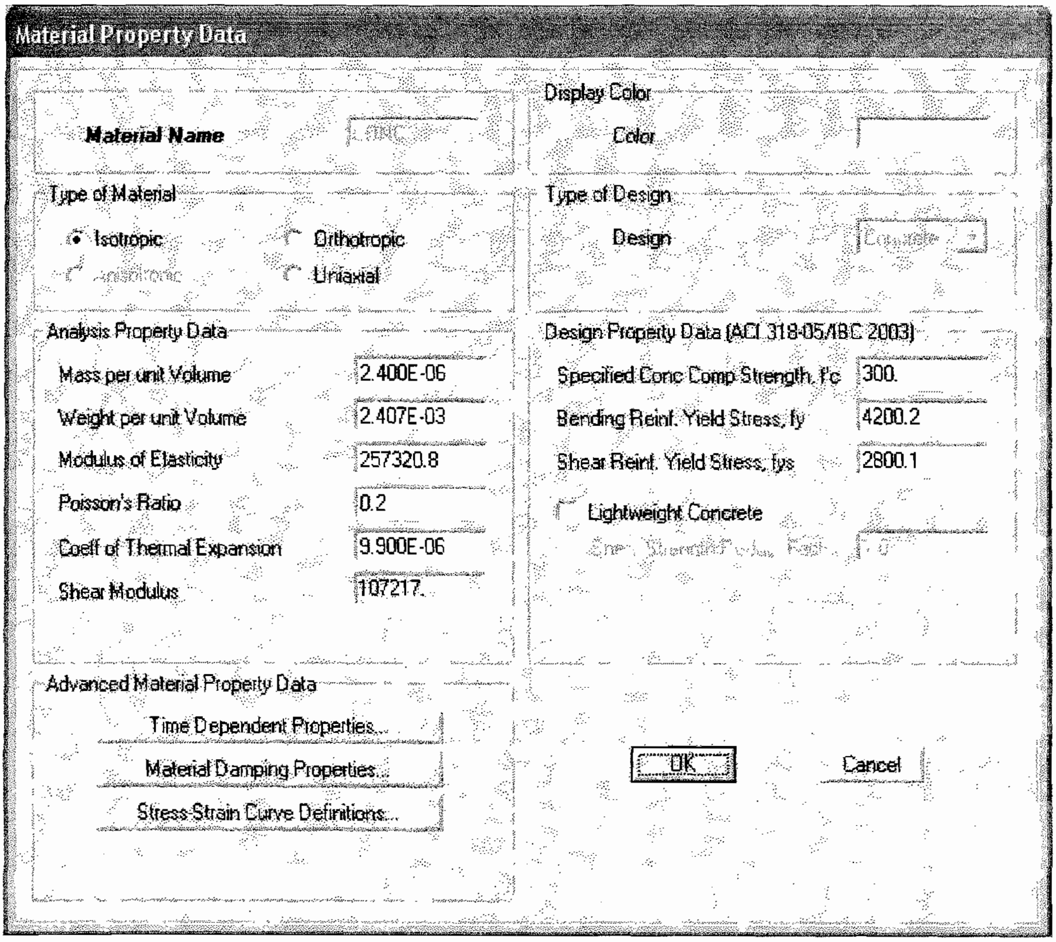


Fig. 26.- Cuadro de propiedades de los materiales f'c=300 Kg/cm2

b) *Se define la sección de los elemento estructurales* (vigas y columnas) por cada uno de los piso de la estructura: para agilizar el análisis se consideran las mismas secciones de vigas (ejes "X" y "Y") y de columnas para dos pisos consecutivos

Predimensionamiento de los elementos (mm)		
PISO	**SECCION (mm)**	**CODIGO SAP2000**
COLUMNAS		
Primero	950x950	COLP1-P2
Segundo	950x950	COLP1-P2
Tercero	900x900	COLP3-P4
Cuarto	900x900	COLP3-P4
Quinto	850x850	COLP5-P6
Sexto	850x850	COLP5-P6
VIGAS EJE - X		
Primero	500x900	VP-X-P1-P2
Segundo	500x900	VP-X-P1-P2
Tercero	500x850	VP-X-P3-P4
Cuarto	500x850	VP-X-P3-P4
Quinto	500x800	VP-X-P5-P6
Sexto	500x800	VP-X-P5-P6
VIGAS EJE - Y		
Primero	650x900	VP-Y-P1-P2
Segundo	650x900	VP-Y-P1-P2
Tercero	650x850	VP-Y-P3-P4
Cuarto	650x850	VP-Y-P3-P4
Quinto	600x800	VP-Y-P5-P6
Sexto	600x800	VP-Y-P5-P6
VIGAS SECUNDARIAS		
Primero	350x750	VS-X
Segundo	350x750	VS-X
Tercero	350x750	VS-X
Cuarto	350x750	VS-X
Quinto	350x750	VS-X
Sexto	350x750	VS-X

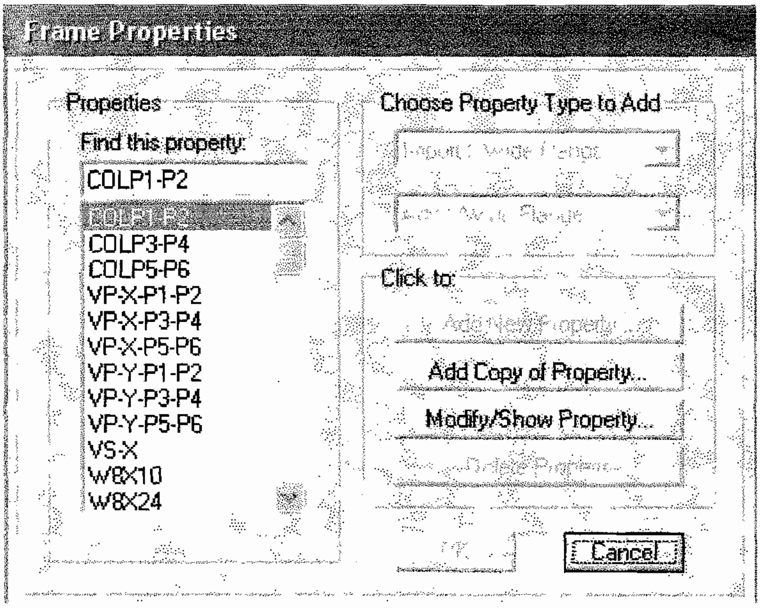


Fig. 27.- Propiedades de las secciones de los elementos

c) Se considera la sección agrietada de los elemento, para las vigas rectangulares Ie=0.40Ig y para columnas cuadradas Ie=0.80Ig.

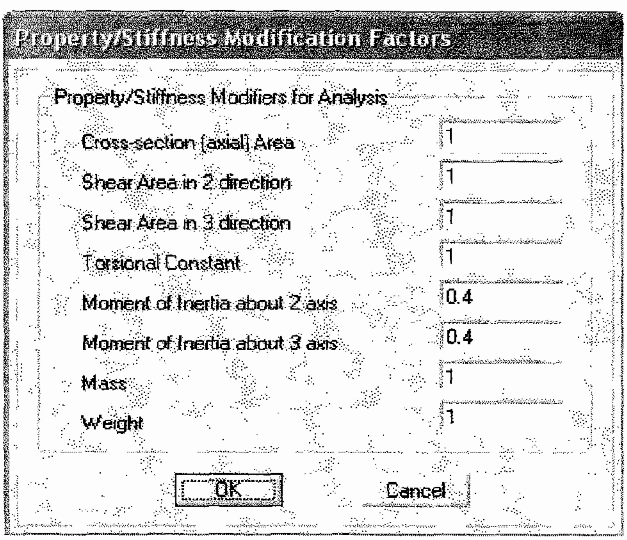


Fig. 28.- Sección agrietada en vigas

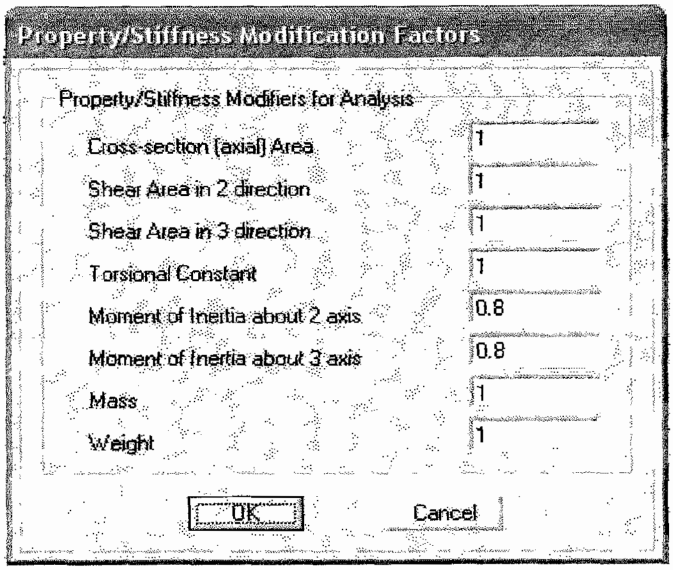


Fig. 29.- Seccion agrietada en columnas

d) Una vez definido los materiales y las secciones se deben cargar las vigas principales y secundarias.

tipo de viga	qd	ql
vigas secundaria	3.73 T/m	1.26 T/m
vigas principal eje x	3.73 T/m	1.26 T/m
vigas principal eje y	0.52 T/m	0.18 T/m

e) Con las cargas definidas hacemos las combinaciones básicas de acuerdo al diseño por resistencia según el ASCE-7.05.

Combinaciones de cargas	
COMB 1	1.4D
COMB 2	1.2D + 1.6L
COMB 3	1.2D + L + Ex
COMB 4	1.2D + L - Ex
COMB 5	1.2D + L + Ey
COMB 6	1.2D + L - Ey
COMB 7	0.9D + Ex
COMB 8	0.9D - Ex
COMB 9	0.9D + Ey
COMB 10	0.9D - Ey

Con estas combinaciones de carga se construirá la envolvente.de momentos *(Grafico de Momentos vs longitud de la viga que sirve para determinar los momentos máximos negativos y positivos de la viga a lo largo de su longitud)*

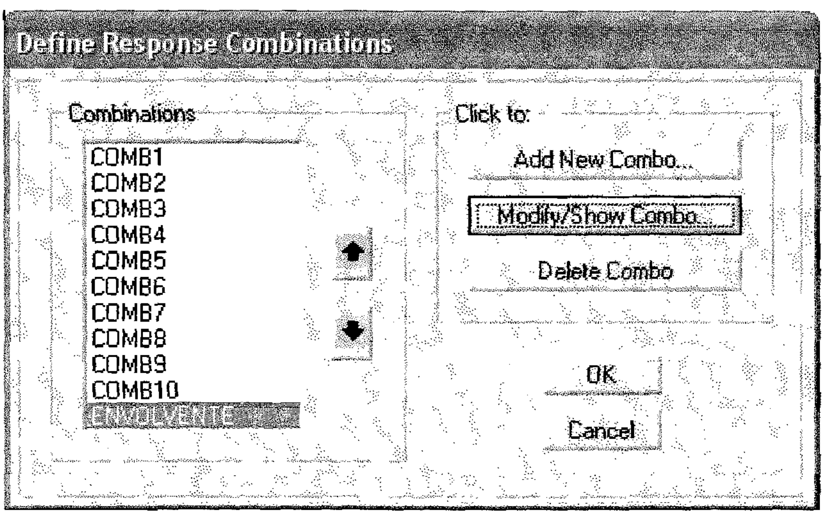


Fig. 30.- Combinaciones de cargas y envolvente

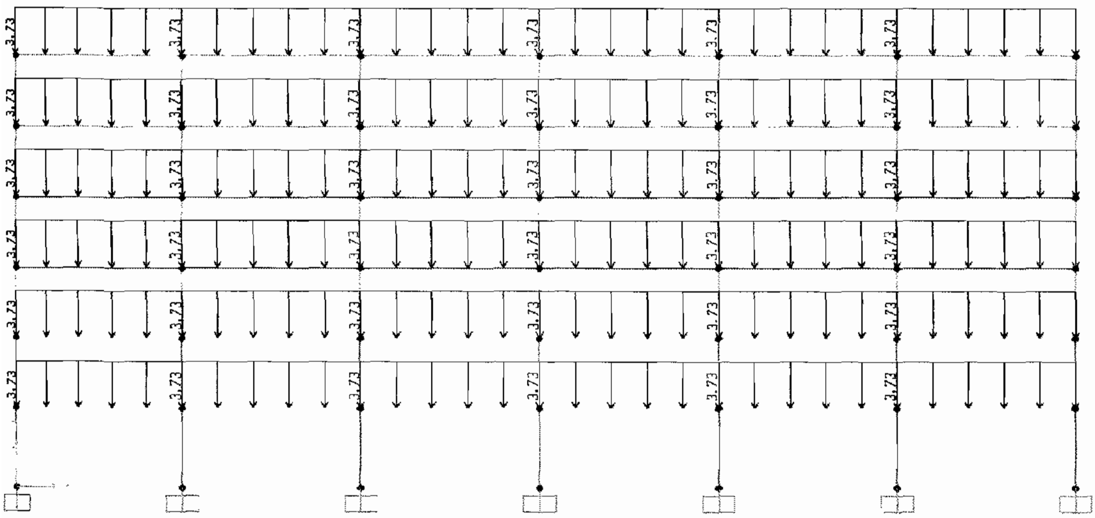


Fig. 31.- Pórtico en el eje X con carga muerta

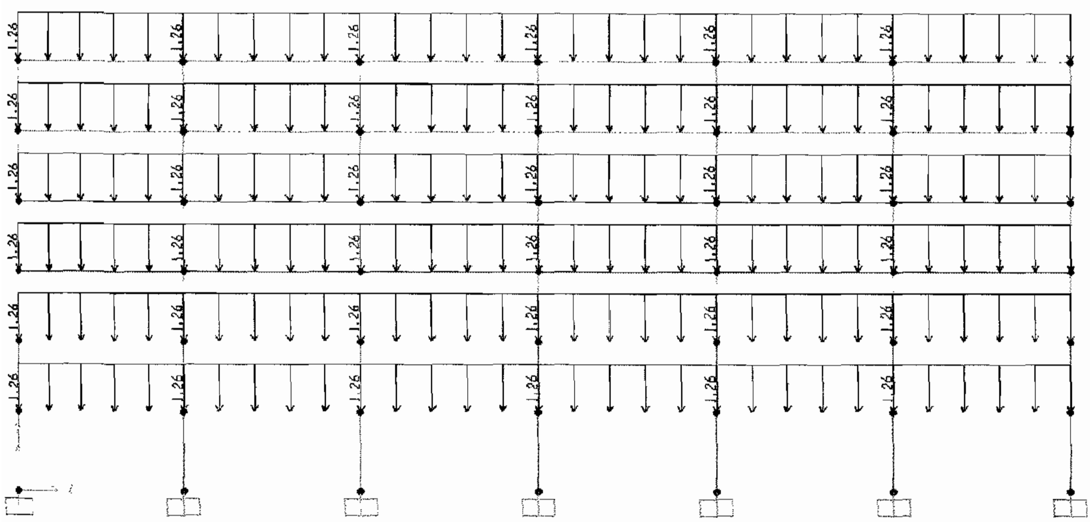


Fig. 32.- Pórtico en el eje X con carga viva

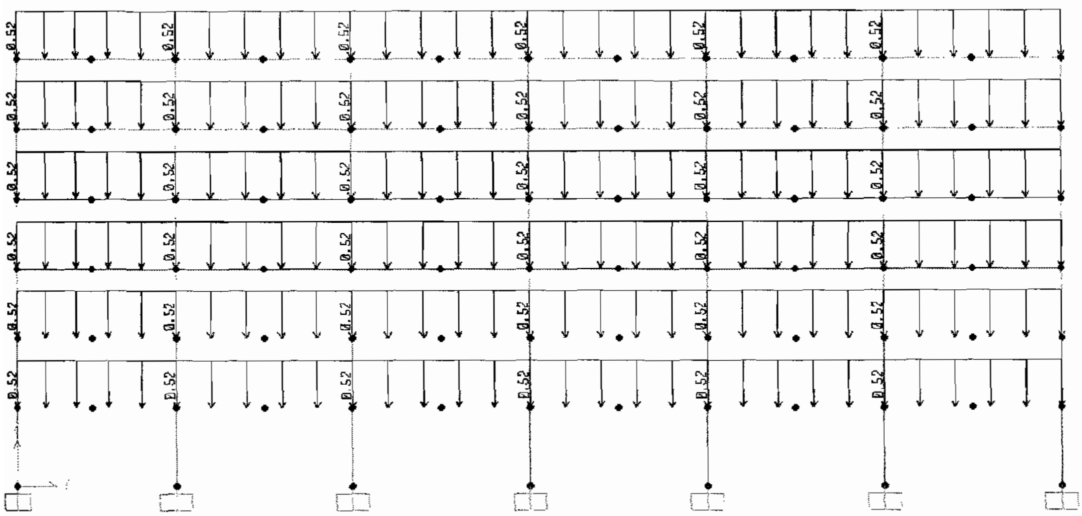


Fig. 33.- Pórtico en el eje Y con carga muerta, puntual y distribuida

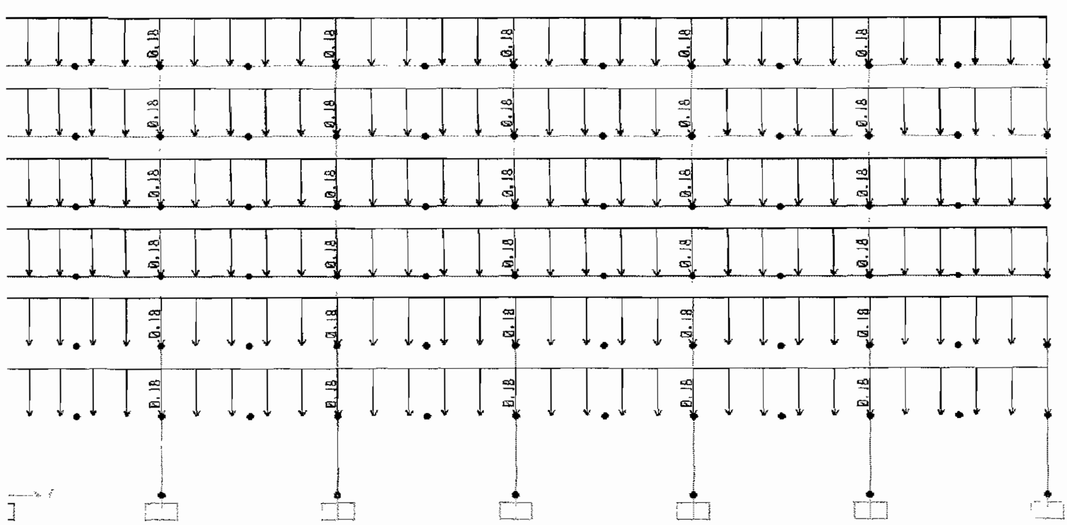


Fig. 34.- Pórtico en el eje Y con carga viva

f) Para terminar con la aplicación de cargas en la estructura se coloca la carga de sismo en los ejes X y Y en cada piso de la estructura. Esta fuerza fue calculada en el capítulo 2.2.7 y por ser una estructura completamente simétrica se asume que el centro de masa coincide con el centro de gravedad, pero el código exige que por seguridad se tenga una excentricidad mínima del 5%, por eso colocamos un nudo que corresponderá al centro de masa a 3metros del centro de gravedad para X y también para Y, a este nudo se le asignará la masa correspondiente a cada piso tanto las traslacionales como también las rotacionales. Aquí se aplicarán las fuerzas símicas correspondientes a cada nivel, cuando la fuerza sísmica este en el eje X, se aplicará por seguridad el 30 % de esta fuerza en Y y viceversa.

masa traslacional en el eje X	260.81 T
masa traslacional en el eje Y	260.81 T
masa rotacional en el eje Z	156489 T

Cálculo de la Fuerza Sísmica Fx,y a ser aplicada en cada piso en los ejes "X" y "Y"

Nivel	Altura (m)	Wx(T)	Dirección x,y (Vx,y=1964 T)		
			Wx,y*(hx,y^k)	Cvx,y	Fx,y(T)
6	24.5 m	2556 T	89029.76 T	0.294	577.42 T
5	20.5 m	2556 T	73047.88 T	0.241	473.32 T
4	16.5 m	2556 T	57407.42 T	0.19	373.16 T
3	12.5 m	2556 T	42182.37 T	0.139	273 T
2	8.5 m	2556 T	27492.6 T	0.091	178.72 T
1	4.5 m	2556 T	13571.47 T	0.045	88.38 T

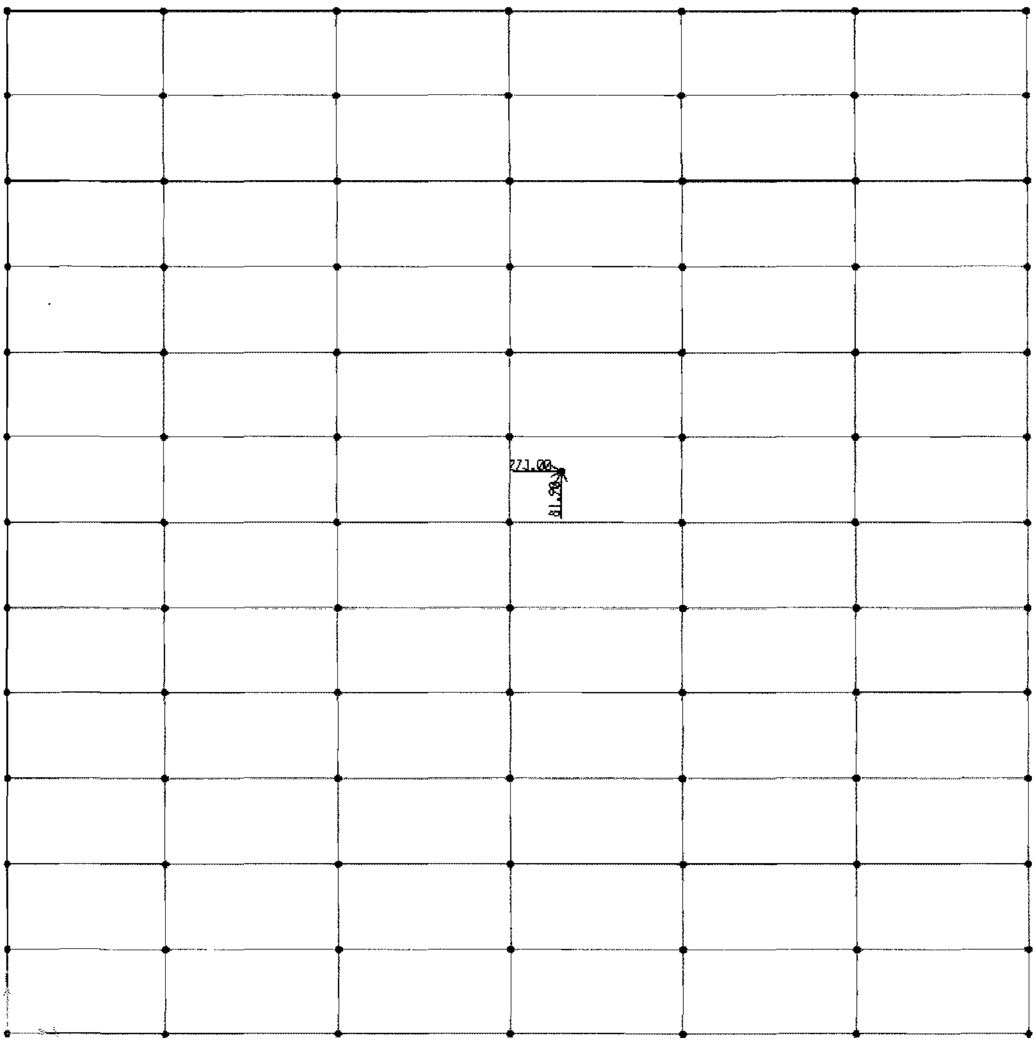


Fig. 35.- Aplicación de la fuerza sísmica en el eje X y 30% en el eje Y en el tercer piso.

g) Se rigidizan todos los pisos dándole un diafragma distinto a cada piso en donde deben estar incluido todos los nudos y el nudo del centro de masa.

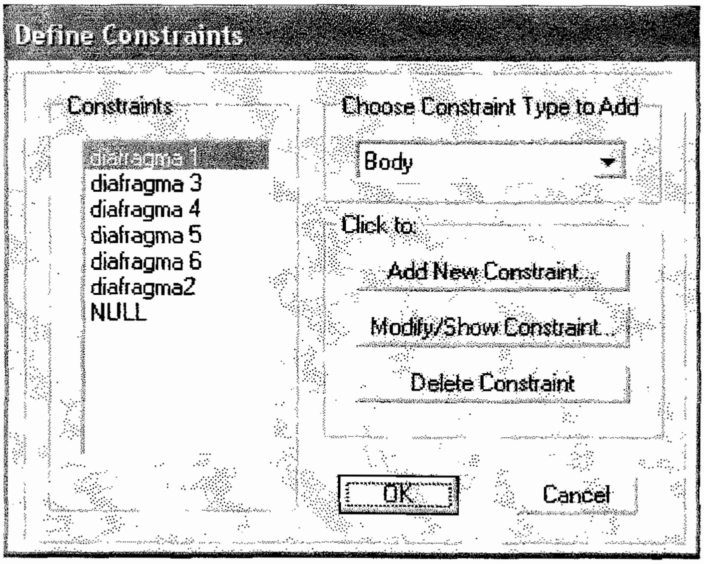


Fig. 36.- Definición de los diafragmas para los 6 pisos

h) Finalmente se realiza el análisis modal de la estructura y se hace la comprobación de las derivas de entrepisos las cuales tienen que estar por debajo de 0.02 para determinar si nuestro pre-dimensionamiento es los suficientemente rígido, en caso de no pasar las derivas se debe rigidizar la estructura aumentando la sección de los elemento.

Determinación de las derivas de entrepiso

$$\delta xi = [Cd * \delta xe]/I \qquad ec.\ 2.20$$

donde:

δxi, Desplazamiento inélastico de la estructura
δxe, Desplazamiento elástico de la estructura
Cd, factor de amplificación de deflexión = 5.5
I, factor de importancia = 1

$$\Theta x = [\delta xi - \delta(x-1)i]/hsx \leq \Theta a \qquad ec\ 2.21$$

donde:

Θx, Deriva de entrepiso
Θa, Deriva de entrepiso admisible = 0.02
hsx, Altura de entrepiso
δ(x-1)i, Desplazamiento relativo de entrepiso i

Con el pre-dimensionamiento anterior se determinó que la estructura tenía derivas mayores a 0.02, principalmente en el entrepiso dos y tres, por lo tanto, se procedió a rigidizar la estructura aumentando la sección en las columnas y en las vigas de los cuatro primeros pisos. (ver anexo G)

Las secciones definitivas quedan de la siguiente manera:

- Columnas del primer piso y segundo piso 1050x1050mm
- Columnas del tercer y cuarto piso 1000x1000mm
- Columnas del quinto y sexto piso 950x950mm
- Vigas principales eje X primer y segundo piso 550x950mm
- Vigas principales eje X tercero y cuarto piso 550x900mm
- Vigas principales eje X quinto y sexto piso 500x800mm
- Vigas principales eje Y primer y segundo piso 700x950mm
- Vigas principales eje Y tercero y cuarto piso 700x900mm
- Vigas principales eje Y quinto y sexto piso 650x800mm
- Vigas secundarias 350x750mm

Con esta sección las derivas en la estructura no son mayores a 0.02, y el período de la estructura determinado con el SAP 2000 es igual a 1.08098 seg., período mayor al de diseño, que fue de 0.715 seg.

2.4. Diseño de elementos estructurales.

2.4.1. Diseño de vigas

Teniendo las secciones definitivas, tomamos el elemento más crítico, en este caso, el que presente los mayores momentos. Para este estudio tomaremos una viga exterior del primer piso, nos ayudaremos con una Hoja de cálculo en Excel, en el cual se colocarán los siguientes datos correspondientes a la sección del elemento:

- Ancho de la viga (b)
- Alto de la viga (h)
- Resistencia a la compresión del hormigón a utilizarse (f'c)
- Esfuerzo de fluencia del acero a utilizarse (fy)

De esta manera tendremos una tabla con los datos mencionados, como se puede ver a continuación:

Viga	Sección			f'c	fy
	b (m)	h (m)	d (m)	(Kg/cm2	(Kg/cm2
V 1-2	0,7	0,95	0,884	300	4200

d = altura útil de la viga

Dividiremos nuestro elemento en 5 partes para un mejor análisis:

- Apoyo exterior negativo
- Apoyo exterior positivo
- Centro (Positivo)
- Apoyo interior negativo
- Apoyo interior positivo

Se hace referencia a negativo y positivo para la posterior colocación de los datos correspondientes a los momentos obtenidos mediante el programa SAP 2000 v.10.

Luego de colocar los momentos últimos en T-m, se calcularán los momentos nominales: $Mn = \frac{Mu}{0,9}$ = *T-m*

Posteriormente se calculará la cuantía de acero necesaria (ρ) correspondiente a cada Mn, a su vez se calculará la cuantía de acero mínima ($\rho_{mín}$) y la cuantía de acero máxima (ρ_{max}), tomando en cuenta que la cuantía resultado para nuestra sección por norma, no deberá ser un valor inferior al mínimo, ni mayor al máximo, obteniendo los siguientes resultados:

Viga	Localización	Mu (T-m)	Mn (T-m)	ρ	ρ min	ρ max
V 1-2	Apoyo exterior neg.	-143	158,88889	0,00736	0,00333	0,025
	Apoyo exterior pos.	72,3	80,333333	0,0036	0,00333	0,025
	Positivo	96,04	106,71111	0,00484	0,00333	0,025
	Apoyo interior neg.	-141,36	157,06667	0,00727	0,00333	0,025
	Apoyo interior pos.	20,81	23,122222	0,00101	0,00333	0,025

Luego de la respectiva verificación de la cuantía de acero, se procederá al cálculo del área de acero (As) que se requiere mediante esta ecuación As = ρbd, posteriormente se seguirá con la elección del tipo de varilla a usarse y el correspondiente número de las mismas, obteniéndose los siguientes resultados:

Viga	Sección			f'c (Kg/cm2	fy (Kg/cm2	As (mm2)	Refuerzo
	b (m)	h (m)	d (m)				
V 1-2	0,7	0,95	0,884	300	4200	4556,6426	8 ϕ 28
						2230,0705	5 ϕ 25
						2993,7791	7 ϕ 25
						4500,8133	8 ϕ 28
						2062,6667	5 ϕ 25

Para este caso, usaremos varillas con ϕ28 y ϕ25, por norma, su longitud de desarrollo las calcularemos de la siguiente forma:

La longitud de desarrollo l_{dh} para una barra con gancho estándar de 90° ($12d_b$) en hormigón de peso normal, no debe ser menor que el mayor valor entre $8d_b$, 15 cm., y la longitud requerida por la ecuación:

$$l_{dh} = \frac{f_y db}{17{,}2\sqrt{f'c}}$$

De esta forma obtenemos los siguientes resultados:

Para ϕ 25	**Ldh =**	35,2 cm	**12 db =**	300 mm
Para ϕ 28	**Ldh =**	39,5 cm	**12 db =**	336 mm

2.4.2. Diseño de columnas

Teniendo las secciones definitivas, tomamos el elemento más crítico, en este caso, el que presente los mayores momentos. Para este estudio tomaremos una columna exterior del primer piso, nos ayudaremos con una Hoja de cálculo en Excel, en el cual se colocarán los siguientes datos correspondientes a las cargas alas que se someterá al elemento y los momentos producidos por las mismas:

DETERMINACION DE FUERZAS SOBRE COLUMNAS

Label	P_D	P_L	P_{EX}	V_{EY}
C1	170,720	57,690	36,980 -36,980	-7,680

Label		M_D	M_L	M_{EY}
C1	NODO SUP	12,22	4,13	5,88
	NODO INF	-5,56	-1,87	40,45

Luego hacemos una verificación para determinar si se producirá pandeo o no, para lo cual, con los datos anteriores analizamos las diferentes combinaciones de carga, para escoger y llamar M1 al menor valor y M2 al mayor valor, con estos se hallará la relación M1/M2, la misma que no puede ser menor que -0,5.

Colocaremos el factor de longitud efectiva (***k***), que para elementos arriostrados tiene un valor de 1, la longitud no soportada que se toma como la distancia libre entre losas de entrepisos, vigas u otro elementos que proporcionan soporte lateral (***Lu)*** que es igual 4,5 metros y la sección del elemento que tiene un valor de 1,05 metros, debemos obtener el valor del radio de giro (r) que para efectos de simplificación de cálculos se lo considerará como $r = 0{,}3h$

Con todos estos datos podremos tener la relación de esbeltez, la misma que debe ser $\frac{kLu}{r} \leq 34 - 12\frac{M_1}{M_2}$ para que se cumpla la condición de "NO PANDEO".

VERIFICACION PARA CONSIDERAR O NO PANDEO

eje	1.4D + 1.7L	0.75(1.4D+1.7L+1.87E)	0.75(1.4D+1.7L-1.87E)
A	24,13	26,34	9,85
	-10,96	48,51	-64,95

M1	M2	M1/M2	K	Lu	h	r	k*Lu/r	
-64,95	48,51	-0,50	1,00	4,50	1,05	0,32	14,29	NO PANDEO

Habiendo verificado que no existe pandeo, procedemos a la determinación de los Momentos y Cargas axiales de diseño:

DETERMINACION DE MOMENTO Y CARGA AXIAL DE DISENO

eje	Mu (T.m)	Mu/(Ag*h)	1.4D + 1.7L	0.75(1.4D+1.7L+1.87E)	0.75(1.4D+1.7L-1.87E)	Pu (T)	Pu/Ag
A	48,51	41,90	337,08	200,95	200,95	337,08	305,74

Y por último se calculará el refuerzo longitudinal de la sección, asumiendo un γ de 0,9 para una sección rectangular con barras distribuidas en las cuatro caras, con una cuantía de acero del 1%, obtendremos el área de acero (**As**) y dependiendo del diámetro de la varilla que se escoja, presentará el número de las mismas a colocarse:

CALCULO DE REFUERZO LONGITUDINAL

eje	γ asumido	r	p	As	ϕ	n
A	0,9	0,0525	0,01	11025	25	24

Para efectos de seguridad se realizará una verificación de la sección, haciendo una comparación entre el Momento último de diseño y el Momento último requerido, si el ***Mu diseño ≥ Mu requerido***, la sección estará correctamente diseñada.

VERFICICACION DE SECCIONES

eje	γ	p	Pu/Ag (klb/pulg²)	Mu/(Ag*h) (klb/pulg2)	Mu diseno	Mu requerido	
A	0,90	0,0107	0,43	0,40	326,24	48,51	OK

2.4.3. Diseño del hormigón f'c=300Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

f'c = 30 Mpa
TMA = 25 mm
Revenimiento = 50 mm

DATOS FÍSICOS DE LOS COMPONENTES

Cemento
Densidad Relativa = 3.15

Agua
Potable (Interagua)

Agregados
Agregado Grueso: Piedra Homogenizada (Caliza No. 67)
Arena : Arena Homogenizada (Arena Triturada)

	Piedra Homogenizada		**Arena Homogenizada**	
Rango (mm)	5	25	0.2	5
PUS (Kg/m3)	1270		1285	
PUC (Kg/m3)	1445		1585	
Dsss(Kg/m3)	2600		2550	
Módulo de Finura	7		3	
Absorción	1.90%		3.00%	

1. Resistencia de diseño requerida (Anexo H - Tabla V)

Para: $21 \leq f'c \leq 35$ ➡ $f'cr = f'c + 8{,}5$

$f'cr = 30 + 8{,}5$

f'cr =	38,5 Mpa

2. Contenido de agua necesaria y el contenido de aire atrapado (Anexo H - Tabla VI)

Para: Revenimiento = 50 mm

T.M.A = 25 mm

➡ Agua = 179 Kg/m^3

Cant. aprox. de aire atrapado = 1,50%

3. Relación agua/cemento por resistencia (Relaciones típicas entre Relación agua-cemento y resistencia a compresión del hormigón. Anexo H - Tabla VII)

Para: f'c = 30 Mpa

➡ a/c = 0,55

4. Contenido de cemento

Agua = 179 Kg/m3

a/c = 0,55

➡ **Cemento** = 325,45 Kg/m3

5. Estimación del contenido de Agregado Grueso (Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón. Anexo H - Tabla VIII)

Para: TMA = 25 mm

MF arena = 3

➡ Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón 0,65

0,65 * PUC = 939,25 Kg/m3

6. Estimación del contenido de agregado fino. (Método del volumen absoluto)

$$V_T = V_A + V_{A.\ GRUESO} + V_{A.\ FINO} + V_{CEMENTO} + V_{AIRE}$$

	Kg/m3	m3
Cemento	325,45	0,103
Agua	179	0,179
Agregado Grueso	939,25	0,361
Aire Atrapado	1,50%	0,015
Volumen Parcial		0,659

Volumen requerido de arena = 0,341

Peso de arena = 870,65 Kg/m^3

7. Ajuste por humedad y absorción de los agregados

	Absorción	**Humedad**
Agregado Grueso =	17,846 Kg	4,696 Kg
Agregado Fino =	26,119 Kg	55,722 Kg

	Kg/m3	m3
Cemento	325,45	0,103
Agua	195,45	0,195
Agregado Grueso	939,25	0,361
Aire Atrapado	1,50%	0,015
Volumen Parcial		0,675

Volumen requerido de arena = 0,325

Peso de arena = 828,70 Kg/m^3

0,65 * PUC = 939.25 Kg/m3

6. Estimación del contenido de agregado fino. (Método del volumen absoluto)

$$V_T = V_A + V_{A.\ GRUESO} + V_{A.\ FINO} + V_{CEMENTO} + V_{AIRE}$$

	Kg/m3	m3
Cemento	397.78	0.126
Agua	179	0.179
Agregado Grueso	939.25	0.361
Aire Atrapado	1.50%	0.015
Volumen Parcial		0.682

Volumen requerido de arena = 0.318

Peso de arena = 812.10 Kg/m^3

7. Ajuste por humedad y absorción de los agregados

	Absorción	**Humedad**
Agregado Grueso =	17.846 Kg	4.696 Kg
Agregado Fino =	24.363 Kg	51.975 Kg

	Kg/m3	m3
Cemento	397.78	0.126
Agua	193.46	0.193
Agregado Grueso	939.25	0.361
Aire Atrapado	1.50%	0.015
Volumen Parcial		0.696

Volumen requerido de arena = 0.304

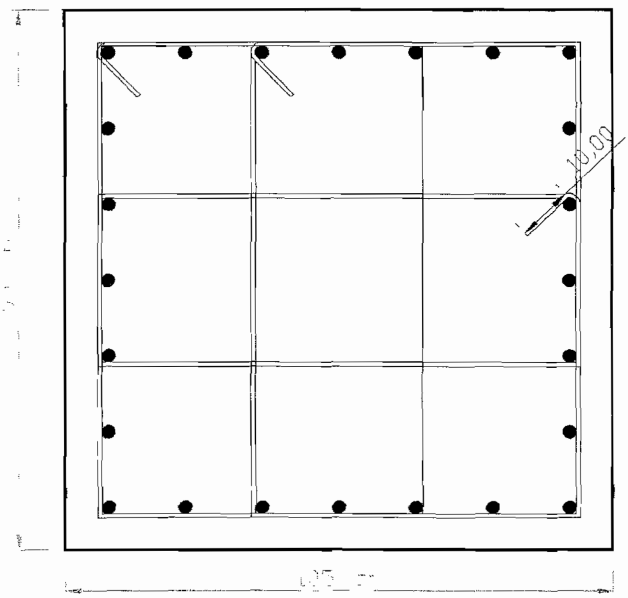
Peso de arena = 775.22 Kg/m^3

2.5. Resultados obtenidos.

COLUMNA

Columna	Sección b (m)	h (m)	d (m)	As	Refuerzo	Distribución
H 1-2	1.05	1.05	0.982	11025	24 ϕ 25	Perimetralmente

Estribos: ϕ 12 c/ 15 cm a todo lo largo del elemento



• 24 varillas de Ø25mm

estribos Ø 12mm cada 15cm.

VIGA

Viga	Sección b (m)	h (m)	d (m)	Localización	Refuerzo
H 1-2	0.7	0.95	0.885	Apoyo exterior neg.	8 ϕ 28
				Apoyo exterior pos.	5 ϕ 25
				Positivo	7 ϕ 25
				Apoyo interior neg.	8 ϕ 28
				Apoyo interior pos.	5 ϕ 25

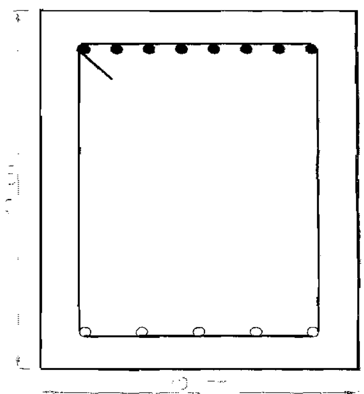
Estribos:

ϕ 12 c/ 20 cm — en una longitud de 2 m, desde ambos extremos

ϕ 12 c/ 40 cm — en una longitud central de 6m

ϕ 12 c/ 10 cm — en los traslapes

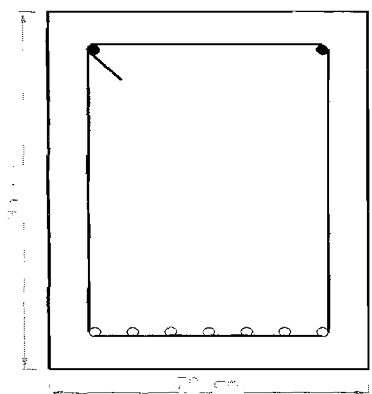
seccion transversal en los apoyos



- 8 varillas de Ø28mm
- ○ 5 varillas de Ø25mm

estribos Ø 12mm cada 20cm

seccion transversal en el centro de la viga



- 2 varillas de Ø28mm
- ○ 7 varillas de Ø25mm

estribos Ø 12mm cada 40cm.

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN f'c=300 kg/cm²

	m^3	Kg/m^3
Cemento	0,103	325,45
Agua	0,195	195,45
Agregado Grueso	0,361	939,25
Arena	0,325	828,70
Aire Atrapado	0,015	1,50%
TOTAL	1,000	2288,87

CAPITULO III

Diseño de elementos estructurales utilizando hormigón de alto desempeño

3.1. Descripción de las condiciones físicas, geométricas y de carga.

Se diseñará un edificio de **hormigón reforzado** de seis pisos simétricos con seis vanos a cada lado de 10metros cada uno, el cual va a ser construido en la parte norte de la ciudad de Guayaquil en donde el tipo de suelo tiene una resistencia al corte **Su= 2500 PSF. (120 KPa.)**, el edificio va a ser utilizado en su totalidad como Oficinas y se va utilizar para el diseño estructural el código **IBC 2003**, la resistencia a la compresión del hormigón para todos los elementos estructurales **f´c=735 Kg./cm.^{2} (73,5 MPa.)** y del acero estructural **fy=4200 Kg./cm.^{2} (420 MPa.)**.

El sistema estructural a utilizar es el de Pórticos de Hormigón Resistentes a Momentos **(PRCM)**, se diseñara la viga y la columna del primer piso que esté sometida a las mayores fuerzas internas.

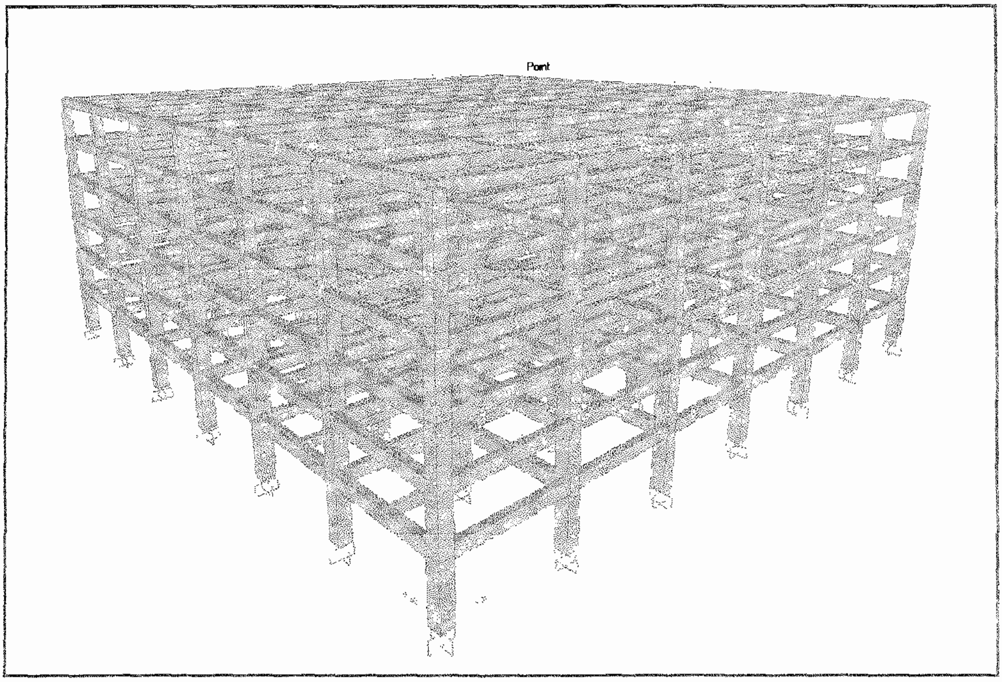


Fig. 37.- Vista 3-D de la estructura

El sistema de piso consistirá en una **losa nervada en una dirección** con cajonetas, apoyada en **una viga secundaria**, se asumirá que el centro de masas **CM** del edificio coincide con su centro de gravedad, se asume que cada piso es infinitamente rígido, es decir, todos los nudos de un mismo piso se desplazan la misma cantidad, finalmente las columnas a colocarse en los pisos serán de sección cuadrada.

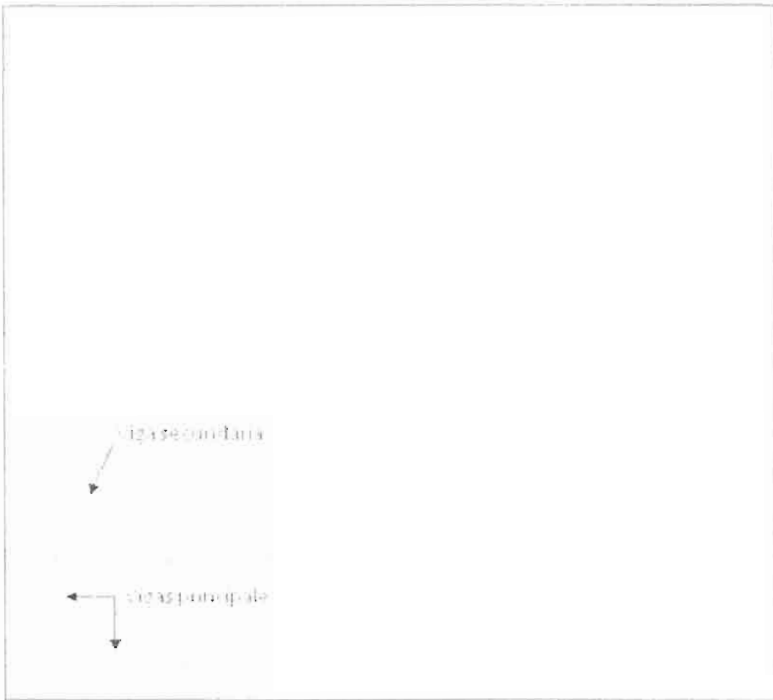


Fig. 38.- Vista en planta de la estructura

3.2. Pre-diseño de la estructura.

En este subcapítulo, se utilizará la misma metodología y procedimientos aplicados en el subcapítulo 2.2, por lo tanto se mostrará únicamente pautas concisas y resultados.

Como base, se utilizará los resultados obtenidos en el análisis realizado en los siguientes subcapítulos:

- 2.2.1 Determinación del Espectro Elástico de Respuesta de Diseño.
- 2.2.2 Determinación del Período Sísmico de la Estructura.

- 2.2.3 Determinación de las Cargas vivas (W_l) y Cargas muertas (W_d) de la estructura.
- 2.2.4 Determinación del peso sísmico W de la estructura.
- 2.2.5 Determinación del Coeficiente de respuesta sísmico.
- 2.2.6 Determinación del Cortante Basal de la estructura (V).
- 2.2.7 Determinación de la fuerza sísmica lateral.

3.2.1 Pre-diseño de las columnas de la estructura.

Con la distribución vertical de la fuerza sísmica se realiza el pre-dimensionamiento de las columnas de la estructura. Se determina la columna más crítica, es decir, la que tenga mayor área de influencia; en este caso se puede adoptar cualquier columna interior debido a que se tienen las mismas áreas de influencia para todas las columnas.

Se va utilizar la misma carga axial calculada en el subcapítulo 2.2.8, y se determinará la sección de la columna para un hormigón de f'c=73.5 MPa.

Carga axial (Pi) de servicio en las columnas del primer nivel

 # de pisos =6

Ai= 100 m²

D=	**0.71 T/m2**	carga muerta wd
Lo=	**0.24 T/m2**	carga viva wl
L=	**0.12 T/m2**	carga viva reducida

P1= 6*(0,71+0,12)*100

$\boxed{P1= 498\ T}$

<u>Determinación de la sección transversal de la columna</u>

Ac= área de la sección transversal de la columna

Ac= b*h

$$\boxed{Ac = \frac{Pi}{\alpha * f'c}}$$

donde:

α= 0,20 a 0,25 *para diseño sismo resistente*

f'c= 735 Kg/cm², *dato del proyecto*

tomamos un α=0,20

$$\boxed{Ac = \frac{498T}{0.20 * 0.735T / cm2}}$$

$\boxed{\textbf{Ac= 3387.76 cm2}}$

asumo un b= 60 cm

h= 56.46 cm

Se Adoptan columnas **60x60cm** para el primer y segundo piso

Columnas **55x55cm** para el tercer y cuarto piso

Y columnas **50x50cm** para el quinto y sexto piso

"Se pre-dimensionó la columna más crítica (*la columna que tenga mayor área de influencia y reciba mas carga, cualquier* *columna interior del primer piso para nuestro análisis, por tener una estructura simétrica*), con la reducción de carga viva ql en un 53.15 % y la carga muerta completa se procede a calcular la carga axial P que va a soportar la columna, con esta carga se determina la sección mínima de hormigón. Como resultado tenemos en el pre-dimensionamiento de las columnas del primero y segundo piso serán cuadradas de 600x600mm., para el tercero y cuarto piso se asume una sección más pequeña de 550x550mm., y para el quinto y sexto piso serán de 500x500mm de cada lado.

3.2.2 Pre-diseño de las vigas secundarias de la estructura.

Ahora se procede a dimensionar las vigas secundarias que tienen un ancho de influencia **s=5metros**, y un factor de seguridad **f=1.05,** factor que consideran el peso propio del elemento. Mediante un modelo sencillo en el programa **SAP 2000 v10** se puede determinar los momentos de la viga continua de seis claros, la carga muerta se la aplicó a lo largo de toda la luz de la viga mientras que para la carga viva se utilizó en los dos primeros tramos cargados, luego se alternó entre un tramo vacío y uno lleno hasta finalizar la viga; esto se hace para determinar los máximos momentos positivos producidos por este estado de carga, con estos momentos se procede a calcular las dimensiones:

Con los mismos momentos determinados en el subcapítulo 2.2.9 se procederá a pre-dimensionar la sección de la viga secundaria para un hormigón de f'c= 35 MPa.

Estimar dimensiones preliminares de la viga

Mu= 71,18 T/m momento máximo negativo por efecto de la carga última ubicada en el primer apoyo interior izquierdo Figura 14

$$\boxed{bd^2 = \frac{Mu}{0.145 f'c}}$$

donde:

f'c= 350 Kg/cm2, dato del problema

$\boxed{bd^2 =}$ 140256.16 cm2

sea b= 30 cm

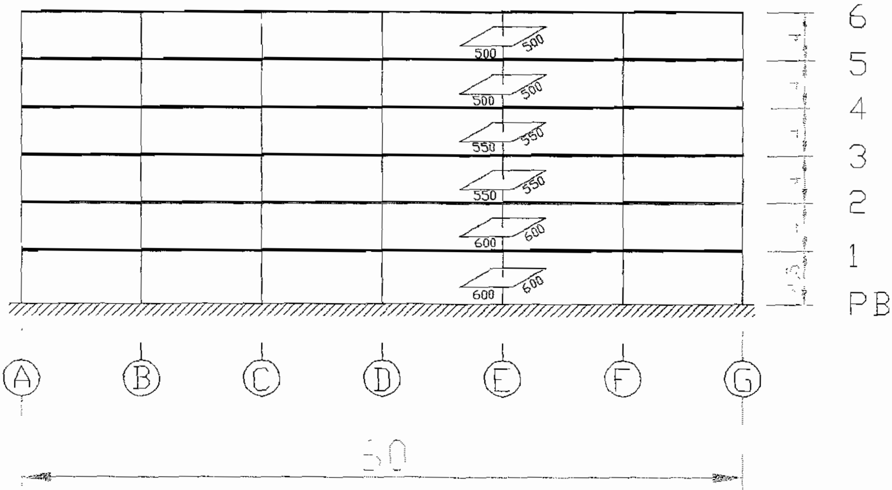
d= 68.38 cm

"La sección de hormigón para todas las vigas secundarias del edificio deberá ser mínimo de 300x750 mm. Adoptando un recubrimiento de 7 cm".

3.2.3 Pre-diseño de las vigas principales en el eje X de la estructura.

Para pre-dimensionar las vigas principales del eje X, eje paralelo a las vigas secundarias y perpendiculares a los nervios, se utilizan los mismos momentos positivo y negativo mostrados en las Fig. 12, 13 y 14, además tiene que considerarse un momento producido por la carga de sismo para las vigas del quinto piso, el cual se lo calcula con el ***método del portal*** y se pre-dimensionan las vigas con las combinaciones de carga respectivas.

Con los mismos momentos determinados en el subcapítulo 2.2.10 se procederá a pre-dimensionar la sección de la viga principal en el eje X para un hormigón de f'c= 35 MPa.



Pórtico eje 3

Determinar el momento Mu con las combinaciones básicas de acuerdo al Diseño por Resistencia a la Flexión

Mu= 1,2D + 1,6L + 0,5 LR

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
LR=0 por que no es viga de cubierta

Mu =- 71,18 T/m

Mu= (1,2 + 0,2 Sds)D + rQE + 0,5 L

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
Sds= 1g
r= 1,0 para edificaciones normales
QE= efecto de la fuerza sísmica horizontal

Mu =- 111,03 T/m

Estimar dimensiones preliminares de la viga

$$\boxed{bd^2 = \frac{Mu}{0.145f'c}}$$

donde:

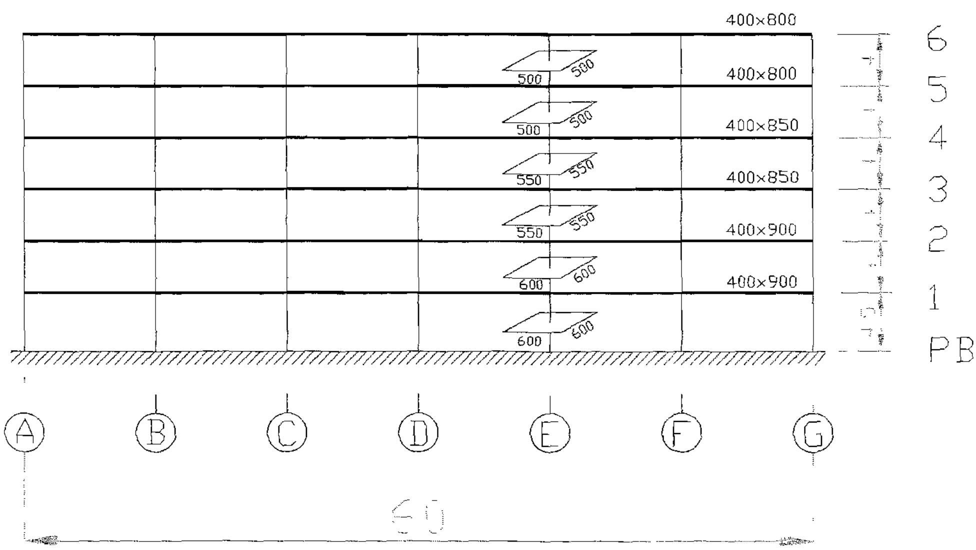
f'c = 350 Kg/cm2, dato del problema

bd^2 = 218778,33 cm2

sea b= 40 cm

d= 73,96 cm

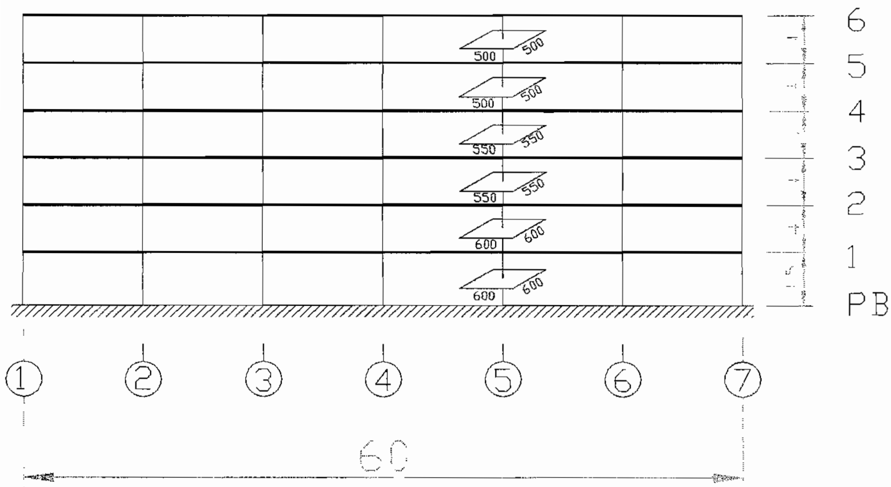
"Para el quinto y sexto piso tenemos vigas principales en el eje X de 400x800mm., para el cuarto y tercer piso vigas de 400x850mm., y finalmente para al primero y segundo piso vigas de 400x900mm."



Predimensionamiento en el eje 3

3.2.4 Pre-diseño de las vigas principales en el eje Y de la estructura.

Para pre-dimensionar las vigas del eje Y utilizamos los momentos calculados en el subcapítulo 2.2.11 y se procede a calcular las secciones para un hormigón f'c=35 MPa.



Portico eje B

Determinar el momento Mu con las combinaciones básicas de acuerdo al Diseño por Resistencia

lu= 1,2D + 1,6L + 0,5 L

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
LR=0 por que no es viga de cubierta

Mu =- 93.97 T/m

Mu= (1,2 + 0,2 Sds)D + rQE + 0,5 *ec. 2,5d*

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
Sds= 0g
r= 1,0 para edificaciones normales
QE= efecto de la fuerza sísmica horizontal

Mu =- 156.14 T/m

Mu= (1,2 + 0,2 Sds)D + rQE + 0,5 L

donde:

D= momento por carga muerta
L= momento por carga viva
Sds= 0g
r= 1,0 para edificaciones normales
QE= efecto de la fuerza sísmica horizontal

Mu =- 156,14 T/m

Estimar dimensiones preliminares de la viga

$$bd^2 = \frac{Mu}{0.145 f'c}$$

donde:

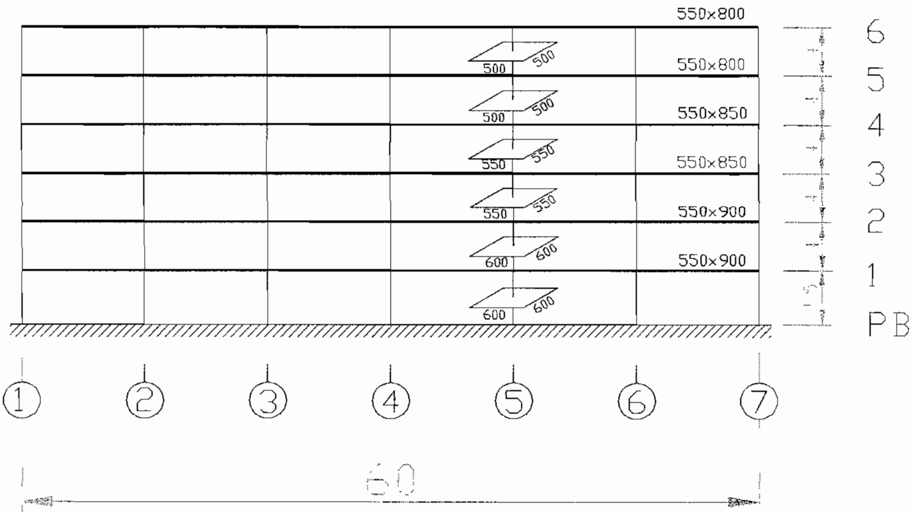
f'c = 350 Kg/cm2, dato del problema

$bd^2 =$ 307665 cm2

sea b= 55 cm

d= 74,79 cm

"Es así que para el quinto y sexto piso tenemos vigas principales en el eje Y de 550x800 mm., para el cuarto y tercer piso vigas de 550x850 mm., y finalmente para al primero y segundo piso vigas de 550x900 mm."



Predimensionamiento en el eje B

3.3 Modelación de la estructura en SAP 2000

a) Primeramente se definen los materiales que se van a utilizar: para un estructura de hormigón reforzado los materiales básicos son:

- hormigón de resistencia a la compresión simple (f'c=35MPa) con un modulo elástico Ec=26.54 GPa , para vigas secundarias y principales
- hormigón de resistencia a la compresión simple (f'c=73.5MPa) con un modulo elástico Ec=34.67 GPa , para columnas
- acero estructural con un límite de fluencia fy 4200Kg/cm2.

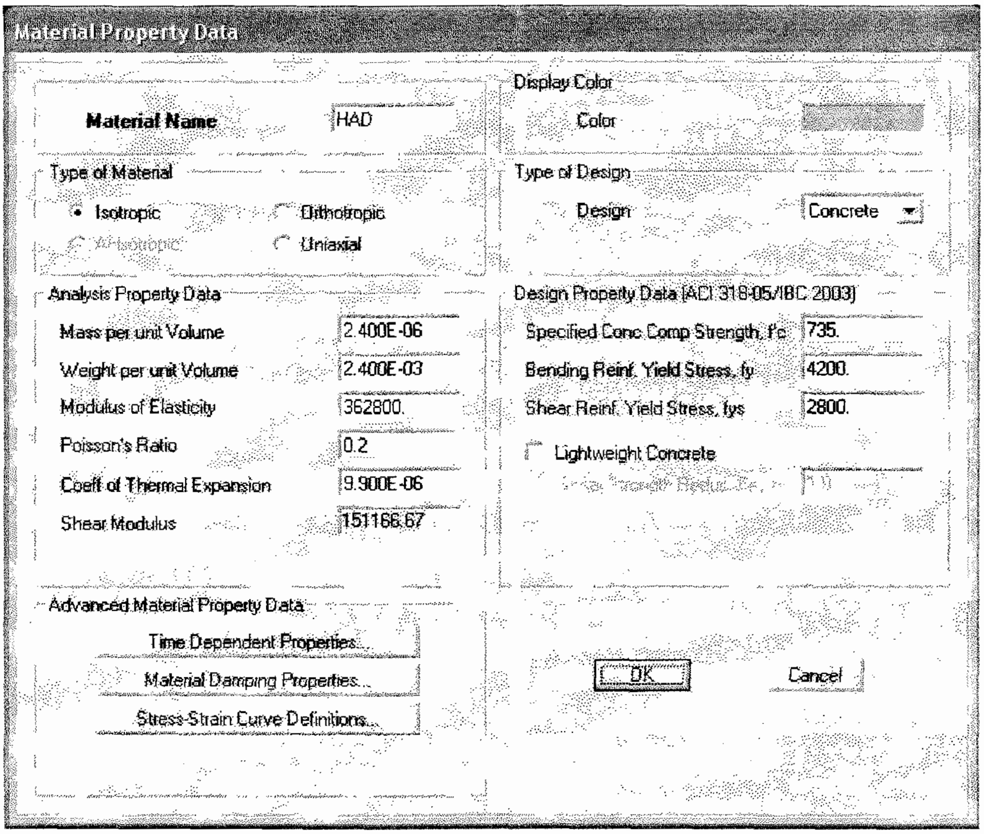


Fig. 38.- Cuadro de propiedades de los materiales, f'c = 735 Kg/cm²

b) Los demás pasos son iguales que el subcapítulo 2.2.12 desde el literal b hasta el literal g.

c) Finalmente se debe mandar a correr el programa y hacer la comprobación de las derivas de entrepisos las cuales tienen que estar por debajo de 0.02 para determinar si nuestro pre-dimensionamiento es los suficientemente rígido, en caso de no pasar las derivas se debe rigidizar la estructura aumentando la sección de los elemento.

Determinación de las derivas de entrepiso

$$\delta xi = [Cd * \delta xe]/I$$

donde:

δxi, Desplazamiento inélastico de la estructura
δxe, Desplazamiento elástico de la estructura
Cd, factor de amplificación de deflexión = 5.5
I, factor de importancia = 1

$$\Theta x = [\delta xi - \delta(x-1)i]/hsx \leq \Theta a$$

donde:

Θx, Deriva de entrepiso
Θa, Deriva de entrepiso admisible = 0.02
hsx, Altura de entrepiso
δ(x-1)i, Desplazamiento relativo de entrepiso i

Con el pre-dimensionamiento anterior se determinó que la estructura tenía derivas mayores a 0.02, principalmente en el entrepiso dos y tres, por lo tanto, se procedió a rigidizar la estructura aumentando la sección en las columnas y en las vigas de los cuatro primeros pisos. (ver anexo I)

Luego de varias iteraciones y al comprobar que cada vez que se aumentaba la sección de los elemento de 5 en 5 cm. las secciones definitivas son las siguientes:

- Columnas del primer piso y segundo piso 800x800mm
- Columnas del tercer y cuarto piso 750x750mm
- Columnas del quinto y sexto piso 550x550mm
- Vigas principales eje X primer y segundo piso 500x900mm
- Vigas principales eje X tercero y cuarto piso 500x900mm
- Vigas principales eje X quinto y sexto piso 400x750mm
- Vigas principales eje Y primer y segundo piso 650x900mm
- Vigas principales eje Y tercero y cuarto piso 600x900mm
- Vigas principales eje Y quinto y sexto piso 550x800mm
- Vigas secundarias 300x750mm

3.4 Diseño de elemento estructurales.

3.4.1 Diseño de vigas

Teniendo las secciones definitivas, tomamos el elemento más crítico, en este caso, el que presente los mayores momentos. Para este estudio tomaremos una viga exterior del primer piso, nos ayudaremos con una Hoja de cálculo en Excel, en el cual se colocarán los siguientes datos correspondientes a la sección del elemento:

- Ancho de la viga (b)
- Alto de la viga (h)
- Resistencia a la compresión del hormigón a utilizarse (f'c)
- Esfuerzo de fluencia del acero a utilizarse (fy)

De esta manera tendremos una tabla con los datos mencionados, como se puede ver a continuación:

Viga	Sección			f'c	fy
	b (m)	h (m)	d (m)	(Kg/cm2	(Kg/cm2
V 1-2	0,65	0,9	0,834	350	4200

d = altura útil de la viga

Dividiremos nuestro elemento en 5 partes para un mejor análisis:

- Apoyo exterior negativo
- Apoyo exterior positivo
- Centro (Positivo)
- Apoyo interior negativo

- Apoyo interior positivo

Se hace referencia a negativo y positivo para la posterior colocación de los datos correspondientes a los momentos obtenidos mediante el programa SAP 2000 v.10.

Luego de colocar los momentos últimos en T-m, se calcularán los momentos nominales: $Mn = \frac{Mu}{0,9}$ = $T\text{-}m$

Posteriormente se calculará la cuantía de acero necesaria (ρ) correspondiente a cada Mn, a su vez se calculará la cuantía de acero mínima ($\rho_{mín}$) y la cuantía de acero máxima (ρ_{max}), tomando en cuenta que la cuantía resultado para nuestra sección por norma, no deberá ser un valor inferior al mínimo, ni mayor al máximo, obteniendo los siguientes resultados:

Viga	Localización	Mu (T-m)	Mn (T-m)	ρ	ρ min	ρ max
V 1-2	Apoyo exterior neg.	-150,48	167,2	0,00944	0,00356	0,025
	Apoyo exterior pos.	78,53	87,255556	0,00476	0,00356	0,025
	Positivo	96,76	107,51111	0,00591	0,00356	0,025
	Apoyo interior neg.	-149,19	165,76667	0,00935	0,00356	0,025
	Apoyo interior pos.	28,16	31,288889	0,00167	0,00356	0,025

Luego de la respectiva verificación de la cuantía de acero, se procederá al cálculo del área de acero (As) que se requiere mediante esta ecuación As = ρbd, posteriormente se seguirá con la elección del tipo de varilla a usarse y el correspondiente número de las mismas, obteniéndose los siguientes resultados:

Viga	Sección			f'c	fy	As (mm2)	Refuerzo
	b (m)	h (m)	d (m)	(Kg/cm2	(Kg/cm2		
V 1-2	0,65	0,9	0,834	350	4200	5115,0281	9 ϕ 28
						2577,8103	6 ϕ 25
						3203,3047	7 ϕ 25
						5067,8317	9 ϕ 28
						1931,7643	4 ϕ 25

Para este caso, usaremos varillas con $\phi 28$ y $\phi 25$, por norma, su longitud de desarrollo las calcularemos de la siguiente forma:

La longitud de desarrollo l_{dh} para una barra con gancho estándar de 90° ($12d_b$) en hormigón de peso normal, no debe ser menor que el mayor valor entre $8d_b$, 15 cm., y la longitud requerida por la ecuación:

$$l_{dh} = \frac{f_y db}{17{,}2\sqrt{f'c}}$$

De esta forma obtenemos los siguientes resultados:

Para ϕ 25	**Ldh =**	35,2 cm	**12 db =**	300 mm
Para ϕ 28	**Ldh =**	39,5 cm	**12 db =**	336 mm

3.4.2 Diseño de columnas

Teniendo las secciones definitivas, tomamos el elemento más crítico, en este caso, el que presente los mayores momentos. Para este estudio tomaremos una columna exterior del primer piso, nos ayudaremos con una Hoja de cálculo en Excel, en el cual se colocarán los siguientes datos correspondientes a las cargas alas que se someterá al elemento y los momentos producidos por las mismas:

DETERMINACION DE FUERZAS SOBRE COLUMNAS

Label	P_D	P_L	P_{EX}	V_{EY}
C1	168.550	56.950	40.380	-7.480
			-40.380	

	M_D	M_L	M_{EY}
NODO $_{SUP}$	11.75	3.970	-0.85
NODO $_{INF}$	-5.56	-1.87	32.83

Luego hacemos una verificación para determinar si se producirá pandeo o no, para lo cual, con los datos anteriores analizamos las diferentes combinaciones de carga, para escoger y llamar M1 al menor valor y M2 al mayor valor, con estos se hallará la relación M1/M2, la misma que no puede ser menor que -0,5.

Colocaremos el factor de longitud efectiva (***k***), que para elementos arriostrados tiene un valor de 1, la longitud no soportada que se toma como la distancia libre entre losas de entrepisos, vigas u otro elementos que proporcionan soporte lateral (***Lu)*** que es igual 4,5 metros y la sección del elemento que tiene un valor de 1,05 metros, debemos obtener el valor del radio de giro (***r***) que para efectos de simplificación de cálculos se lo considerará como $r = 0{,}3h$

Con todos estos datos podremos tener la relación de esbeltez, la misma que debe ser $\frac{kLu}{r} \leq 34 - 12\frac{M_1}{M_2}$ para que se cumpla la condición de "NO PANDEO".

VERIFICACION PARA CONSIDERAR O NO PANDEO

eje	1.4D + 1.7L	0.75(1.4D+1.7L+1.87E)	0.75(1.4D+1.7L-1.87E)
A	23.20	16.21	18.59
	-10.96	37.82	-54.27

M1	M2	M1/M2	K	Lu	h	r	k*Lu/r	
-54,27	37,82	-0,50	1,00	4,00	0,80	0,24	16,67	NO PANDEO

Habiendo verificado que no existe pandeo, procedemos a la determinación de los Momentos y Cargas axiales de diseño :

eje	Mu [T.m]	Mu/(Ag*h)	1.4D + 1.7L	0.75(1.4D+1.7L+1.87E)	0.75(1.4D+1.7L-1.87E)	Pu (T)	Pu/Ag
A	37.82	73.87	332.79	192.96	192.96	332.79	519.98

Y por último se calculará el refuerzo longitudinal de la sección, asumiendo un γ de 0,9 para una sección rectangular con barras distribuidas en las cuatro caras, con una cuantía de acero del 1%, obtendremos el área de acero (**As**) y dependiendo del diámetro de la varilla que se escoja, presentará el número de las mismas a colocarse:

CALCULO DE REFUERZO LONGITUDINAL

eje	γ asumido	r	ρ	As	ϕ	n
B	0.9	0.04	0.01	6400	25	14

Para efectos de seguridad se realizará una verificación de la sección, haciendo una comparación entre el Momento último de diseño y el Momento último requerido, si el ***Mu diseño ≥ Mu requerido***, la sección estará correctamente diseñada.

VERFICICACION DE SECCIONES

eje	γ	ρ	Pu/Ag (klb/pulg²)	Mu/(Ag*h) (klb/pulg2)	Mu diseno	Mu requerido	
A	0.90	0.0107	0.74	0.40	144.29	37.82	OK

3.4.3 Diseño de hormigón f'c=735 Kg/cm².

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

f'c =	73,5 Mpa
TMA =	12 mm

DATOS FÍSICOS DE LOS COMPONENTES

Cemento

Densidad Relativa = 3,15

Agua

Potable (Interagua)

Agregados

Agregado Grueso: Piedra Homogenizada (Caliza No. 67)

Arena : Arena Homogenizada (Arena Triturada)

	Piedra Homogenizada	**Arena Homogenizada**	
Rango (mm)	≤12	0,1	9,5
BSGdry	2,76	2,59	
MVsc (Kg/m3)	1618	1650	
Módulo de Finura	-	3,2	
Absorción	0,70%	1,10%	
Humedad	0,50%	6,40%	

Material Cementante

Humo de Sílice: Sika Fume

	Humo de Sílice
BSGdry	2,64

Aditivo

Viscocrete (HRWR)

1. Selección de revenimiento y resistencia de diseño requerida (Anexo H - Tabla IX)

Para: Revenimiento recomendado para hormigones con HRWR

⇒ Revenimiento = 25 - 50 mm

f'cr = (f'c + 100)/0,9
f'cr = (735+100)/0,9

f'cr =	928 Kg/cm2

2. Seleccionar el TMA del agregado (Anexo H - Tabla X)

Para: T.M.A = 9,5 mm

⇒ Granulometría según ASTM: Piedra No. 7

3. Selección del contenido óptimo del agregado grueso (Anexo H - Tabla XI)

Contenido óptimo del agregado grueso = $0{,}4721 * TMA^{0{,}1428}$

⇒ 0,625

Masa del agregado seco/m3 ho = Cont. Óptimo * MVsc

⇒ 1011,655 Kg

4. Estimación del agua de mezclado y los contenidos de aire (Anexo H - Tabla XII)

Agua de la mezcla=	185 Kg/m3
Contenido de aire=	2,50%
Contenido de huecos V%=	36,29
Ajuste de agua de la mezcla=	5,00 Kg/m^3
Total agua de mezclado=	190 Kg/m^3

5. Selección de la relación a/(c+p) (Anexo H - Tabla XIII)

Resistencia de campo=0,9*f´cr (lab) = 835 Kg/cm2

Relación a/(c+p) = 0,27

7. Calcule el contenido de material cementante

Material cementante= 693,431 Kg/m^3

8. Estimación del contenido de agregado fino. (Método del volumen absoluto)

$$V_T = V_A + V_{A.\ GRUESO} + V_{A.\ FINO} + V_{CEMENTO} + V_{AIRE}$$

	Kg/m3	m3
Cemento	693,43	0,220
Agua	190	0,19
Agregado Grueso	1011,655	0,367
Aire	2,50%	0,025
Volumen Parcial		0,802

Volumen requerido de arena = 0,198

Peso de arena = 513,65 Kg/m^3

9. Proporcionamiento de la mezclas compañeras usando cemento y humo de sílice

El humo de sílice se dosifica entre el 3 y el 10% del peso del cemento

Mezcla básica	0%
Mezcla compañera #1	3%
Mezcla compañera #2	6%
Mezcla compañera #3	8%
Mezcla compañera #4	10%

10. Cálculo de cemento y Humo de Sílice en kg

Mezcla compañera	Cemento, kg	Humo de Sílice, kg	Total, kg
#1	672.63	20.80	693.43
#2	655.29	38.14	693.43
#3	641.42	52.01	693.43
#4	624.09	69.34	693.43

11. Cálculo de las mezclas compañeras

	Mezclas Compañeras (Kg)			
	#1	#2	#3	#4
Cemento, kg	672.63	655.29	641.42	624.09
Humo de sílice, kg	20.80	38.14	52.01	69.34
Agregado grueso, seco kg	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65
Agua, incluye aditivo retardante kg	190.00	190.00	190.00	190.00
Aire	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%

	Mezclas Compañeras (m3)			
	#1	#2	#3	#4
Cemento, kg	0.214	0.208	0.204	0.198
Humo de sílice, kg	0.008	0.014	0.020	0.026
Agregado grueso, seco kg	0.367	0.367	0.367	0.367
Agua, incluye aditivo retardante kg	0.190	0.190	0.190	0.190
Aire	0.025	0.025	0.025	0.025
Volumen Parcial	0.803	0.804	0.805	0.806

Volumen requerido de arena	0.197	0.196	0.195	0.194

Peso de arena (Kg/m3)	510.35	507.60	505.39	502.64

12. Cálculo de las mezclas de prueba

	Mezclas agregados húmedos y agua corregida				
	Básica	Compañeras (Kg)			
		#1	#2	#3	#4
Cemento, kg	693.43	672.628	655.292	641.423	624.088
Humo de Sílice, kg	0.00	20.803	38.139	52.007	69.343
Arena, húmeda kg	546.53	543.011	540.081	537.737	534.808
Agregado grueso, húmedo kg	1016.71	1016.713	1016.713	1016.713	1016.713
Agua, incluye aditivo retardante kg (3,27 Lts)	168.07	166.524	166.679	166.803	166.959
Aire	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%

	Mezclas agregados húmedos y agua corregida				
	Básica	Compañeras (m3)			
		#1	#2	#3	#4
Cemento	0.220	0.214	0.208	0.204	0.198
Humo de Sílice	0.00	0.008	0.014	0.020	0.026
Arena, húmeda	0.211	0.210	0.209	0.208	0.206
Agregado grueso, húmedo	0.368	0.368	0.368	0.368	0.368
Agua, incluye aditivo retardante	0.168	0.167	0.167	0.167	0.167
Aire	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Volumen Parcial	0.993	0.991	0.991	0.991	0.991
Volumen faltante	0.007	0.009	0.009	0.009	0.009

3.Dosificación de prueba, corregida

	Básica	Compañeras (m3)			
		#1	#2	#3	#4
Cemento	0.220	0.214	0.208	0.204	0.198
Humo de Sílice	0.000	0.008	0.014	0.020	0.026
Arena, húmeda	0.218	0.219	0.217	0.216	0.215
Agregado grueso, húmedo	0.368	0.368	0.368	0.368	0.368
Agua, incluye aditivo retardante	0.168	0.167	0.167	0.167	0.167
Aire	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Volumen Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

	Básica	Compañeras (Kg/m3)			
		#1	#2	#3	#4
Cemento	693.431	672.628	655.292	641.423	624.088
Humo de Sílice	0.000	20.803	38.139	52.007	69.343
Arena, húmeda	565.706	566.405	563.249	560.725	557.569
Agregado grueso, húmedo	1016.713	1016.713	1016.713	1016.713	1016.713
Agua, incluye aditivo retardante	168.070	166.524	166.679	166.803	166.959
Aire	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%

3.4.4 Diseño de hormigón convencional f'c= 350 Kg/cm.

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

f'c = 35 Mpa
TMA = 25 mm
Revenimiento = 50 mm

DATOS FÍSICOS DE LOS COMPONENTES

Cemento
Densidad Relativa = 3,15

Agua
Potable (Interagua)

Agregados
Agregado Grueso: Piedra Homogenizada (Caliza No. 67)
Arena : Arena Homogenizada (Arena Triturada)

	Piedra Homogenizada		Arena Homogenizada	
Rango (mm)	5	25	0,2	5
PUS (Kg/m3)	1270		1285	
PUC (Kg/m3)	1445		1585	
Dsss(Kg/m3)	2600		2550	
Módulo de Finura	7		3	
Absorción	1,90%		3,00%	
Humedad	0,50%		6,40%	

1. Resistencia de diseño requerida (Anexo H - Tabla V)

Para: $21 \leq f'c \leq 35$ ⇒ $f'cr = f'c + 8,5$

$f'cr = 35 + 8,5$

f'cr =	43,5 Mpa

2. Contenido de agua necesaria y el contenido de aire atrapado (Anexo H - Tabla VI)

Para: Revenimiento = 50 mm

T.M.A = 25 mm

⇒ Agua = 179 Kg/m^3

Cant. aprox. de aire atrapado = 1,50%

3. Relación agua/cemento por resistencia (Relaciones típicas entre Relación agua-cemento y resistencia a compresión del hormigón. Anexo H - Tabla VII)

Para: f'c = 35 Mpa

⇒ a/c = 0,48

4. Contenido de cemento

Agua = 179 Kg/m3

a/c = 0,48

⇒ **Cemento** = 372,92 Kg/m3

5. Estimación del contenido de Agregado Grueso (Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón. Anexo H - Tabla VIII)

Para: TMA = 25 mm

MF arena = 3

⇒ Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón 0,65

0,65 * PUC = 939,25 Kg/m3

6. Estimación del contenido de agregado fino. (Método del volumen absoluto)

$$V_T = V_A + V_{A.\ GRUESO} + V_{A.\ FINO} + V_{CEMENTO} + V_{AIRE}$$

	Kg/m3	m3
Cemento	372,92	0,118
Agua	179	0,179
Agregado Grueso	939,25	0,361
Aire Atrapado	1,50%	0,015
Volumen Parcial		0,674

➡ Volumen requerido de arena = 0,326

Peso de arena = 832,23 Kg/m^3

7. Ajuste por humedad y absorción de los agregados

	Absorción	**Humedad**
Agregado Grueso =	17,846 Kg	4,696 Kg
Agregado Fino =	24,967 Kg	53,263 Kg

	Kg/m3	m3
Cemento	372,92	0,118
Agua	194,15	0,194
Agregado Grueso	939,25	0,361
Aire Atrapado	1,50%	0,015
Volumen Parcial		0,689

➡ Volumen requerido de arena = 0,311

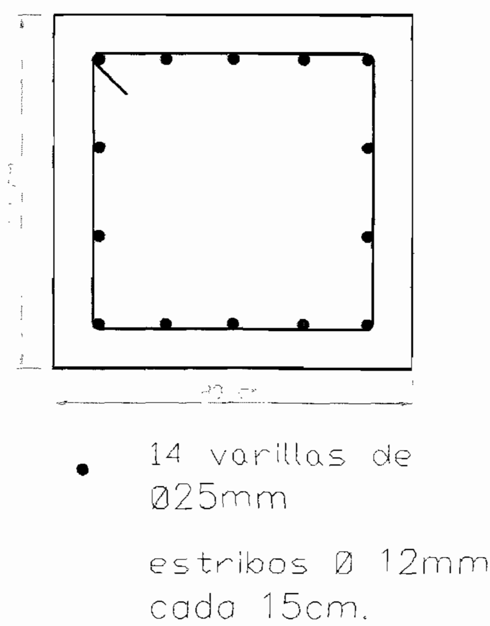
Peso de arena = 793,60 Kg/m^3

3.5 Resultados obtenidos

COLUMNA

Columna	Sección b (m)	h (m)	d (m)	As	Refuerzo	Distribución
H 1-2	0.8	0.8	0.734	6400	14 ϕ 25	Perimetralmente

Estribos: ϕ 12 ^{c}/ 15 cm



VIGA					
Viga	**Sección b (m)**	**h (m)**	**d (m)**	**Localización**	**Refuerzo**
H 1-2	0,65	0,9	0,83	Apoyo exterior neg.	9 ϕ 28
				Apoyo exterior pos.	6 ϕ 25
				Positivo	7 ϕ 25
				Apoyo interior neg.	9 ϕ 28
				Apoyo interior pos.	4 ϕ 25

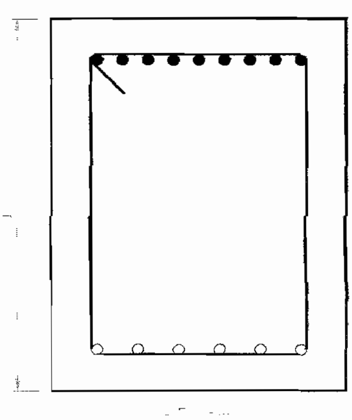
Estribos:

ϕ 12 c/ 20 cm en una longitud de 2 m, desde ambos extremos

ϕ 12 c/ 40 cm en una longitud central de 6m

ϕ 12 c/ 10 cm en los traslapes

eccion transversal
n los apoyo exterior

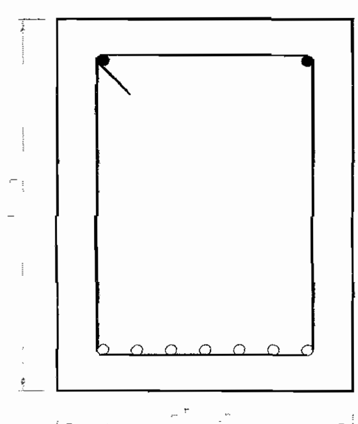


• 9 varillas de Ø28mm

○ 6 varillas de Ø25mm

estribos Ø 12mm cada 20cm.

seccion transversal en
el centro de la viga

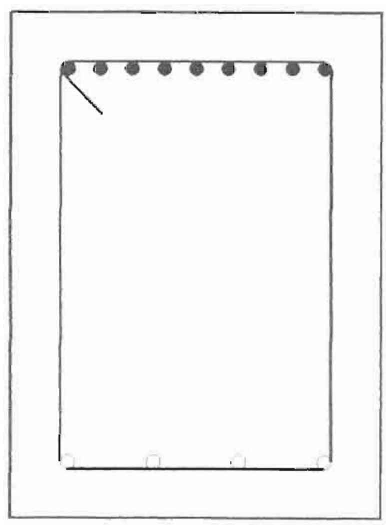


• 2 varillas de Ø28mm

○ 7 varillas de Ø25mm

estribos Ø 12mm cada 40cm.

seccion transversal
en los apoyo interno



● 9 varillas de Ø28mm

○ 4 varillas de Ø25mm

estribos Ø 12mm cada 20cm.

HORMIGÓN DE ALTO DESEMPEÑO (f'c = 735 Kg/cm^2)

	Básica	Compañeras (m3)			
		#1	#2	#3	#4
Cemento	0,220	0,214	0,208	0,204	0,198
Humo de Sílice	0,000	0,008	0,014	0,020	0,026
Arena, húmeda	0,218	0,219	0,217	0,216	0,215
Agregado grueso, húmedo	0,368	0,368	0,368	0,368	0,368
Agua, incluye aditivo retardante	0,168	0,167	0,167	0,167	0,167
Aire	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Volumen Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Básica	Compañeras (Kg/m3)			
		#1	#2	#3	#4
Cemento	693,431	672,628	655,292	641,423	624,088
Humo de Sílice	0,000	20,803	38,139	52,007	69,343
Arena, húmeda	565,706	566,405	563,249	560,725	557,569
Agregado grueso, húmedo	1016,713	1016,713	1016,713	1016,713	1016,713
Agua, incluye aditivo retardante	168,070	166,524	166,679	166,803	166,959
Aire	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Peso Total	2443,944	2443,098	2440,098	2437,697	2434,697

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN CONVENCIONAL f'c=350 kg/cm^2

	Kg/m^3	m^3
Cemento	372,92	0,118
Agua	194,15	0,194
Agregado Grueso	939,25	0,361
Arena	793,60	0,311
Aire Atrapado	1,50%	0,015
TOTAL	2299,93	1,000

CAPITULO IV

ANALISIS DE COSTOS

El objetivo de este capítulo es analizar el costo aproximado que tendrían las estructuras diseñadas tanto con hormigón convencional $f'c=300kg/cm^2$ en el capítulo II y la estructura diseñada con hormigón convencional $f'c=350kg/cm^2$ para las vigas principales y secundarias y hormigón de alto desempeño $f'c=735kg/cm^2$ para las columnas en el capítulo III.

Luego de conocer los valores referenciales de estas dos estructuras se realizará una comparación de costos para determinar que estructura es económicamente más conveniente.

Para simplificar el análisis de precio de los elementos estructurales solo se tomaran en cuenta el costo de los materiales principales para su construcción, es decir solo se verificaran costos de hormigón y acero. Los demás costos (Equipo, Mano de Obra y Transporte) no serán objeto de nuestro estudio ya que varían en gran medida dependiendo de la planta que se use para la elaboración del hormigón.

Todos los precios considerados para este estudio fueron tomados de las revista de la Cámara de la Construcción de Guayaquil, edición del mes de Enero del año 2009.

4.1. Análisis de precios unitarios para elementos estructurales con Hormigón Convencional f'c=300 kg/cm².

1. Calculo de volumen de hormigón convencional f'c=300kg/cm² usado en todas las columnas.

   - Numero de pórticos= 7 por el eje "X " y 7 por el eje "Y"
   - Numero de columnas por piso= 49 elementos
   - Número de pisos= 6 unidades

	Numero de elementos por piso	Largo	Ancho	Alto	Volumen de Hormigón f'c=30kg/cm²
	1	2	3	4	5=(1*2*3*4)
Columnas Piso 1	49 unidades	1.05 m	1.05 m	4.5 m	243.1 m3
Columnas Piso 2	49 unidades	1.05 m	1.05 m	4 m	216.09 m3
Columnas Piso 3	49 unidades	1 m	1 m	4 m	196 m3
Columnas Piso 4	49 unidades	1 m	1 m	4 m	196 m3
Columnas Piso 5	49 unidades	0.85 m	0.85 m	4 m	141.61 m3
Columnas Piso 6	49 unidades	0.85 m	0.85 m	4 m	141.61 m3
	295 unidades				**1134.41 m3**

. Calculo de volumen de hormigón convencional f'c=300kg/cm² usado en todas las vigas principales eje "X" y eje "Y" y las vigas secundarias.

- Número de pórticos= 7 en el eje "X" y 7 por el eje "Y".
- Número de vigas por pórtico= 6 elementos
- Número de pisos= 6 unidades

				Longitud neta de la viga eje X			
	Numero de elementos por piso	base	alto	longitud del claro	ancho columna	Longitud neta	Volumen de Hormigón
	1	2	3	4	5	6=(4-5)	7=(1*2*3*6)
Vigas X Piso	42 unidades	0.55 m	0.95 m	10 m	1.05 m	8.95 m	196.41 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.55 m	0.95 m	10 m	1.05 m	8.95 m	196.41 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.55 m	0.9 m	10 m	1 m	9 m	187.11 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.55 m	0.9 m	10 m	1 m	9 m	187.11 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.5 m	0.8 m	10 m	0.85 m	9.15 m	153.72 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.5 m	0.8 m	10 m	0.85 m	9.15 m	153.72 m3
	253 unidades						**1074.48 m3**

				Longitud neta de la viga eje Y			
	Numero de elementos por piso	base	alto	longitud del claro	ancho columna	Longitud neta	Volumen de Hormigón f'c=350kg/cm²
	1	2	3	4	5	6=(4-5)	7=(1*2*3*6)
Vigas Y Piso	42 unidades	0.7 m	0.95 m	10 m	1.05 m	8.95 m	249.97 m3
Vigas Y Piso	42 unidades	0.7 m	0.95 m	10 m	1.05 m	8.95 m	249.97 m3
Vigas Y Piso	42 unidades	0.7 m	0.9 m	10 m	1 m	9 m	238.14 m3
Vigas Y Piso	42 unidades	0.7 m	0.9 m	10 m	1 m	9 m	238.14 m3
Vigas Y Piso	42 unidades	0.65 m	0.8 m	10 m	0.85 m	9.15 m	199.84 m3
Vigas Y Piso	42 unidades	0.65 m	0.8 m	10 m	0.85 m	9.15 m	199.84 m3
	253 unidades						**1375.9 m3**

	Numero de elementos por piso	b	h	Longitud neta de la viga secundaria: longitud del claro	ancho viga eje Y	Longitud neta	Volumen de Hormigón f'c=350kg/cm²
	1	2	3	4	5	6=(4-5)	7=(1*2*3*6)
V.S. Piso 1	42 unidades	0.35 m	0.75 m	10 m	0.7 m	9.3 m	102.53 m3
V.S. Piso 2	42 unidades	0.35 m	0.75 m	10 m	0.7 m	9.3 m	102.53 m3
V.S. Piso 3	42 unidades	0.35 m	0.75 m	10 m	0.7 m	9.3 m	102.53 m3
V.S. Piso 4	42 unidades	0.35 m	0.75 m	10 m	0.7 m	9.3 m	102.53 m3
V.S. Piso 5	42 unidades	0.35 m	0.75 m	10 m	0.65 m	9.35 m	103.08 m3
V.S. Piso 6	42 unidades	0.35 m	0.75 m	10 m	0.65 m	9.35 m	103.08 m3
							616.28 m3

3. Cálculo de volumen de acero estructural y hormigón convencional f'c=300kg/cm² usado en una viga del segundo pórtico ubicado en el eje "Y".

La armadura para esta viga fue diseñada en el capítulo II, se procederá a calcular el total en Kilogramos de acero a utilizar para este elemento.

	BASE	ALTURA	LONGITUD	ARMADURA: FLEXION	CORTANTE	TOTAL
Viga A3-B3 HC f'c=30MPa	0.7 m	0.95 m	10 m	430.3 Kg	188.52 Kg	**618.8 Kg**

Una vez ya conocido la cantidad de acero en Kilogramos a utilizar en el elemento se puede determinar el volumen neto de hormigón de la viga.

base	alto	longitud	Volumen del elemento	Cantidad de Acero de refuerzo	Densidad del acero	Volumen de acero	V. neto
1	2	3	4=(1*2*3)	5	6	7=(5/6)	8=(4-7)
0.7 m	0.95 m	10 m	6.65 m3	618.804 Kg	7850 Kg/m3	0.0788m3	**6.571m3**

Es así como nos resulta un total de 6.571m³ neto de hormigón y 618.8 Kg de acero como armadura de refuerzo, que representa al 1.12% del volumen total del elemento

4. Calculo de volumen de hormigón convencional f'c=300kg/cm² usado en una columna del segundo pórtico ubicado en el eje "Y".

La armadura para esta columna fue diseñada en el capítulo II:

Elemento	base	ancho	Alto	Volumen del elemento	Cantidad de Acero de refuerzo	Densidad del acero	Volumen de acero	Volumen neto de Hormigón
	1	2	3	4=(1*2*3)	5	6	7=(5/6)	8=(4-7)
Columnas Piso 1 fc=30MPa	1.05 m	1.05 m	4.5 m	4.961 m3	757.65 Kg	7850 Kg/m3	0.0965m3	**4.864734m3**

Para la columna se tiene como resultante un volumen neto de hormigón de 4.86m³ y una cantidad de acero de 757.65Kg, aproximadamente el 2% del volumen total del elemento es ocupado por el acero de refuerzo.

5. Análisis de precios unitarios por elemento

PRESUPUESTO DE ELEMENTOS DE HORMIGON ARMADO f'c=300 Kg/cm²

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
			a	b	c=a*b
A.- Viga f'c=30MPa,(b=70cm h=95cm L=1000cm)					
1	Hormigón f'c=300 Kg/cm²	m³	6.57	54.28	356.68
2	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm²	kg	618.80	0.79	488.86
				Subtotal A:	**845.54**
C.- Columna f'c=30MPa,(b=105cm h=105cm L=450cm)					
1	Hormigón f'c=300 Kg/cm²	m³	4.86	54.28	264.06
2	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm²	kg	757.65	0.79	598.54
				Subtotal C:	**862.6**

El cálculo detallado del costo del hormigón puede ser encontrado en las Tablas XIII y XIV del anexo J.

4.2. Análisis de precios unitarios para vigas con Hormigón Convencional f'c=350 kg/cm², y columnas con Hormigón de Alto Desempeño f'c=735 Kg/cm².

1. Cálculo de volumen de hormigón de alto desempeño f'c=735kg/cm² usado en todas las columnas.

   - Numero de pórticos= 7 por el eje "X " y 7 por el eje "Y"
   - Numero de columnas por piso= 49 elementos
   - Número de pisos= 6 unidades

	Numero de elementos por piso	Largo	Ancho	Alto	Volumen de Hormigón f'c=30kg/cm²
	1	2	3	4	5=(1*2*3*4)
Columnas Piso 1	49 unidades	0.8 m	0.8 m	4.5 m	141.12 m3
Columnas Piso 2	49 unidades	0.8 m	0.8 m	4 m	125.44 m3
Columnas Piso 3	49 unidades	0.75 m	0.75 m	4 m	110.25 m3
Columnas Piso 4	49 unidades	0.75 m	0.75 m	4 m	110.25 m3
Columnas Piso 5	49 unidades	0.55 m	0.55 m	4 m	59.29 m3
Columnas Piso 6	49 unidades	0.55 m	0.55 m	4 m	59.29 m3
	295 unidades				**605.64 m3**

2. Cálculo de volumen de hormigón convencional f'c=350kg/cm² usado en todas las vigas principales eje "X" y eje "Y" y las vigas secundarias.
    - Número de pórticos= 7 en el eje "X" y 7 por el eje "Y".
    - Número de vigas por pórtico= 6 elementos
    - Número de pisos= 6 unidades

				Longitud neta de la viga eje X			
	Numero de elementos por piso	base	alto	longitud del claro	ancho columna	Longitud neta	Volumen de Hormigón
	1	2	3	4	5	6=(4-5)	7=(1*2*3*6)
Vigas X Piso	42 unidades	0.5 m	0.9 m	10 m	0.8 m	9.2 m	173.88 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.5 m	0.9 m	10 m	0.8 m	9.2 m	173.88 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.5 m	0.9 m	10 m	0.75 m	9.25 m	174.83 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.5 m	0.9 m	10 m	0.75 m	9.25 m	174.83 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.4 m	0.75 m	10 m	0.55 m	9.45 m	119.07 m3
Vigas X Piso	42 unidades	0.4 m	0.75 m	10 m	0.55 m	9.45 m	119.07 m3
	253 unidades						**935.56 m3**

			Longitud neta de la viga eje Y			
Numero de elementos por piso	base	alto	longitud del claro	ancho columna	Longitud neta	Volumen de Hormigón f'c=350kg/cm²
1	2	3	4	5	6=(4-5)	7=(1*2*3*6)
Vigas Y Piso 42 unidades	0.65 m	0.9 m	10 m	0.8 m	9.2 m	226.04 m3
Vigas Y Piso 42 unidades	0.65 m	0.9 m	10 m	0.8 m	9.2 m	226.04 m3
Vigas Y Piso 42 unidades	0.6 m	0.9 m	10 m	0.75 m	9.25 m	209.79 m3
Vigas Y Piso 42 unidades	0.6 m	0.9 m	10 m	0.75 m	9.25 m	209.79 m3
Vigas Y Piso 42 unidades	0.55 m	0.8 m	10 m	0.55 m	9.45 m	174.64 m3
Vigas Y Piso 42 unidades	0.55 m	0.8 m	10 m	0.55 m	9.45 m	174.64 m3
253 unidades						**1220.94 m3**

				Longitud neta de la viga secundaria			
	Numero de elementos por piso	b	h	longitud del claro	ancho viga eje Y	Longitud neta	Volumen de Hormigón f'c=350kg/cm²
	1	2	3	4	5	6=(4-5)	7=(1*2*3*6)
V.S. Piso 1	42 unidades	0.3 m	0.75 m	10 m	0.65 m	9.35 m	88.36 m3
V.S. Piso 2	42 unidades	0.3 m	0.75 m	10 m	0.65 m	9.35 m	88.36 m3
V.S. Piso 3	42 unidades	0.3 m	0.75 m	10 m	0.6 m	9.4 m	88.83 m3
V.S. Piso 4	42 unidades	0.3 m	0.75 m	10 m	0.6 m	9.4 m	88.83 m3
V.S. Piso 5	42 unidades	0.3 m	0.75 m	10 m	0.55 m	9.45 m	89.3 m3
V.S. Piso 6	42 unidades	0.3 m	0.75 m	10 m	0.55 m	9.45 m	89.3 m3
							532.98 m3

3. Cálculo de volumen de acero estructural y hormigón convencional f'c=350kg/cm² usado en una viga del segundo pórtico ubicado en el eje "Y".

La armadura para esta viga fue diseñada en el capítulo III, se procederá a calcular el total en Kilogramos de acero a utilizar para este elemento.

				ARMADURA		
	BASE	ALTURA	LONGITUD	FLEXION	CORTANTE	TOTAL
Viga A3-B3 HC f'c=35MPa	0.65 m	0.9 m	10 m	444.8 Kg	176.199 Kg	**620.99 Kg**

Una vez ya conocido la cantidad de acero en Kilogramos a utilizar en el elemento se puede determinar el volumen neto de hormigón de la viga.

base	alto	longitud	Volumen del elemento	Cantidad de Acero de refuerzo	Densidad del acero	Volumen de acero	V. neto
1	2	3	4=(1*2*3)	5	6	7=(5/6)	8=(4-7)
0.65 m	0.9 m	10 m	5.85 m3	620.985 Kg	7850 Kg/m3	0.0791m3	**5.771m3**

Es así como nos resulta un total de 5.771m³ neto de hormigón y 620.985 Kilogramos de acero como armadura de refuerzo, que representa al 1.37% del volumen total del elemento

4. Cálculo de volumen de hormigón de alto desempeño f'c=735kg/cm² usado en una columna del segundo pórtico ubicado en el eje "Y".

La armadura para esta columna fue diseñada en el capítulo II:

Elemento	base	ancho	Alto	Volumen del elemento	Cantidad de Acero de refuerzo	Densidad del acero	Volumen de acero	Volumen neto de Hormigón
	1	2	3	4=(1*2*3)	5	6	7=(5/6)	8=(4-7)
Columnas Piso 1 f'c=73.5MPa	0.8 m	0.8 m	4.5 m	2.88 m3	501.879 Kg	7850 Kg/m3	0.064m3	**2.816066m3**

Para la columna se tiene como resultado un volumen neto de hormigón de 2.81m³ y una cantidad de acero de 501.879Kg, Aproximadamente el 2.27% del volumen total del elemento es ocupado por el acero de refuerzo.

5. Análisis de precios unitario por elemento

PRESUPUESTO DE ELEMENTOS DE HORMIGON ARMADO f'c=350 Kg/cm² y 735 Kg/cm²

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
			a	b	c=a*b
B.- Viga f'c=35MPa,(b=65cm h=90cm L=1000cm)					
1	Hormigón f'c=350 Kg/cm²	m³	5.77	59.76	344.87
2	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm²	kg	620.98	0.79	490.58
				Subtotal B:	**835.45**
D.- Columna f'c=73.5MPa,(b=80cm h=80cm L=450cm)					
1	Hormigón f'c=735 Kg/cm²-Básica	m³	2.82	97.09	273.41
2	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm²	kg	501.88	0.79	396.48
				Subtotal C:	**669.89**

El cálculo detallado del costo de hormigón, puede ser encontrado en las Tablas XV y XVI del anexo J

4.3. Estudio comparativo de relación de costos entre elementos estructurales con Hormigones Convencionales Vs. Elementos estructurales con Hormigones de Alto Desempeño.

4.3.1 Estudio comparativo entre vigas.

La viga seleccionada para este análisis corresponde a una viga exterior derecha del primer piso del segundo pórtico del eje "Y", para la primera estructura (capítulo II) diseñada totalmente con hormigón f'c=300 Kg/cm² tiene un volumen aproximado de 6,57m³ de hormigón y 618,80 kg de acero, mientras que para la misma viga que fue diseñada en la segunda estructura (capítulo III) con hormigón de alto desempeño para las columnas f'c=735 Kg/cm² y vigas con hormigón convencional de f'c=350 Kg/cm² se necesita casi la misma cantidad de acero de refuerzo, pero al tener un hormigón de una resistencia superior, el volumen de hormigón a utilizar será de 5.77 m³.

A pesar de tener un hormigón de mayor resistencia, por ende mayor costo, la viga de la estructura desarrollada en el capítulo III resulta levemente más económica que la viga diseñada en el capítulo II, esto se debe a la menor cantidad de hormigón a utilizarse.

4.3.2 Estudio comparativo entre columnas.

Las columnas diseñadas con hormigón de f'c=300 Kg/cm² tiene un sección de 1.05m de cada lado, esto implica un volumen de hormigón de 4.86m³ y 757.65 kg de acero, esta columna tiene

Las columnas diseñadas con hormigón de f'c=735 Kg/cm² tienen un sección de 0.80m de cada lado, esto implica un volumen de hormigón de 2.82m³ y 501.88 kg de acero, esta columna tiene un sección de 0.64m².

En la columna diseñada con hormigón de f'c=735 Kg/cm² tenemos una reducción de la sección en un 40% aproximadamente, pero en costo este hormigón tiene un incremento del 45 %, desde este punto de vista no resultaría muy económico el emplear hormigón de alto desempeño, pero al disminuir la sección del hormigón obviamente se reduce la cantidad de acero empleada, es precisamente este rubro el que hace viable emplear hormigón de alto desempeño ya que la compensación costo-volumen que sufre el hormigón de alto desempeño en relación con el hormigón convencional es compensada con el ahorro significativo de la cantidad de acero.

Es así que tenemos un ahorro para la columna del primer piso del segundo pórtico del eje "Y" de aproximadamente 23%.

4.3.3 Estudio comparativo para las dos estructuras

- Cálculo del Peso Propio de la estructura diseñada en el Capítulo II.

Columnas	**1134.41 m3**	
Vigas Eje X	**1074.48 m3**	
Vigas Eje Y	**1375.9 m3**	
Vigas Secundarias	**616.28 m3**	
	4201.07 m3	*a*
Acero refuerzo ≈		
2% del volumen	**84.0214 m3**	*b*
Peso Unitario =	**7850 kg/m3**	*c*
Volumen neto de Hormigón f'c 300kg/cm²=	**4117.0486 m3**	*d=a-b*
Peso Unitario =	**2288.9 kg/m3**	*e*
Peso Aproximado del hormigón en la	**9423.389 Ton**	*f=d*e*
Peso Aproximado del acero en la	**659.56799 Ton**	*g=b*c*
Peso propio de la estructura aproximado=	**10082.957 Ton**	*h=f+g*

- Cálculo del Peso Propio de la estructura diseñada en el Capítulo III.

Columnas	**605.64 m3**	
	605.64 m3	*a*
Acero refuerzo ≈		
2% del volumen	**12.1128 m3**	*b*
Peso Unitario =	**7850 kg/m3**	*c*
Volumen neto de Hormigón f'c 735kg/cm²=	**593.5272 m3**	*d*
Peso Unitario =	**2443.9 kg/m3**	*e*
Peso Aproximado del hormigón f'c=73.5 MPa en las	**1450.545 Ton**	*f=d*e*
Peso Aproximado del acero en las columnas=	**95.08548 Ton**	*g=b*c*
Vigas Eje X	**935.56 m3**	*h*
Vigas Eje Y	**1220.94 m3**	*i*
Vigas Secundarias	**532.98 m3**	*j*
	2689.48 m3	*k=h+i+j*
Acero refuerzo ≈		
2% del volumen	**53.7896 m3**	*l*
Peso Unitario =	**7850 kg/m3**	*m*
Volumen neto de Hormigón f'c 350kg/cm²=	**2635.6904 m3**	*n*
Peso Unitario =	**2299.9 kg/m3**	*o*
Peso Aproximado del hormigón f'c=35 MPa en las	**6061.903 Ton**	*p=n*o*
Peso Aproximado del acero en las vigas=	**422.2484 Ton**	*q=l*m*
Peso Propio de la estructura =	**8029.782 Ton**	*r=f+g+p+q*

Como se puede observar hay una importante reducción en el peso propio de la estructura al cambiar la resistencia del hormigón usado para las columnas como principal razón. Aproximadamente hay una reducción del 20% del peso propio de la estructura lo cual significaría un ahorro muy importante en la construcción de la cimentación de la estructura, ya que se deberá diseñar una cimentación que soporte 2000 toneladas menos al diseño inicial.

PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
			a	b	c=a*b
A.- Estructura diseñada con hormigón f'c=30MPa					
1	Hormigón f'c=300 Kg/cm²	m³	4117.05	54.28	223473.4
2	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm²	kg	659567.99	0.79	521058.71
				Subtotal A:	**744532.11**
B.- Estructura diseñada con hormigón f'c=35MPa en vigas y hormigón f'c=73.5MPa en columnas					
1	Hormigón f'c=350 Kg/cm²	m³	2635.69	59.76	157508.86
2	Hormigón f'c=735 Kg/cm²-Básica	m³	593.53	98.4	58403.08
3	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm²	kg	517333.84	0.79	408693.73
				Subtotal B:	**624605.67**

El costo final de la estructura con respecto solo a los materiales se reduce en un 17% aproximadamente, si bien el costo del hormigón no se reduce, al disminuir secciones, el volumen de acero a utilizarse se reduce, dándonos como resultado la diferencia en el costo final de la estructura B.

CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en el diseño de elementos estructurales con hormigón convencional y hormigón de alto desempeño, podemos citar las siguientes conclusiones:

1. La sección obtenida en la columna, diseñada con Hormigón de Alto Desempeño (f'c = 73,5 MPa), es menor en un 24% que la diseñada con Hormigón Convencional (f'c = 30 MPa), para las mismas condiciones físicas, geométricas y de carga.

    a. Disminución del volumen de hormigón y de la cantidad de acero.

    b. Aumento en el espacio útil de cada piso (Las columnas ocupan una menor área)

    c. A pesar que las columnas de HAD son más esbeltas que las de HC, no presentan riesgo de pandeo.

2. Se concluye además que resulta poco beneficioso diseñar vigas con Hormigón de Alto Desempeño, debido a que tendríamos la necesidad de colocar doble refuerzo; significando un incremento en el peralte y por ende un incremento en la sección, que es justamente lo que se quiere evitar.

3. Disminución en el peso propio de la estructura, lo que conlleva al diseño de cimentaciones que tengan que soportar cargas menores

4. La vinculación existente entre la relación agua–cemento y la resistencia a la compresión, ya identificada en los hormigones convencionales resulta válida para los hormigones de alto desempeño.

5. Para mantener la relación agua–cemento necesaria para el desarrollo de altas resistencias, se deben realizar determinaciones precisas de la humedad de los agregados.

6. Al realizar el estudio económico de las estructuras diseñadas con hormigón convencional y hormigón de alto desempeño, se ha obtenido un ahorro aproximado del 17% -considerando únicamente los materiales a ser utilizados- . Esta valoración económica no incluye las variables de mano de obra, transporte y equipos, ya que estas dependen de características propias de cada proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Preferiblemente utilizar Hormigones menores a 35 MPa para la construcción de vigas de hormigón armado, ya que al emplear hormigones de una resistencia superior se requerirá sobre-reforzar dicho elemento.

2. En caso que nuestros prediseños iniciales tengan derivas mayores que las admisibles, es necesario rigidizar los elementos, para lo cual resulta recomendable hacer incrementos de 5 cm en cada lado de la sección, hasta que se cumpla la condición deseada.

3. Se deben tomar muy en cuenta todas las características de los agregados, tales como MF, angularidad, etc., ya que la variación

de estas consideraciones alterarán las proporciones de los materiales.

4. La cantidad de materiales que intervienen en una mezcla de hormigón, y la manera en que la variación de sus características influye en las propiedades de la misma, hace necesario el contar con uno o más métodos de dosificación. Estos métodos deben permitir al productor de hormigón, partiendo de un análisis previo de los componentes, definir un proporcionamiento de los materiales para obtener la combinación óptima que satisfaga los requerimientos deseados, con el menor número de ajustes posible.

5. La selección del tipo, marca, y dosificación de todos los aditivos, debe hacerse considerando el conjunto de materiales que se utilizarán en determinado proyecto.

6. Es conveniente destacar la importancia de realizar mezclas de prueba en laboratorio con los materiales que se utilizarán en la obra, que nos permita cumplir con la dosificación calculada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nilson, Arthur H., Diseño de estructuras de Concreto, Mc. Graw Hill, Duodécima Edición, Bogotá, 2001, págs. 62 – 102, 241 – 273.

2. Portland Cement Association, Diseño y Control de mezclas de Concreto, Boletín de Ingeniería EB201, México, 2004, págs. 78 - 80, 185 – 216.

3. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, Concreto de Alta Resistencia. Proporcionamiento de mezclas (ACI 211.4R), México 1998, págs. 9-26.

4. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, Requisitos del Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 S – 05) y Comentarios (ACI 318 SR-05), México 2005, págs 203-230.

5. American Society of Civil Engineers, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, United States 2005, págs 5-13, 205-206.

ANEXOS

Anexo A

TABLE 20.3-1 SITE CLASSIFICATION

Site Class	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ or $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
A. Hard rock	>5,000 ft/s	NA	NA
B. Rock	2,500 to 5,000 ft/s	NA	NA
C. Very dense soil and soft rock	1,200 to 2,500 ft/s	>50	>2,000 psf
D. Stiff soil	600 to 1,200 ft/s	15 to 50	1,000 to 2,000 psf
E. Soft clay soil	<600 ft/s	<15	<1,000 psf
	Any profile with more than 10 ft of soil having the following characteristics: - Plasticity index PI > 20, - Moisture content w ≥ 40%, and - Undrained shear strength $\bar{s}_u$ < 500 psf		
F. Soils requiring site response analysis in accordance with Section 21.1	See Section 20.3.1		

For SI: 1 ft/s = 0.3048 m/s; 1 lb/ft² = 0.0479 kN/m²

TABLE 11.4-1 SITE COEFFICIENT, F_a

Site Class	Mapped Maximum Considered Earthquake Spectral Response Acceleration Parameter at Short Period				
	$S_S \le 0.25$	$S_S = 0.5$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \ge 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0

ANEXO B

Paso 1.- Determinar los parametros de aceleracion Ss y S1 en roca blanda

Ss= Aceleracion de respuesta espectral MCE (mapa de isoaceleraciones) para periodos cortos (T=0.2 sg)
S1= Aceleracion de respuesta espectral MCE (mapa de isoaceleraciones) para un periodo de (T=1.0 sg)

Nota: Como la información no se encuentra disponible para el pais ya que no contamos con el mapa de isoaceleraciones se asume un valor de :

Ss= 1.5g
S1= 0.6g

Paso 2.- Determinar los coeficientes de sitio Fa y Fr

2.1 Clase del sitio (Tabla 20.3-1)

determinar uno de los tres = parametros	**Su (resistencia al corte no drenada)=**	**2500 psf**	
	N or Nch (número de golpes)=	**NA**	**Clase C**
	Vs (velocidad de onda de corte)=	**NA**	

2.2 Coeficiente de sitio Fa (Tabla 11.4-1) se selecciona en funcion de la clase de sitio y Ss

Ss=	**1.5 g**
Fa=	**1.0**

2.3 Coeficiente de sitio Fv (Tabla 11.4-2) se seleciona en funcion de la clase de sitio y de S1

S1=	**0.6 g**
Fv=	**1.3**

Paso 3.- Determinar los parametros ajustados de aceleracion Sms y Sm1

Sms aceleracion de respuesta espectral MCE para periodos cortos ajustados por clase de sitio
Sm1 aceleracion de respuesta espectral MCE para periodo T= 1,0sg

Sms= Fa*Ss	**= 1.5 g**
Sm1= Fv*S1	**= 0.78 g**

Paso 4.- Determinar parametros de aceleracion espectarl de diseno (DBE)

Sds= (2/3)*Sms	**1.00**
Sd1= (2/3)*Sm1	**= 0.52 g**

ANEXO B

Paso 5.- Construccion de espectro de respuestas de Diseño

T <= To

Ts= (Sd1/Sds)	= 0.52 sg
To= 0,2(Ts)	= 0.104 sg

Region 1

0.000 < T (g) < 0.104

T=	0 sg
Sa= Sds[0,4+0,6(T/To)]	= 0.4 g

T=	0.104 sg
Sa= Sds[0,4+0,6(T/To)]	1

Region 2

To < T (g) < Ts
0.104 < T (g) < 0.52

Sa=Sds	= 1 g

Region 3

Ts < T (g) < TL
0.52 < T (g) < TL

T=	1 sg
Sa=Sds/T	= 0.52 g

T=	2 sg
Sa=Sds/T	= 0.26 g

T=	2.5 sg
Sa=Sds/T	= 0.21 g

T=	3 sg
Sa=Sds/T	= 0.17 g

Anexo C

TABLE 4-1 MINIMUM UNIFORMLY DISTRIBUTED LIVE LOADS, L_o, AND MINIMUM CONCENTRATED LIVE LOADS

Occupancy or Use	Uniform psf (kN/m²)	Conc. lb (kN)
Apartments (see Residential)		
Access floor systems		
Office use	50 (2.4)	2,000 (8.9)
Computer use	100 (4.79)	2,000 (8.9)
Armories and drill rooms	150 (7.18)	
Assembly areas and theaters		
Fixed seats (fastened to floor)	60 (2.87)	
Lobbies	100 (4.79)	
Movable seats	100 (4.79)	
Platforms (assembly)	100 (4.79)	
Stage floors	150 (7.18)	
Balconies (exterior)	100 (4.79)	
On one- and two-family residences only, and not exceeding 100 ft² (9.3 m²)	60 (2.87)	
Bowling alleys, poolrooms, and similar recreational areas	75 (3.59)	
Catwalks for maintenance access	40 (1.92)	300 (1.33)
Corridors		
First floor	100 (4.79)	
Other floors, same as occupancy served except as indicated		
Dance halls and ballrooms	100 (4.79)	
Decks (patio and roof)		
Same as area served, or for the type of occupancy accommodated		
Dining rooms and restaurants	100 (4.79)	
Dwellings (see Residential)		
Elevator machine room grating (on area of 4 in.² (2,580 mm²))		300 (1.33)
Finish light floor plate construction (on area of 1 in.² (645 mm²))		200 (0.89)
Fire escapes	100 (4.79)	
On single-family dwellings only	40 (1.92)	
Fixed ladders	See Section 4.4	
Garages (passenger vehicles only)	40 (1.92)[a,b]	
Trucks and buses		
Grandstands (see Stadiums and arenas, Bleachers)		
Gymnasiums—main floors and balconies	100 (4.79)	
Handrails, guardrails, and grab bars	See Section 4.4	
Hospitals		
Operating rooms, laboratories	60 (2.87)	1,000 (4.45)
Patient rooms	40 (1.92)	1,000 (4.45)
Corridors above first floor	80 (3.83)	1,000 (4.45)
Hotels (see Residential)		
Libraries		
Reading rooms	60 (2.87)	1,000 (4.45)
Stack rooms	150 (7.18)	1,000 (4.45)
Corridors above first floor	80 (3.83)	1,000 (4.45)
Manufacturing		
Light	125 (6.00)	2,000 (8.90)
Heavy	250 (11.97)	3,000 (13.40)
Marquees	75 (3.59)	
Office Buildings		
File and computer rooms shall be designed for heavier loads based on anticipated occupancy		
Lobbies and first-floor corridors	100 (4.79)	2,000 (8.90)
Offices	50 (2.40)	2,000 (8.90)
Corridors above first floor	80 (3.83)	2,000 (8.90)
Penal Institutions		
Cell blocks	40 (1.92)	
Corridors	100 (4.79)	
Residential		
Dwellings (one- and two-family)		
Uninhabitable attics without storage	10 (0.48)	
Uninhabitable attics with storage	20 (0.96)	
Habitable attics and sleeping areas	30 (1.44)	
All other areas except stairs and balconies	40 (1.92)	
Hotels and multifamily houses		
Private rooms and corridors serving them	40 (1.92)	
Public rooms and corridors serving them	100 (4.79)	
Reviewing stands, grandstands, and bleachers	100 (4.79)	

Anexo D

TABLE 12.2-1 DESIGN COEFFICIENTS AND FACTORS FOR SEISMIC FORCE-RESISTING SYSTEMS (continued)

Seismic Force-Resisting System	ASCE 7 Section where Detailing Requirements are Specified	Response Modification Coefficient, R^a	System Overstrength Factor, Ω_0^g	Deflection Amplification Factor, C_d^b	Structural System Limitations and Building Height (ft) Limit[c]				
					Seismic Design Category				
					B	C	D[d]	E[d]	F[e]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
C. MOMENT-RESISTING FRAME SYSTEMS									
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
D. DUAL SYSTEMS WITH SPECIAL MOMENT FRAMES CAPABLE OF RESISTING AT LEAST 25% OF PRESCRIBED SEISMIC FORCES									
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Anexo E

Anexo F

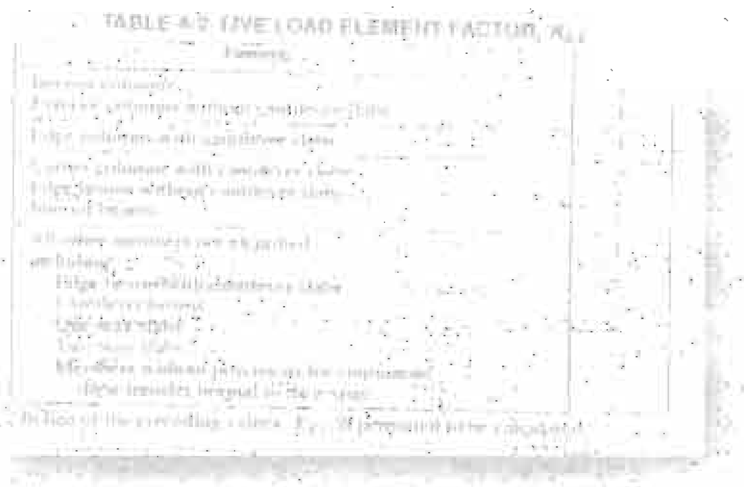


TABLE 4-2 LIVE LOAD ELEMENT FACTOR, K_{LL}

ANEXO H

Tabla IV. Revenimientos recomendados para varios tipos de Construcción

Construcción de Concreto	Revenimiento (mm)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75	25
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75	25
Vigas y muros reforzados	100	25
Columnas de edficios	100	25
Pavimentos y losas	75	25
Concreto Masivo	75	25

Adaptada del ACI 211.1

Tabla V. Resistencia a Compresión Media Requerida cuando no hay datos disponibles para establecer la Desviación Estándar. (Métrica-Mpa)

Resistencia a compresión	Resistencia a compresión media
Menos de 21	$f'c + 7$
21 a 35	$f'c + 8,5$
Más de 35	$1,10\, f'c + 5,0$

Adaptada del ACI 318

Tabla VI. Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales del agredado

	AGUA PARA HORMIGÓN CON T.M.A (Kg/m^3)							
Asentamiento mm	9,5	12,5	19	25	37,5	50	75	150
	Concreto sin aire incluido							
25 - 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 - 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 - 175	243	228	216	202	190	178	160	–
Cant. aprox. de aire atrapado, %	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

Adaptada del ACI 211.1 y del ACI 318

Tabla VII. Relaciones típicas entre la relación agua-cemento y resistencia a compresión del hormigón

Resistencia la compresión	Relación a/c por peso	
28 días Mpa	Hormigón sin aire incorporado	Hormigón con aire incorporado
45	0,38	0,31
40	0,43	0,34
35	0,48	0,40
30	0,55	0,46
25	0,62	0,53
20	0,70	0,61
15	0,8	0,72

Adaptado del ACI 211.1 y del ACI 211.3

Tabla VIII. Volumen de Agregado Grueso por Volumen Unitario de Hormigón

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Volumen compactado de agregado grueso seco			
	Módulo de Finura de la Arena			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	0,66	0,64	0,62	0,6
25,0	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50,0	0,78	0,76	0,74	0,72
75,0	0,82	0,80	0,78	0,76
150,0	0,87	0,85	0,83	0,81

Adaptada del ACI 211.1

Tabla IX. Revenimiento recomendado para hormigones con y sin HRWR*

Revenimiento antes de añadir HRWR	Hormigón hecho usando HRWR
	25 - 50 mm
Revenimiento sin HRWR	Hormigón hecho sin HRWR
	50 - 75 mm
	75 - 100 mm

Tabla X. Tamaño máximo sugerido para el agregado grueso

Resistencia requerida del hormigón Kg/cm^2	Tamaño máximo sugerido para el agregado grueso mm
< 650	25 - 50 mm
> 650	9,5 - 12,5*

Tabla XI. Primera estimación del requisito de agua de mezclado y contenido de aire del concreto fresco con base en el uso de una arena con 35% de vacíos

	Agua de mezclado, kg/m3			
	Tamaño máximo del agregado grueso			
Revenimiento mm	9,5	13	20	25,0
25 a 50	185	175	170	165
50 a 75	190	185	175	170
75 a 100	195	190	180	180
Contenido de aire	3,0%	2,5%	2,0%	1,5%
atrapado*	2,5%	2,0%	1,5%	1,0%[t]

* Los valores dados deben ser ajustados para arena con huecos distintos de 35%. Ajuste kg/m3= (V-35)x5

[t] Mezclas hechas con HRWR

Tabla XII. Datos de campo - Relación w/(c+p) máxima recomendada para hormigones elaborados con HRWR

		w/(c+p)			
		Tamaño máximo del agregado grueso mm			
Resistencia de campo f'cr*, kg/cm²		9,5	13	20	25
490	28 días	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 días	0,55	0,58	0,48	0,46
560	28 días	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 días	0,48	0,45	0,42	0,40
635	28 días	0,38	0,36	0,35	0,34
	56 días	0,42	0,39	0,37	0,36
700	28 días	0,33	0,32	0,31	0,30
	56 días	0,37	0,35	0,33	0,32
775	28 días	0,30	0,29	0,27	0,27
	56 días	0,33	0,31	0,29	0,29
845	28 días	0,27	0,26	0,25	0,25
	56 días	0,30	0,28	0,27	0,26

* f'cr = f'c + 100

Nota: Una comparación de los valores contenidos en las tablas 4.3.5a y b permite en particular las siguientes conclusiones:

1. Para una relación dada de agua-material cementante, la resistencia de campo del hormigón es mayor con el uso de HRWR que sin el, y esta mayor resistencia se alcanza dentro de un periodo más corto de tiempo.

2. Con el uso de HRWR, una resistencia de campo dada del concreto puede lograrse en un periodo de tiempo dado usando menos material cementante que el que se requerirría cuando no se usa HRWR.

Nota: Relación w/(c+p). Datos de campo = 0.9 * datos de laboratorio

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
1	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0	0	0
2	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-03	8.00E-03	5.64E-03	8.00E-03
3	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.61E-02	1.40E-02	1.49E-02	1.30E-02
4	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.76E-02	1.60E-02	2.54E-02	1.40E-02
5	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.87E-02	1.50E-02	3.55E-02	1.40E-02
6	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.91E-02	1.40E-02	4.50E-02	1.30E-02
7	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.68E-02	1.10E-02	5.21E-02	1.00E-02
8	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
9	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.19E-03	9.00E-03	5.64E-03	8.00E-03
10	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.65E-02	1.40E-02	1.49E-02	1.30E-02
11	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.83E-02	1.60E-02	2.54E-02	1.40E-02
12	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.97E-02	1.60E-02	3.55E-02	1.40E-02
13	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.04E-02	1.50E-02	4.50E-02	1.30E-02
14	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0583422	1.10E-02	5.21E-02	1.00E-02
15	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
16	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.35E-03	9.00E-03	5.64E-03	8.00E-03
17	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.70E-02	1.50E-02	1.49E-02	1.30E-02
18	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.029048	1.70E-02	2.54E-02	1.40E-02
19	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.60E-02	3.55E-02	1.40E-02
20	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0516885	1.50E-02	4.50E-02	1.30E-02
21	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.99E-02	1.10E-02	5.21E-02	1.00E-02
22	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
23	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.51E-03	9.00E-03	5.64E-03	8.00E-03
24	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.74E-02	1.50E-02	1.49E-02	1.30E-02
25	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.98E-02	1.70E-02	2.54E-02	1.40E-02
26	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.18E-02	1.70E-02	3.55E-02	1.40E-02
27	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.30E-02	1.50E-02	4.50E-02	1.30E-02
28	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.14E-02	1.20E-02	5.21E-02	1.00E-02
29	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
30	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.67E-03	9.00E-03	5.64E-03	8.00E-03
31	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.78E-02	1.50E-02	1.49E-02	1.30E-02
32	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.05E-02	1.70E-02	2.54E-02	1.40E-02
33	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.28E-02	1.70E-02	3.55E-02	1.40E-02
34	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.43E-02	1.60E-02	4.50E-02	1.30E-02
35	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.29E-02	1.20E-02	5.21E-02	1.00E-02
36	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
37	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.84E-03	9.00E-03	5.64E-03	8.00E-03
38	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.83E-02	1.60E-02	1.49E-02	1.30E-02
39	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.13E-02	1.80E-02	2.54E-02	1.40E-02
40	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.70E-02	3.55E-02	1.40E-02
41	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.56E-02	1.60E-02	4.50E-02	1.30E-02
42	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.44E-02	1.20E-02	5.21E-02	1.00E-02
43	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
44	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.00E-03	1.00E-02	5.64E-03	8.00E-03
45	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.87E-02	1.60E-02	1.49E-02	1.30E-02
46	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.20E-02	1.80E-02	2.54E-02	1.40E-02
47	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.044894	1.80E-02	3.55E-02	1.40E-02
48	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.69E-02	1.70E-02	4.50E-02	1.30E-02
49	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-02	1.20E-02	5.21E-02	1.00E-02
50	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
51	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-03	8.00E-03	5.81E-03	8.00E-03
52	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.61E-02	1.40E-02	1.53E-02	1.30E-02
53	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.76E-02	1.60E-02	2.61E-02	1.50E-02
54	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.87E-02	1.50E-02	3.65E-02	1.40E-02
55	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.91E-02	1.40E-02	4.63E-02	1.30E-02
56	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.68E-02	1.10E-02	5.36E-02	1.00E-02
57	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
58	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.19E-03	9.00E-03	5.81E-03	8.00E-03
59	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.65E-02	1.40E-02	1.53E-02	1.30E-02
60	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.83E-02	1.60E-02	2.61E-02	1.50E-02
61	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.97E-02	1.60E-02	3.65E-02	1.40E-02
62	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.04E-02	1.50E-02	4.63E-02	1.30E-02
63	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0583422	1.10E-02	5.36E-02	1.00E-02
64	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
65	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.35E-03	9.00E-03	5.81E-03	8.00E-03
66	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.70E-02	1.50E-02	1.53E-02	1.30E-02

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
67	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.029048	1.70E-02	2.61E-02	1.50E-02
68	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.60E-02	3.65E-02	1.40E-02
69	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0516885	1.50E-02	4.63E-02	1.30E-02
70	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.99E-02	1.10E-02	5.36E-02	1.00E-02
71	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
72	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.51E-03	9.00E-03	5.81E-03	8.00E-03
73	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.74E-02	1.50E-02	1.53E-02	1.30E-02
74	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.98E-02	1.70E-02	2.61E-02	1.50E-02
75	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.18E-02	1.70E-02	3.65E-02	1.40E-02
76	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.30E-02	1.50E-02	4.63E-02	1.30E-02
77	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.14E-02	1.20E-02	5.36E-02	1.00E-02
78	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
79	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.67E-03	9.00E-03	5.81E-03	8.00E-03
80	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.78E-02	1.50E-02	1.53E-02	1.30E-02
81	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.05E-02	1.70E-02	2.61E-02	1.50E-02
82	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.28E-02	1.70E-02	3.65E-02	1.40E-02
83	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.43E-02	1.60E-02	4.63E-02	1.30E-02
84	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.29E-02	1.20E-02	5.36E-02	1.00E-02
85	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
86	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.84E-03	9.00E-03	5.81E-03	8.00E-03
87	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.83E-02	1.60E-02	1.53E-02	1.30E-02
88	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.13E-02	1.80E-02	2.61E-02	1.50E-02
89	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.70E-02	3.65E-02	1.40E-02
90	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.56E-02	1.60E-02	4.63E-02	1.30E-02
91	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.44E-02	1.20E-02	5.36E-02	1.00E-02
92	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
93	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.00E-03	1.00E-02	5.81E-03	8.00E-03
94	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.87E-02	1.60E-02	1.53E-02	1.30E-02
95	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.20E-02	1.80E-02	2.61E-02	1.50E-02
96	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.044894	1.80E-02	3.65E-02	1.40E-02
97	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.69E-02	1.70E-02	4.63E-02	1.30E-02
98	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-02	1.20E-02	5.36E-02	1.00E-02
99	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
100	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-03	8.00E-03	5.97E-03	8.00E-03
101	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.61E-02	1.40E-02	1.58E-02	1.30E-02
102	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.76E-02	1.60E-02	2.69E-02	1.50E-02
103	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.87E-02	1.50E-02	3.76E-02	1.50E-02
104	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.91E-02	1.40E-02	4.76E-02	1.40E-02
105	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.68E-02	1.10E-02	5.51E-02	1.00E-02
106	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
107	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.19E-03	9.00E-03	5.97E-03	8.00E-03
108	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.65E-02	1.40E-02	1.58E-02	1.30E-02
109	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.83E-02	1.60E-02	2.69E-02	1.50E-02
110	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.97E-02	1.60E-02	3.76E-02	1.50E-02
111	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.04E-02	1.50E-02	4.76E-02	1.40E-02
112	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0583422	1.10E-02	5.51E-02	1.00E-02
113	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
114	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.35E-03	9.00E-03	5.97E-03	8.00E-03
115	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.70E-02	1.50E-02	1.58E-02	1.30E-02
116	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.029048	1.70E-02	2.69E-02	1.50E-02
117	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.60E-02	3.76E-02	1.50E-02
118	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0516885	1.50E-02	4.76E-02	1.40E-02
119	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.99E-02	1.10E-02	5.51E-02	1.00E-02
120	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
121	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.51E-03	9.00E-03	5.97E-03	8.00E-03
122	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.74E-02	1.50E-02	1.58E-02	1.30E-02
123	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.98E-02	1.70E-02	2.69E-02	1.50E-02
124	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.18E-02	1.70E-02	3.76E-02	1.50E-02
125	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.30E-02	1.50E-02	4.76E-02	1.40E-02
126	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.14E-02	1.20E-02	5.51E-02	1.00E-02
127	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
128	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.67E-03	9.00E-03	5.97E-03	8.00E-03
129	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.78E-02	1.50E-02	1.58E-02	1.30E-02
130	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.05E-02	1.70E-02	2.69E-02	1.50E-02
131	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.28E-02	1.70E-02	3.76E-02	1.50E-02
132	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.43E-02	1.60E-02	4.76E-02	1.40E-02

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
133	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.29E-02	1.20E-02	5.51E-02	1.00E-02
134	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
135	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.84E-03	9.00E-03	5.97E-03	8.00E-03
136	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.83E-02	1.60E-02	1.58E-02	1.30E-02
137	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.13E-02	1.80E-02	2.69E-02	1.50E-02
138	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.70E-02	3.76E-02	1.50E-02
139	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.56E-02	1.60E-02	4.76E-02	1.40E-02
140	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.44E-02	1.20E-02	5.51E-02	1.00E-02
141	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
142	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.00E-03	1.00E-02	5.97E-03	8.00E-03
143	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.87E-02	1.60E-02	1.58E-02	1.30E-02
144	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.20E-02	1.80E-02	2.69E-02	1.50E-02
145	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.044894	1.80E-02	3.76E-02	1.50E-02
146	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.69E-02	1.70E-02	4.76E-02	1.40E-02
147	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-02	1.20E-02	5.51E-02	1.00E-02
148	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
149	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-03	8.00E-03	6.13E-03	8.00E-03
150	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.61E-02	1.40E-02	1.62E-02	1.40E-02
151	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.76E-02	1.60E-02	2.76E-02	1.60E-02
152	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.87E-02	1.50E-02	0.0386012	1.50E-02
153	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.91E-02	1.40E-02	0.0489232	1.40E-02
154	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.68E-02	1.10E-02	5.66E-02	1.10E-02
155	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
156	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.19E-03	9.00E-03	6.13E-03	8.00E-03
157	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.65E-02	1.40E-02	1.62E-02	1.40E-02
158	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.83E-02	1.60E-02	2.76E-02	1.60E-02
159	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.97E-02	1.60E-02	0.0386012	1.50E-02
160	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.04E-02	1.50E-02	0.0489232	1.40E-02
161	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0583422	1.10E-02	5.66E-02	1.10E-02
162	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
163	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.35E-03	9.00E-03	6.13E-03	8.00E-03
164	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.70E-02	1.50E-02	1.62E-02	1.40E-02
165	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.029048	1.70E-02	2.76E-02	1.60E-02
166	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.60E-02	0.0386012	1.50E-02
167	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0516885	1.50E-02	0.0489232	1.40E-02
168	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.99E-02	1.10E-02	5.66E-02	1.10E-02
169	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
170	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.51E-03	9.00E-03	6.13E-03	8.00E-03
171	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.74E-02	1.50E-02	1.62E-02	1.40E-02
172	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.98E-02	1.70E-02	2.76E-02	1.60E-02
173	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.18E-02	1.70E-02	0.0386012	1.50E-02
174	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.30E-02	1.50E-02	0.0489232	1.40E-02
175	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.14E-02	1.20E-02	5.66E-02	1.10E-02
176	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
177	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.67E-03	9.00E-03	6.13E-03	8.00E-03
178	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.78E-02	1.50E-02	1.62E-02	1.40E-02
179	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.05E-02	1.70E-02	2.76E-02	1.60E-02
180	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.28E-02	1.70E-02	0.0386012	1.50E-02
181	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.43E-02	1.60E-02	0.0489232	1.40E-02
182	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.29E-02	1.20E-02	5.66E-02	1.10E-02
183	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
184	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.84E-03	9.00E-03	6.13E-03	8.00E-03
185	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.83E-02	1.60E-02	1.62E-02	1.40E-02
186	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.13E-02	1.80E-02	2.76E-02	1.60E-02
187	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.70E-02	0.0386012	1.50E-02
188	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.56E-02	1.60E-02	0.0489232	1.40E-02
189	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.44E-02	1.20E-02	5.66E-02	1.10E-02
190	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
191	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.00E-03	1.00E-02	6.13E-03	8.00E-03
192	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.87E-02	1.60E-02	1.62E-02	1.40E-02
193	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.20E-02	1.80E-02	2.76E-02	1.60E-02
194	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.044894	1.80E-02	0.0386012	1.50E-02
195	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.69E-02	1.70E-02	0.0489232	1.40E-02
196	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-02	1.20E-02	5.66E-02	1.10E-02
197	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
198	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-03	8.00E-03	6.30E-03	9.00E-03

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
199	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.61E-02	1.40E-02	1.66E-02	1.40E-02
200	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.76E-02	1.60E-02	2.83E-02	1.60E-02
201	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.87E-02	1.50E-02	3.96E-02	1.60E-02
202	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.91E-02	1.40E-02	5.02E-02	1.50E-02
203	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.68E-02	1.10E-02	5.81E-02	1.10E-02
204	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
205	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.19E-03	9.00E-03	6.30E-03	9.00E-03
206	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.65E-02	1.40E-02	1.66E-02	1.40E-02
207	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.83E-02	1.60E-02	2.83E-02	1.60E-02
208	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.97E-02	1.60E-02	3.96E-02	1.60E-02
209	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.04E-02	1.50E-02	5.02E-02	1.50E-02
210	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0583422	1.10E-02	5.81E-02	1.10E-02
211	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
212	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.35E-03	9.00E-03	6.30E-03	9.00E-03
213	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.70E-02	1.50E-02	1.66E-02	1.40E-02
214	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.029048	1.70E-02	2.83E-02	1.60E-02
215	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.60E-02	3.96E-02	1.60E-02
216	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0516885	1.50E-02	5.02E-02	1.50E-02
217	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.99E-02	1.10E-02	5.81E-02	1.10E-02
218	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
219	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.51E-03	9.00E-03	6.30E-03	9.00E-03
220	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.74E-02	1.50E-02	1.66E-02	1.40E-02
221	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.98E-02	1.70E-02	2.83E-02	1.60E-02
222	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.18E-02	1.70E-02	3.96E-02	1.60E-02
223	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.30E-02	1.50E-02	5.02E-02	1.50E-02
224	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.14E-02	1.20E-02	5.81E-02	1.10E-02
225	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
226	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.67E-03	9.00E-03	6.30E-03	9.00E-03
227	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.78E-02	1.50E-02	1.66E-02	1.40E-02
228	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.05E-02	1.70E-02	2.83E-02	1.60E-02
229	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.28E-02	1.70E-02	3.96E-02	1.60E-02
230	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.43E-02	1.60E-02	5.02E-02	1.50E-02
231	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.29E-02	1.20E-02	5.81E-02	1.10E-02
232	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
233	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.84E-03	9.00E-03	6.30E-03	9.00E-03
234	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.83E-02	1.60E-02	1.66E-02	1.40E-02
235	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.13E-02	1.80E-02	2.83E-02	1.60E-02
236	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.70E-02	3.96E-02	1.60E-02
237	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.56E-02	1.60E-02	5.02E-02	1.50E-02
238	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.44E-02	1.20E-02	5.81E-02	1.10E-02
239	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
240	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.00E-03	1.00E-02	6.30E-03	9.00E-03
241	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.87E-02	1.60E-02	1.66E-02	1.40E-02
242	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.20E-02	1.80E-02	2.83E-02	1.60E-02
243	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.044894	1.80E-02	3.96E-02	1.60E-02
244	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.69E-02	1.70E-02	5.02E-02	1.50E-02
245	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-02	1.20E-02	5.81E-02	1.10E-02
246	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
247	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-03	8.00E-03	6.46E-03	9.00E-03
248	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.61E-02	1.40E-02	1.71E-02	1.50E-02
249	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.76E-02	1.60E-02	2.91E-02	1.70E-02
250	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.87E-02	1.50E-02	4.07E-02	1.60E-02
251	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.91E-02	1.40E-02	5.15E-02	1.50E-02
252	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.68E-02	1.10E-02	0.0596236	1.10E-02
253	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
254	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.19E-03	9.00E-03	6.46E-03	9.00E-03
255	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.65E-02	1.40E-02	1.71E-02	1.50E-02
256	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.83E-02	1.60E-02	2.91E-02	1.70E-02
257	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.97E-02	1.60E-02	4.07E-02	1.60E-02
258	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.04E-02	1.50E-02	5.15E-02	1.50E-02
259	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0583422	1.10E-02	0.0596236	1.10E-02
260	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
261	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.35E-03	9.00E-03	6.46E-03	9.00E-03
262	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.70E-02	1.50E-02	1.71E-02	1.50E-02
263	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.029048	1.70E-02	2.91E-02	1.70E-02
264	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.60E-02	4.07E-02	1.60E-02

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
265	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0516885	1.50E-02	5.15E-02	1.50E-02
266	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.99E-02	1.10E-02	0.0596236	1.10E-02
267	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
268	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.51E-03	9.00E-03	6.46E-03	9.00E-03
269	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.74E-02	1.50E-02	1.71E-02	1.50E-02
270	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.98E-02	1.70E-02	2.91E-02	1.70E-02
271	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.18E-02	1.70E-02	4.07E-02	1.60E-02
272	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.30E-02	1.50E-02	5.15E-02	1.50E-02
273	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.14E-02	1.20E-02	0.0596236	1.10E-02
274	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
275	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.67E-03	9.00E-03	6.46E-03	9.00E-03
276	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.78E-02	1.50E-02	1.71E-02	1.50E-02
277	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.05E-02	1.70E-02	2.91E-02	1.70E-02
278	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.28E-02	1.70E-02	4.07E-02	1.60E-02
279	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.43E-02	1.60E-02	5.15E-02	1.50E-02
280	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.29E-02	1.20E-02	0.0596236	1.10E-02
281	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
282	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.84E-03	9.00E-03	6.46E-03	9.00E-03
283	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.83E-02	1.60E-02	1.71E-02	1.50E-02
284	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.13E-02	1.80E-02	2.91E-02	1.70E-02
285	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.70E-02	4.07E-02	1.60E-02
286	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.56E-02	1.60E-02	5.15E-02	1.50E-02
287	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.44E-02	1.20E-02	0.0596236	1.10E-02
288	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
289	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.00E-03	1.00E-02	6.46E-03	9.00E-03
290	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.87E-02	1.60E-02	1.71E-02	1.50E-02
291	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.20E-02	1.80E-02	2.91E-02	1.70E-02
292	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.044894	1.80E-02	4.07E-02	1.60E-02
293	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.69E-02	1.70E-02	5.15E-02	1.50E-02
294	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-02	1.20E-02	0.0596236	1.10E-02
295	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
296	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-03	8.00E-03	6.62E-03	9.00E-03
297	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.61E-02	1.40E-02	1.75E-02	1.50E-02
298	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.76E-02	1.60E-02	2.98E-02	1.70E-02
299	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.87E-02	1.50E-02	4.17E-02	1.60E-02
300	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.91E-02	1.40E-02	5.28E-02	1.50E-02
301	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.68E-02	1.10E-02	6.11E-02	1.10E-02
302	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
303	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.19E-03	9.00E-03	6.62E-03	9.00E-03
304	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.65E-02	1.40E-02	1.75E-02	1.50E-02
305	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.83E-02	1.60E-02	2.98E-02	1.70E-02
306	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.97E-02	1.60E-02	4.17E-02	1.60E-02
307	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.04E-02	1.50E-02	5.28E-02	1.50E-02
308	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0583422	1.10E-02	6.11E-02	1.10E-02
309	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
310	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.35E-03	9.00E-03	6.62E-03	9.00E-03
311	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.70E-02	1.50E-02	1.75E-02	1.50E-02
312	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.029048	1.70E-02	2.98E-02	1.70E-02
313	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.60E-02	4.17E-02	1.60E-02
314	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0516885	1.50E-02	5.28E-02	1.50E-02
315	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.99E-02	1.10E-02	6.11E-02	1.10E-02
316	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
317	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.51E-03	9.00E-03	6.62E-03	9.00E-03
318	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.74E-02	1.50E-02	1.75E-02	1.50E-02
319	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.98E-02	1.70E-02	2.98E-02	1.70E-02
320	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.18E-02	1.70E-02	4.17E-02	1.60E-02
321	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.30E-02	1.50E-02	5.28E-02	1.50E-02
322	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.14E-02	1.20E-02	6.11E-02	1.10E-02
323	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
324	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.67E-03	9.00E-03	6.62E-03	9.00E-03
325	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.78E-02	1.50E-02	1.75E-02	1.50E-02
326	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.05E-02	1.70E-02	2.98E-02	1.70E-02
327	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.28E-02	1.70E-02	4.17E-02	1.60E-02
328	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.43E-02	1.60E-02	5.28E-02	1.50E-02
329	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.29E-02	1.20E-02	6.11E-02	1.10E-02
330	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
331	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.84E-03	9.00E-03	6.62E-03	9.00E-03
332	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.83E-02	1.60E-02	1.75E-02	1.50E-02
333	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.13E-02	1.80E-02	2.98E-02	1.70E-02
334	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.70E-02	4.17E-02	1.60E-02
335	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.56E-02	1.60E-02	5.28E-02	1.50E-02
336	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.44E-02	1.20E-02	6.11E-02	1.10E-02
337	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0.00E+00	0	0.00E+00
338	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.00E-03	1.00E-02	6.62E-03	9.00E-03
339	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.87E-02	1.60E-02	1.75E-02	1.50E-02
340	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.20E-02	1.80E-02	2.98E-02	1.70E-02
341	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.044894	1.80E-02	4.17E-02	1.60E-02
342	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.69E-02	1.70E-02	5.28E-02	1.50E-02
343	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-02	1.20E-02	6.11E-02	1.10E-02
344	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.10E-03	-8.20E-02	5.64E-03	-7.60E-02
345	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.10E-03	0.00E+00	5.81E-03	0.00E+00
346	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.10E-03	0.00E+00	5.97E-03	0.00E+00
347	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.10E-03	0.00E+00	6.13E-03	0.00E+00
348	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.10E-03	0.00E+00	6.30E-03	0.00E+00
349	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.10E-03	0.00E+00	6.46E-03	0.00E+00
350	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.10E-03	0.00E+00	6.62E-03	0.00E+00
352	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.18E-02	7.70E-02	5.71E-02	1.40E-02
358	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.34E-02	-1.20E-02	4.93E-02	-1.10E-02
359	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.21E-02	-1.60E-02	3.69E-02	-1.40E-02
360	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.00E-02	-1.70E-02	2.78E-02	-1.50E-02
361	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.75E-02	-1.70E-02	1.63E-02	-1.60E-02
362	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.56E-03	-1.50E-02	6.18E-03	-1.40E-02
386	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.27E-03	0.00E+00	5.64E-03	-1.00E-03
387	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.27E-03	0.00E+00	5.81E-03	0.00E+00
388	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.27E-03	0.00E+00	5.97E-03	0.00E+00
389	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.27E-03	0.00E+00	6.13E-03	0.00E+00
390	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.27E-03	0.00E+00	6.30E-03	0.00E+00
391	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.27E-03	0.00E+00	6.46E-03	0.00E+00
392	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.27E-03	0.00E+00	6.62E-03	0.00E+00
393	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.43E-03	0.00E+00	5.64E-03	-1.00E-03
394	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.43E-03	0.00E+00	5.81E-03	0.00E+00
395	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.43E-03	0.00E+00	5.97E-03	0.00E+00
396	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.43E-03	0.00E+00	6.13E-03	0.00E+00
397	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.43E-03	0.00E+00	6.30E-03	0.00E+00
398	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.43E-03	0.00E+00	6.46E-03	0.00E+00
399	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.43E-03	0.00E+00	6.62E-03	0.00E+00
400	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-03	0.00E+00	5.64E-03	-1.00E-03
401	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-03	0.00E+00	5.81E-03	0.00E+00
402	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-03	0.00E+00	5.97E-03	0.00E+00
403	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-03	0.00E+00	6.13E-03	0.00E+00
404	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-03	0.00E+00	6.30E-03	0.00E+00
405	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-03	0.00E+00	6.46E-03	0.00E+00
406	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.59E-03	0.00E+00	6.62E-03	0.00E+00
407	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.76E-03	0.00E+00	5.64E-03	-1.00E-03
408	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.76E-03	0.00E+00	5.81E-03	0.00E+00
409	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.76E-03	0.00E+00	5.97E-03	0.00E+00
410	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.76E-03	0.00E+00	6.13E-03	0.00E+00
411	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.76E-03	0.00E+00	6.30E-03	0.00E+00
412	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.76E-03	0.00E+00	6.46E-03	0.00E+00
413	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.76E-03	0.00E+00	6.62E-03	0.00E+00
414	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.92E-03	0.00E+00	5.64E-03	-1.00E-03
415	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.92E-03	0.00E+00	5.81E-03	0.00E+00
416	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.92E-03	0.00E+00	5.97E-03	0.00E+00
417	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.92E-03	0.00E+00	6.13E-03	0.00E+00
418	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.92E-03	0.00E+00	6.30E-03	0.00E+00
419	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.92E-03	0.00E+00	6.46E-03	0.00E+00
420	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.92E-03	0.00E+00	6.62E-03	0.00E+00
421	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.63E-02	1.30E-02	1.49E-02	1.10E-02
422	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.63E-02	0.00E+00	1.53E-02	1.00E-03
423	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.63E-02	0.00E+00	1.58E-02	1.00E-03
424	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.63E-02	0.00E+00	1.62E-02	1.00E-03
425	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.63E-02	0.00E+00	1.66E-02	1.00E-03

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
426	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.63E-02	0.00E+00	1.71E-02	1.00E-03
427	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.63E-02	0.00E+00	1.75E-02	1.00E-03
428	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.67E-02	1.00E-03	1.49E-02	-4.00E-03
429	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.67E-02	0.00E+00	1.53E-02	1.00E-03
430	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.67E-02	0.00E+00	1.58E-02	1.00E-03
431	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.67E-02	0.00E+00	1.62E-02	1.00E-03
432	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.67E-02	0.00E+00	1.66E-02	1.00E-03
433	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.67E-02	0.00E+00	1.71E-02	1.00E-03
434	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.67E-02	0.00E+00	1.75E-02	1.00E-03
435	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.72E-02	1.00E-03	1.49E-02	-4.00E-03
436	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.72E-02	0.00E+00	1.53E-02	1.00E-03
437	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.72E-02	0.00E+00	1.58E-02	1.00E-03
438	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.72E-02	0.00E+00	1.62E-02	1.00E-03
439	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.72E-02	0.00E+00	1.66E-02	1.00E-03
440	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.72E-02	0.00E+00	1.71E-02	1.00E-03
441	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.72E-02	0.00E+00	1.75E-02	1.00E-03
442	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.76E-02	1.00E-03	1.49E-02	-4.00E-03
443	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.76E-02	0.00E+00	1.53E-02	1.00E-03
444	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.76E-02	0.00E+00	1.58E-02	1.00E-03
445	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.76E-02	0.00E+00	1.62E-02	1.00E-03
446	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.76E-02	0.00E+00	1.66E-02	1.00E-03
447	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.76E-02	0.00E+00	1.71E-02	1.00E-03
448	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.76E-02	0.00E+00	1.75E-02	1.00E-03
449	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.80E-02	1.00E-03	1.49E-02	-4.00E-03
450	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.80E-02	0.00E+00	1.53E-02	1.00E-03
451	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.80E-02	0.00E+00	1.58E-02	1.00E-03
452	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.80E-02	0.00E+00	1.62E-02	1.00E-03
453	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.80E-02	0.00E+00	1.66E-02	1.00E-03
454	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.80E-02	0.00E+00	1.71E-02	1.00E-03
455	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.80E-02	0.00E+00	1.75E-02	1.00E-03
456	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.85E-02	1.00E-03	1.49E-02	-4.00E-03
457	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.85E-02	0.00E+00	1.53E-02	1.00E-03
458	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.85E-02	0.00E+00	1.58E-02	1.00E-03
459	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.85E-02	0.00E+00	1.62E-02	1.00E-03
460	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.85E-02	0.00E+00	1.66E-02	1.00E-03
461	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.85E-02	0.00E+00	1.71E-02	1.00E-03
462	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.85E-02	0.00E+00	1.75E-02	1.00E-03
463	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.79E-02	1.30E-02	2.54E-02	1.10E-02
464	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.79E-02	0.00E+00	2.61E-02	1.00E-03
465	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.79E-02	0.00E+00	2.69E-02	1.00E-03
466	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.79E-02	0.00E+00	2.76E-02	1.00E-03
467	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.79E-02	0.00E+00	2.83E-02	1.00E-03
468	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.79E-02	0.00E+00	2.91E-02	1.00E-03
469	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.79E-02	0.00E+00	2.98E-02	1.00E-03
470	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.87E-02	1.00E-03	2.54E-02	-6.00E-03
471	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.87E-02	0.00E+00	2.61E-02	1.00E-03
472	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.87E-02	0.00E+00	2.69E-02	1.00E-03
473	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.87E-02	0.00E+00	2.76E-02	1.00E-03
474	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.87E-02	0.00E+00	2.83E-02	1.00E-03
475	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.87E-02	0.00E+00	2.91E-02	1.00E-03
476	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.87E-02	0.00E+00	2.98E-02	1.00E-03
477	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.94E-02	1.00E-03	2.54E-02	-6.00E-03
478	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.94E-02	0.00E+00	2.61E-02	1.00E-03
479	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.94E-02	0.00E+00	2.69E-02	1.00E-03
480	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.94E-02	0.00E+00	2.76E-02	1.00E-03
481	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.94E-02	0.00E+00	2.83E-02	1.00E-03
482	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.94E-02	0.00E+00	2.91E-02	1.00E-03
483	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.94E-02	0.00E+00	2.98E-02	1.00E-03
484	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.02E-02	1.00E-03	2.54E-02	-6.00E-03
485	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.02E-02	0.00E+00	2.61E-02	1.00E-03
486	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.02E-02	0.00E+00	2.69E-02	1.00E-03
487	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.02E-02	0.00E+00	2.76E-02	1.00E-03
488	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.02E-02	0.00E+00	2.83E-02	1.00E-03
489	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.02E-02	0.00E+00	2.91E-02	1.00E-03
490	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.02E-02	0.00E+00	2.98E-02	1.00E-03
491	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0308907	1.00E-03	2.54E-02	-6.00E-03

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
492	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0308907	0.00E+00	2.61E-02	1.00E-03
493	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0308907	0.00E+00	2.69E-02	1.00E-03
494	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0308907	0.00E+00	2.76E-02	1.00E-03
495	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0308907	0.00E+00	2.83E-02	1.00E-03
496	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0308907	0.00E+00	2.91E-02	1.00E-03
497	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.0308907	0.00E+00	2.98E-02	1.00E-03
498	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.16E-02	1.00E-03	2.54E-02	-6.00E-03
499	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.16E-02	0.00E+00	2.61E-02	1.00E-03
500	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.16E-02	0.00E+00	2.69E-02	1.00E-03
501	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.16E-02	0.00E+00	2.76E-02	1.00E-03
502	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.16E-02	0.00E+00	2.83E-02	1.00E-03
503	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.16E-02	0.00E+00	2.91E-02	1.00E-03
504	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.16E-02	0.00E+00	2.98E-02	1.00E-03
505	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.92E-02	1.00E-02	3.55E-02	8.00E-03
506	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.92E-02	0.00E+00	3.65E-02	1.00E-03
507	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.92E-02	0.00E+00	3.76E-02	1.00E-03
508	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.92E-02	0.00E+00	0.0386012	1.00E-03
509	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.92E-02	0.00E+00	3.96E-02	1.00E-03
510	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.92E-02	0.00E+00	4.07E-02	1.00E-03
511	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.92E-02	0.00E+00	4.17E-02	1.00E-03
512	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	1.00E-03	3.55E-02	-9.00E-03
513	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	0.00E+00	3.65E-02	1.00E-03
514	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	0.00E+00	3.76E-02	1.00E-03
515	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	0.00E+00	0.0386012	1.00E-03
516	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	0.00E+00	3.96E-02	1.00E-03
517	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	0.00E+00	4.07E-02	1.00E-03
518	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	0.00E+00	4.17E-02	1.00E-03
519	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	1.00E-03	3.55E-02	-9.00E-03
520	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	0.00E+00	3.65E-02	1.00E-03
521	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	0.00E+00	3.76E-02	1.00E-03
522	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	0.00E+00	0.0386012	1.00E-03
523	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	0.00E+00	3.96E-02	1.00E-03
524	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	0.00E+00	4.07E-02	1.00E-03
525	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	0.00E+00	4.17E-02	1.00E-03
526	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	1.00E-03	3.55E-02	-9.00E-03
527	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	0.00E+00	3.65E-02	1.00E-03
528	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	0.00E+00	3.76E-02	1.00E-03
529	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	0.00E+00	0.0386012	1.00E-03
530	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	0.00E+00	3.96E-02	1.00E-03
531	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	0.00E+00	4.07E-02	1.00E-03
532	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	0.00E+00	4.17E-02	1.00E-03
533	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.33E-02	1.00E-03	3.55E-02	-9.00E-03
534	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.33E-02	0.00E+00	3.65E-02	1.00E-03
535	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.33E-02	0.00E+00	3.76E-02	1.00E-03
536	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.33E-02	0.00E+00	0.0386012	1.00E-03
537	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.33E-02	0.00E+00	3.96E-02	1.00E-03
538	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.33E-02	0.00E+00	4.07E-02	1.00E-03
539	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.33E-02	0.00E+00	4.17E-02	1.00E-03
540	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	1.00E-03	3.55E-02	-9.00E-03
541	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	0.00E+00	3.65E-02	1.00E-03
542	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	0.00E+00	3.76E-02	1.00E-03
543	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	0.00E+00	0.0386012	1.00E-03
544	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	0.00E+00	3.96E-02	1.00E-03
545	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	0.00E+00	4.07E-02	1.00E-03
546	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	0.00E+00	4.17E-02	1.00E-03
547	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.97E-02	7.00E-03	4.50E-02	5.00E-03
548	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.97E-02	0.00E+00	4.63E-02	2.00E-03
549	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.97E-02	0.00E+00	4.76E-02	2.00E-03
550	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.97E-02	0.00E+00	0.0489232	2.00E-03
551	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.97E-02	0.00E+00	5.02E-02	2.00E-03
552	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.97E-02	0.00E+00	5.15E-02	2.00E-03
553	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.97E-02	0.00E+00	5.28E-02	2.00E-03
554	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.10E-02	2.00E-03	4.50E-02	-1.10E-02
555	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.10E-02	0.00E+00	4.63E-02	2.00E-03
556	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.10E-02	0.00E+00	4.76E-02	2.00E-03
557	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.10E-02	0.00E+00	0.0489232	2.00E-03

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
558	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.10E-02	0.00E+00	5.02E-02	2.00E-03
559	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.10E-02	0.00E+00	5.15E-02	2.00E-03
560	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.10E-02	0.00E+00	5.28E-02	2.00E-03
561	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.23E-02	2.00E-03	4.50E-02	-1.10E-02
562	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.23E-02	0.00E+00	4.63E-02	2.00E-03
563	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.23E-02	0.00E+00	4.76E-02	2.00E-03
564	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.23E-02	0.00E+00	0.0489232	2.00E-03
565	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.23E-02	0.00E+00	5.02E-02	2.00E-03
566	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.23E-02	0.00E+00	5.15E-02	2.00E-03
567	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.23E-02	0.00E+00	5.28E-02	2.00E-03
568	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.37E-02	2.00E-03	4.50E-02	-1.10E-02
569	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.37E-02	0.00E+00	4.63E-02	2.00E-03
570	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.37E-02	0.00E+00	4.76E-02	2.00E-03
571	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.37E-02	0.00E+00	0.0489232	2.00E-03
572	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.37E-02	0.00E+00	5.02E-02	2.00E-03
573	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.37E-02	0.00E+00	5.15E-02	2.00E-03
574	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.37E-02	0.00E+00	5.28E-02	2.00E-03
575	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.50E-02	2.00E-03	4.50E-02	-1.10E-02
576	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.50E-02	0.00E+00	4.63E-02	2.00E-03
577	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.50E-02	0.00E+00	4.76E-02	2.00E-03
578	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.50E-02	0.00E+00	0.0489232	2.00E-03
579	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.50E-02	0.00E+00	5.02E-02	2.00E-03
580	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.50E-02	0.00E+00	5.15E-02	2.00E-03
581	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.50E-02	0.00E+00	5.28E-02	2.00E-03
582	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.63E-02	2.00E-03	4.50E-02	-1.10E-02
583	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.63E-02	0.00E+00	4.63E-02	2.00E-03
584	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.63E-02	0.00E+00	4.76E-02	2.00E-03
585	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.63E-02	0.00E+00	0.0489232	2.00E-03
586	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.63E-02	0.00E+00	5.02E-02	2.00E-03
587	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.63E-02	0.00E+00	5.15E-02	2.00E-03
588	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.63E-02	0.00E+00	5.28E-02	2.00E-03
589	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.76E-02	2.00E-03	5.21E-02	-1.00E-03
590	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.76E-02	0.00E+00	5.36E-02	2.00E-03
591	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.76E-02	0.00E+00	5.51E-02	2.00E-03
592	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.76E-02	0.00E+00	5.66E-02	2.00E-03
593	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.76E-02	0.00E+00	5.81E-02	2.00E-03
594	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.76E-02	0.00E+00	0.0596236	2.00E-03
595	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.76E-02	0.00E+00	6.11E-02	2.00E-03
596	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.91E-02	2.00E-03	5.21E-02	-1.20E-02
597	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.91E-02	0.00E+00	5.36E-02	2.00E-03
598	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.91E-02	0.00E+00	5.51E-02	2.00E-03
599	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.91E-02	0.00E+00	5.66E-02	2.00E-03
600	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.91E-02	0.00E+00	5.81E-02	2.00E-03
601	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.91E-02	0.00E+00	0.0596236	2.00E-03
602	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.91E-02	0.00E+00	6.11E-02	2.00E-03
603	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.06E-02	2.00E-03	5.21E-02	-1.20E-02
604	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.06E-02	0.00E+00	5.36E-02	2.00E-03
605	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.06E-02	0.00E+00	5.51E-02	2.00E-03
606	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.06E-02	0.00E+00	5.66E-02	2.00E-03
607	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.06E-02	0.00E+00	5.81E-02	2.00E-03
608	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.06E-02	0.00E+00	0.0596236	2.00E-03
609	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.06E-02	0.00E+00	6.11E-02	2.00E-03
610	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.21E-02	2.00E-03	5.21E-02	-1.20E-02
611	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.21E-02	0.00E+00	5.36E-02	2.00E-03
612	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.21E-02	0.00E+00	5.51E-02	2.00E-03
613	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.21E-02	0.00E+00	5.66E-02	2.00E-03
614	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.21E-02	0.00E+00	5.81E-02	2.00E-03
615	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.21E-02	0.00E+00	0.0596236	2.00E-03
616	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.21E-02	0.00E+00	6.11E-02	2.00E-03
617	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.36E-02	2.00E-03	5.21E-02	-1.20E-02
618	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.36E-02	0.00E+00	5.36E-02	2.00E-03
619	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.36E-02	0.00E+00	5.51E-02	2.00E-03
620	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.36E-02	0.00E+00	5.66E-02	2.00E-03
621	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.36E-02	0.00E+00	5.81E-02	2.00E-03
622	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.36E-02	0.00E+00	0.0596236	2.00E-03
623	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.36E-02	0.00E+00	6.11E-02	2.00E-03

ANEXO G

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
Text	Text	Text	Text	m		m	
624	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.52E-02	2.00E-03	5.21E-02	-1.20E-02
625	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.52E-02	0.00E+00	5.36E-02	2.00E-03
626	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.52E-02	0.00E+00	5.51E-02	2.00E-03
627	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.52E-02	0.00E+00	5.66E-02	2.00E-03
628	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.52E-02	0.00E+00	5.81E-02	2.00E-03
629	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.52E-02	0.00E+00	0.0596236	2.00E-03
630	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.52E-02	0.00E+00	6.11E-02	2.00E-03

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
1	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	0	0	0
2	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.26E-03	1.30E-02	8.64E-03	1.20E-02
3	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.33E-02	1.90E-02	2.14E-02	1.80E-02
4	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.82E-02	2.10E-02	3.52E-02	1.90E-02
5	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.18E-02	1.90E-02	4.77E-02	1.70E-02
6	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.80E-02	2.20E-02	6.21E-02	2.00E-02
7	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.98E-02	1.60E-02	7.14E-02	1.30E-02
8	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.10E-01	0	-9.80E-02
9	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.51E-03	1.30E-02	8.64E-03	1.20E-02
10	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.39E-02	2.00E-02	2.14E-02	1.80E-02
11	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.93E-02	2.10E-02	3.52E-02	1.90E-02
12	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.32E-02	1.90E-02	4.77E-02	1.70E-02
13	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.98E-02	2.30E-02	6.21E-02	2.00E-02
14	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.19E-02	1.70E-02	7.14E-02	1.30E-02
15	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.13E-01	0	-9.80E-02
16	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.76E-03	1.30E-02	8.64E-03	1.20E-02
17	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.45E-02	2.00E-02	2.14E-02	1.80E-02
18	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	2.20E-02	3.52E-02	1.90E-02
19	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.46E-02	2.00E-02	4.77E-02	1.70E-02
20	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.17E-02	2.30E-02	6.21E-02	2.00E-02
21	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.40E-02	1.70E-02	7.14E-02	1.30E-02
22	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.15E-01	0	-9.80E-02
23	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.00E-02	1.40E-02	8.64E-03	1.20E-02
24	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.52E-02	2.10E-02	2.14E-02	1.80E-02
25	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	2.20E-02	3.52E-02	1.90E-02
26	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.60E-02	2.00E-02	4.77E-02	1.70E-02
27	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.35E-02	2.40E-02	6.21E-02	2.00E-02
28	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.61E-02	1.70E-02	7.14E-02	1.30E-02
29	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.18E-01	0	-9.80E-02
30	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.03E-02	1.40E-02	8.64E-03	1.20E-02
31	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.58E-02	2.10E-02	2.14E-02	1.80E-02
32	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	2.30E-02	3.52E-02	1.90E-02
33	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.057379552	2.10E-02	4.77E-02	1.70E-02
34	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.53E-02	2.50E-02	6.21E-02	2.00E-02
35	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.82E-02	1.80E-02	7.14E-02	1.30E-02
36	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.21E-01	0	-9.80E-02
37	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.05E-02	1.40E-02	8.64E-03	1.20E-02
38	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.64E-02	2.20E-02	2.14E-02	1.80E-02
39	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.34E-02	2.30E-02	3.52E-02	1.90E-02
40	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.88E-02	2.10E-02	4.77E-02	1.70E-02
41	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.71E-02	2.50E-02	6.21E-02	2.00E-02
42	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.09034245	1.80E-02	7.14E-02	1.30E-02
43	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.24E-01	0	-9.80E-02
44	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.08E-02	1.50E-02	8.64E-03	1.20E-02
45	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.70E-02	2.20E-02	2.14E-02	1.80E-02
46	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	2.40E-02	3.52E-02	1.90E-02
47	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-02	2.20E-02	4.77E-02	1.70E-02
48	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.89E-02	2.60E-02	6.21E-02	2.00E-02
49	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.092460537	1.90E-02	7.14E-02	1.30E-02
50	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.27E-01	0	-9.80E-02
51	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.26E-03	1.30E-02	8.89E-03	1.20E-02
52	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.33E-02	1.90E-02	2.20E-02	1.80E-02
53	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.82E-02	2.10E-02	3.62E-02	1.90E-02
54	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.18E-02	1.90E-02	4.91E-02	1.80E-02
55	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.80E-02	2.20E-02	0.063902341	2.00E-02
56	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.98E-02	1.60E-02	7.36E-02	1.30E-02
57	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.10E-01	0	-1.01E-01
58	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.51E-03	1.30E-02	8.89E-03	1.20E-02
59	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.39E-02	2.00E-02	2.20E-02	1.80E-02
60	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.93E-02	2.10E-02	3.62E-02	1.90E-02
61	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.32E-02	1.90E-02	4.91E-02	1.80E-02
62	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.98E-02	2.30E-02	0.063902341	2.00E-02

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
63	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.19E-02	1.70E-02	7.36E-02	1.30E-02
64	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.13E-01	0	-1.01E-01
65	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.76E-03	1.30E-02	8.89E-03	1.20E-02
66	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.45E-02	2.00E-02	2.20E-02	1.80E-02
67	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	2.20E-02	3.62E-02	1.90E-02
68	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.46E-02	2.00E-02	4.91E-02	1.80E-02
69	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.17E-02	2.30E-02	0.063902341	2.00E-02
70	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.40E-02	1.70E-02	7.36E-02	1.30E-02
71	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.15E-01	0	-1.01E-01
72	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.00E-02	1.40E-02	8.89E-03	1.20E-02
73	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.52E-02	2.10E-02	2.20E-02	1.80E-02
74	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	2.20E-02	3.62E-02	1.90E-02
75	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.60E-02	2.00E-02	4.91E-02	1.80E-02
76	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.35E-02	2.40E-02	0.063902341	2.00E-02
77	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.61E-02	1.70E-02	7.36E-02	1.30E-02
78	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.18E-01	0	-1.01E-01
79	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.03E-02	1.40E-02	8.89E-03	1.20E-02
80	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.58E-02	2.10E-02	2.20E-02	1.80E-02
81	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	2.30E-02	3.62E-02	1.90E-02
82	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.057379552	2.10E-02	4.91E-02	1.80E-02
83	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.53E-02	2.50E-02	0.063902341	2.00E-02
84	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.82E-02	1.80E-02	7.36E-02	1.30E-02
85	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.21E-01	0	-1.01E-01
86	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.05E-02	1.40E-02	8.89E-03	1.20E-02
87	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.64E-02	2.20E-02	2.20E-02	1.80E-02
88	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.34E-02	2.30E-02	3.62E-02	1.90E-02
89	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.88E-02	2.10E-02	4.91E-02	1.80E-02
90	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.71E-02	2.50E-02	0.063902341	2.00E-02
91	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.09034245	1.80E-02	7.36E-02	1.30E-02
92	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.24E-01	0	-1.01E-01
93	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.08E-02	1.50E-02	8.89E-03	1.20E-02
94	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.70E-02	2.20E-02	2.20E-02	1.80E-02
95	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	2.40E-02	3.62E-02	1.90E-02
96	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-02	2.20E-02	4.91E-02	1.80E-02
97	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.89E-02	2.60E-02	0.063902341	2.00E-02
98	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.092460537	1.90E-02	7.36E-02	1.30E-02
99	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.27E-01	0	-1.01E-01
100	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.26E-03	1.30E-02	9.14E-03	1.30E-02
101	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.33E-02	1.90E-02	2.27E-02	1.90E-02
102	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.82E-02	2.10E-02	3.72E-02	2.00E-02
103	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.18E-02	1.90E-02	5.05E-02	1.80E-02
104	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.80E-02	2.20E-02	6.57E-02	2.10E-02
105	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.98E-02	1.60E-02	7.57E-02	1.40E-02
106	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.10E-01	0	-1.04E-01
107	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.51E-03	1.30E-02	9.14E-03	1.30E-02
108	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.39E-02	2.00E-02	2.27E-02	1.90E-02
109	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.93E-02	2.10E-02	3.72E-02	2.00E-02
110	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.32E-02	1.90E-02	5.05E-02	1.80E-02
111	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.98E-02	2.30E-02	6.57E-02	2.10E-02
112	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.19E-02	1.70E-02	7.57E-02	1.40E-02
113	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.13E-01	0	-1.04E-01
114	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.76E-03	1.30E-02	9.14E-03	1.30E-02
115	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.45E-02	2.00E-02	2.27E-02	1.90E-02
116	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	2.20E-02	3.72E-02	2.00E-02
117	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.46E-02	2.00E-02	5.05E-02	1.80E-02
118	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.17E-02	2.30E-02	6.57E-02	2.10E-02
119	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.40E-02	1.70E-02	7.57E-02	1.40E-02
120	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.15E-01	0	-1.04E-01
121	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.00E-02	1.40E-02	9.14E-03	1.30E-02
122	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.52E-02	2.10E-02	2.27E-02	1.90E-02
123	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	2.20E-02	3.72E-02	2.00E-02
124	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.60E-02	2.00E-02	5.05E-02	1.80E-02

ANEXO I

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
125	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.35E-02	2.40E-02	6.57E-02	2.10E-02
126	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.61E-02	1.70E-02	7.57E-02	1.40E-02
127	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.18E-01	0	-1.04E-01
128	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.03E-02	1.40E-02	9.14E-03	1.30E-02
129	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.58E-02	2.10E-02	2.27E-02	1.90E-02
130	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	2.30E-02	3.72E-02	2.00E-02
131	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.057379552	2.10E-02	5.05E-02	1.80E-02
132	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.53E-02	2.50E-02	6.57E-02	2.10E-02
133	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.82E-02	1.80E-02	7.57E-02	1.40E-02
134	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.21E-01	0	-1.04E-01
135	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.05E-02	1.40E-02	9.14E-03	1.30E-02
136	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.64E-02	2.20E-02	2.27E-02	1.90E-02
137	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.34E-02	2.30E-02	3.72E-02	2.00E-02
138	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.88E-02	2.10E-02	5.05E-02	1.80E-02
139	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.71E-02	2.50E-02	6.57E-02	2.10E-02
140	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.09034245	1.80E-02	7.57E-02	1.40E-02
141	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.24E-01	0	-1.04E-01
142	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.08E-02	1.50E-02	9.14E-03	1.30E-02
143	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.70E-02	2.20E-02	2.27E-02	1.90E-02
144	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	2.40E-02	3.72E-02	2.00E-02
145	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-02	2.20E-02	5.05E-02	1.80E-02
146	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.89E-02	2.60E-02	6.57E-02	2.10E-02
147	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.092460537	1.90E-02	7.57E-02	1.40E-02
148	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.27E-01	0	-1.04E-01
149	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.26E-03	1.30E-02	9.39E-03	1.30E-02
150	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.33E-02	1.90E-02	2.33E-02	1.90E-02
151	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.82E-02	2.10E-02	3.82E-02	2.10E-02
152	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.18E-02	1.90E-02	5.19E-02	1.90E-02
153	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.80E-02	2.20E-02	0.067548723	2.10E-02
154	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.98E-02	1.60E-02	7.78E-02	1.40E-02
155	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.10E-01	0	-1.07E-01
156	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.51E-03	1.30E-02	9.39E-03	1.30E-02
157	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.39E-02	2.00E-02	2.33E-02	1.90E-02
158	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.93E-02	2.10E-02	3.82E-02	2.10E-02
159	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.32E-02	1.90E-02	5.19E-02	1.90E-02
160	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.98E-02	2.30E-02	0.067548723	2.10E-02
161	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.19E-02	1.70E-02	7.78E-02	1.40E-02
162	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.13E-01	0	-1.07E-01
163	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.76E-03	1.30E-02	9.39E-03	1.30E-02
164	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.45E-02	2.00E-02	2.33E-02	1.90E-02
165	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	2.20E-02	3.82E-02	2.10E-02
166	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.46E-02	2.00E-02	5.19E-02	1.90E-02
167	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.17E-02	2.30E-02	0.067548723	2.10E-02
168	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.40E-02	1.70E-02	7.78E-02	1.40E-02
169	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.15E-01	0	-1.07E-01
170	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.00E-02	1.40E-02	9.39E-03	1.30E-02
171	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.52E-02	2.10E-02	2.33E-02	1.90E-02
172	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	2.20E-02	3.82E-02	2.10E-02
173	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.60E-02	2.00E-02	5.19E-02	1.90E-02
174	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.35E-02	2.40E-02	0.067548723	2.10E-02
175	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.61E-02	1.70E-02	7.78E-02	1.40E-02
176	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.18E-01	0	-1.07E-01
177	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.03E-02	1.40E-02	9.39E-03	1.30E-02
178	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.58E-02	2.10E-02	2.33E-02	1.90E-02
179	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	2.30E-02	3.82E-02	2.10E-02
180	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.057379552	2.10E-02	5.19E-02	1.90E-02
181	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.53E-02	2.50E-02	0.067548723	2.10E-02
182	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.82E-02	1.80E-02	7.78E-02	1.40E-02
183	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.21E-01	0	-1.07E-01
184	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.05E-02	1.40E-02	9.39E-03	1.30E-02
185	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.64E-02	2.20E-02	2.33E-02	1.90E-02
186	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.34E-02	2.30E-02	3.82E-02	2.10E-02

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
187	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.88E-02	2.10E-02	5.19E-02	1.90E-02
188	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.71E-02	2.50E-02	0.067548723	2.10E-02
189	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.09034245	1.80E-02	7.78E-02	1.40E-02
190	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.24E-01	0	-1.07E-01
191	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.08E-02	1.50E-02	9.39E-03	1.30E-02
192	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.70E-02	2.20E-02	2.33E-02	1.90E-02
193	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	2.40E-02	3.82E-02	2.10E-02
194	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-02	2.20E-02	5.19E-02	1.90E-02
195	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.89E-02	2.60E-02	0.067548723	2.10E-02
196	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.092460537	1.90E-02	7.78E-02	1.40E-02
197	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.27E-01	0	-1.07E-01
198	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.26E-03	1.30E-02	9.65E-03	1.30E-02
199	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.33E-02	1.90E-02	0.023923863	2.00E-02
200	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.82E-02	2.10E-02	3.93E-02	2.10E-02
201	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.18E-02	1.90E-02	0.05331795	1.90E-02
202	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.80E-02	2.20E-02	6.94E-02	2.20E-02
203	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.98E-02	1.60E-02	7.99E-02	1.40E-02
204	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.10E-01	0	-1.10E-01
205	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.51E-03	1.30E-02	9.65E-03	1.30E-02
206	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.39E-02	2.00E-02	0.023923863	2.00E-02
207	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.93E-02	2.10E-02	3.93E-02	2.10E-02
208	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.32E-02	1.90E-02	0.05331795	1.90E-02
209	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.98E-02	2.30E-02	6.94E-02	2.20E-02
210	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.19E-02	1.70E-02	7.99E-02	1.40E-02
211	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.13E-01	0	-1.10E-01
212	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.76E-03	1.30E-02	9.65E-03	1.30E-02
213	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.45E-02	2.00E-02	0.023923863	2.00E-02
214	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	2.20E-02	3.93E-02	2.10E-02
215	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.46E-02	2.00E-02	0.05331795	1.90E-02
216	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.17E-02	2.30E-02	6.94E-02	2.20E-02
217	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.40E-02	1.70E-02	7.99E-02	1.40E-02
218	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.15E-01	0	-1.10E-01
219	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.00E-02	1.40E-02	9.65E-03	1.30E-02
220	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.52E-02	2.10E-02	0.023923863	2.00E-02
221	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	2.20E-02	3.93E-02	2.10E-02
222	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.60E-02	2.00E-02	0.05331795	1.90E-02
223	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.35E-02	2.40E-02	6.94E-02	2.20E-02
224	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.61E-02	1.70E-02	7.99E-02	1.40E-02
225	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.18E-01	0	-1.10E-01
226	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.03E-02	1.40E-02	9.65E-03	1.30E-02
227	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.58E-02	2.10E-02	0.023923863	2.00E-02
228	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	2.30E-02	3.93E-02	2.10E-02
229	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.057379552	2.10E-02	0.05331795	1.90E-02
230	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.53E-02	2.50E-02	6.94E-02	2.20E-02
231	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.82E-02	1.80E-02	7.99E-02	1.40E-02
232	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.21E-01	0	-1.10E-01
233	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.05E-02	1.40E-02	9.65E-03	1.30E-02
234	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.64E-02	2.20E-02	0.023923863	2.00E-02
235	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.34E-02	2.30E-02	3.93E-02	2.10E-02
236	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.88E-02	2.10E-02	0.05331795	1.90E-02
237	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.71E-02	2.50E-02	6.94E-02	2.20E-02
238	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.09034245	1.80E-02	7.99E-02	1.40E-02
239	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.24E-01	0	-1.10E-01
240	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.08E-02	1.50E-02	9.65E-03	1.30E-02
241	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.70E-02	2.20E-02	0.023923863	2.00E-02
242	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	2.40E-02	3.93E-02	2.10E-02
243	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-02	2.20E-02	0.05331795	1.90E-02
244	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.89E-02	2.60E-02	6.94E-02	2.20E-02
245	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.092460537	1.90E-02	7.99E-02	1.40E-02
246	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.27E-01	0	-1.10E-01
247	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.26E-03	1.30E-02	9.90E-03	1.40E-02
248	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.33E-02	1.90E-02	0.024550885	2.00E-02

ANEXO I

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
249	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.82E-02	2.10E-02	4.03E-02	2.20E-02
250	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.18E-02	1.90E-02	5.47E-02	2.00E-02
251	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.80E-02	2.20E-02	0.071195105	2.30E-02
252	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.98E-02	1.60E-02	8.20E-02	1.50E-02
253	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.10E-01	0	-1.13E-01
254	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.51E-03	1.30E-02	9.90E-03	1.40E-02
255	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.39E-02	2.00E-02	0.024550885	2.00E-02
256	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.93E-02	2.10E-02	4.03E-02	2.20E-02
257	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.32E-02	1.90E-02	5.47E-02	2.00E-02
258	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.98E-02	2.30E-02	0.071195105	2.30E-02
259	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.19E-02	1.70E-02	8.20E-02	1.50E-02
260	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.13E-01	0	-1.13E-01
261	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.76E-03	1.30E-02	9.90E-03	1.40E-02
262	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.45E-02	2.00E-02	0.024550885	2.00E-02
263	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	2.20E-02	4.03E-02	2.20E-02
264	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.46E-02	2.00E-02	5.47E-02	2.00E-02
265	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.17E-02	2.30E-02	0.071195105	2.30E-02
266	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.40E-02	1.70E-02	8.20E-02	1.50E-02
267	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.15E-01	0	-1.13E-01
268	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.00E-02	1.40E-02	9.90E-03	1.40E-02
269	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.52E-02	2.10E-02	0.024550885	2.00E-02
270	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	2.20E-02	4.03E-02	2.20E-02
271	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.60E-02	2.00E-02	5.47E-02	2.00E-02
272	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.35E-02	2.40E-02	0.071195105	2.30E-02
273	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.61E-02	1.70E-02	8.20E-02	1.50E-02
274	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.18E-01	0	-1.13E-01
275	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.03E-02	1.40E-02	9.90E-03	1.40E-02
276	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.58E-02	2.10E-02	0.024550885	2.00E-02
277	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	2.30E-02	4.03E-02	2.20E-02
278	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.057379552	2.10E-02	5.47E-02	2.00E-02
279	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.53E-02	2.50E-02	0.071195105	2.30E-02
280	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.82E-02	1.80E-02	8.20E-02	1.50E-02
281	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.21E-01	0	-1.13E-01
282	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.05E-02	1.40E-02	9.90E-03	1.40E-02
283	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.64E-02	2.20E-02	0.024550885	2.00E-02
284	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.34E-02	2.30E-02	4.03E-02	2.20E-02
285	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.88E-02	2.10E-02	5.47E-02	2.00E-02
286	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.71E-02	2.50E-02	0.071195105	2.30E-02
287	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.09034245	1.80E-02	8.20E-02	1.50E-02
288	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.24E-01	0	-1.13E-01
289	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.08E-02	1.50E-02	9.90E-03	1.40E-02
290	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.70E-02	2.20E-02	0.024550885	2.00E-02
291	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	2.40E-02	4.03E-02	2.20E-02
292	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-02	2.20E-02	5.47E-02	2.00E-02
293	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.89E-02	2.60E-02	0.071195105	2.30E-02
294	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.092460537	1.90E-02	8.20E-02	1.50E-02
295	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.27E-01	0	-1.13E-01
296	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.26E-03	1.30E-02	0.010149492	1.40E-02
297	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.33E-02	1.90E-02	2.52E-02	2.10E-02
298	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.82E-02	2.10E-02	4.13E-02	2.20E-02
299	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.18E-02	1.90E-02	5.61E-02	2.00E-02
300	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.80E-02	2.20E-02	7.30E-02	2.30E-02
301	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.98E-02	1.60E-02	8.42E-02	1.50E-02
302	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.10E-01	0	-1.16E-01
303	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.51E-03	1.30E-02	0.010149492	1.40E-02
304	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.39E-02	2.00E-02	2.52E-02	2.10E-02
305	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.93E-02	2.10E-02	4.13E-02	2.20E-02
306	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.32E-02	1.90E-02	5.61E-02	2.00E-02
307	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.98E-02	2.30E-02	7.30E-02	2.30E-02
308	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.19E-02	1.70E-02	8.42E-02	1.50E-02
309	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.13E-01	0	-1.16E-01
310	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.76E-03	1.30E-02	0.010149492	1.40E-02

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
311	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.45E-02	2.00E-02	2.52E-02	2.10E-02
312	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.03E-02	2.20E-02	4.13E-02	2.20E-02
313	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.46E-02	2.00E-02	5.61E-02	2.00E-02
314	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.17E-02	2.30E-02	7.30E-02	2.30E-02
315	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.40E-02	1.70E-02	8.42E-02	1.50E-02
316	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.15E-01	0	-1.16E-01
317	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.00E-02	1.40E-02	0.010149492	1.40E-02
318	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.52E-02	2.10E-02	2.52E-02	2.10E-02
319	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.13E-02	2.20E-02	4.13E-02	2.20E-02
320	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.60E-02	2.00E-02	5.61E-02	2.00E-02
321	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.35E-02	2.40E-02	7.30E-02	2.30E-02
322	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.61E-02	1.70E-02	8.42E-02	1.50E-02
323	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.18E-01	0	-1.16E-01
324	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.03E-02	1.40E-02	0.010149492	1.40E-02
325	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.58E-02	2.10E-02	2.52E-02	2.10E-02
326	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.23E-02	2.30E-02	4.13E-02	2.20E-02
327	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.057379552	2.10E-02	5.61E-02	2.00E-02
328	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.53E-02	2.50E-02	7.30E-02	2.30E-02
329	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.82E-02	1.80E-02	8.42E-02	1.50E-02
330	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.21E-01	0	-1.16E-01
331	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.05E-02	1.40E-02	0.010149492	1.40E-02
332	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.64E-02	2.20E-02	2.52E-02	2.10E-02
333	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.34E-02	2.30E-02	4.13E-02	2.20E-02
334	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.88E-02	2.10E-02	5.61E-02	2.00E-02
335	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.71E-02	2.50E-02	7.30E-02	2.30E-02
336	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.09034245	1.80E-02	8.42E-02	1.50E-02
337	ENVOLVENTE	Combination	Max	0	-1.24E-01	0	-1.16E-01
338	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.08E-02	1.50E-02	0.010149492	1.40E-02
339	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.70E-02	2.20E-02	2.52E-02	2.10E-02
340	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.44E-02	2.40E-02	4.13E-02	2.20E-02
341	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.02E-02	2.20E-02	5.61E-02	2.00E-02
342	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.89E-02	2.60E-02	7.30E-02	2.30E-02
343	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.092460537	1.90E-02	8.42E-02	1.50E-02
344	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.39E-03	-1.14E-01	8.64E-03	-1.04E-01
345	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.39E-03	0.00E+00	8.89E-03	0.00E+00
346	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.39E-03	0.00E+00	9.14E-03	0.00E+00
347	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.39E-03	0.00E+00	9.39E-03	0.00E+00
348	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.39E-03	0.00E+00	9.65E-03	0.00E+00
349	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.39E-03	0.00E+00	9.90E-03	0.00E+00
350	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.39E-03	0.00E+00	0.010149492	0.00E+00
352	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.67E-02	1.06E-01	7.84E-02	9.40E-02
358	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.40E-02	-1.70E-02	6.81E-02	-1.40E-02
359	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.64E-02	-2.40E-02	5.23E-02	-2.20E-02
360	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.16E-02	-2.00E-02	3.86E-02	-1.90E-02
361	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.02535704	-2.20E-02	2.35E-02	-2.10E-02
362	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.010091779	-2.10E-02	9.47E-03	-1.90E-02
386	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.64E-03	-1.00E-03	8.64E-03	-1.00E-03
387	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.64E-03	0.00E+00	8.89E-03	0.00E+00
388	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.64E-03	0.00E+00	9.14E-03	0.00E+00
389	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.64E-03	0.00E+00	9.39E-03	0.00E+00
390	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.64E-03	0.00E+00	9.65E-03	0.00E+00
391	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.64E-03	0.00E+00	9.90E-03	0.00E+00
392	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.64E-03	0.00E+00	0.010149492	0.00E+00
393	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.89E-03	0.00E+00	8.64E-03	-2.00E-03
394	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.89E-03	0.00E+00	8.89E-03	0.00E+00
395	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.89E-03	0.00E+00	9.14E-03	0.00E+00
396	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.89E-03	0.00E+00	9.39E-03	0.00E+00
397	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.89E-03	0.00E+00	9.65E-03	0.00E+00
398	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.89E-03	0.00E+00	9.90E-03	0.00E+00
399	ENVOLVENTE	Combination	Max	9.89E-03	0.00E+00	0.010149492	0.00E+00
400	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.01E-02	0.00E+00	8.64E-03	-2.00E-03
401	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.01E-02	0.00E+00	8.89E-03	0.00E+00

ANEXO I

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
402	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.01E-02	0.00E+00	9.14E-03	0.00E+00
403	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.01E-02	0.00E+00	9.39E-03	0.00E+00
404	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.01E-02	0.00E+00	9.65E-03	0.00E+00
405	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.01E-02	0.00E+00	9.90E-03	0.00E+00
406	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.01E-02	0.00E+00	0.010149492	0.00E+00
407	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.04E-02	0.00E+00	8.64E-03	-2.00E-03
408	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.04E-02	0.00E+00	8.89E-03	0.00E+00
409	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.04E-02	0.00E+00	9.14E-03	0.00E+00
410	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.04E-02	0.00E+00	9.39E-03	0.00E+00
411	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.04E-02	0.00E+00	9.65E-03	0.00E+00
412	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.04E-02	0.00E+00	9.90E-03	0.00E+00
413	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.04E-02	0.00E+00	0.010149492	0.00E+00
414	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.06E-02	0.00E+00	8.64E-03	-2.00E-03
415	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.06E-02	0.00E+00	8.89E-03	0.00E+00
416	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.06E-02	0.00E+00	9.14E-03	0.00E+00
417	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.06E-02	0.00E+00	9.39E-03	0.00E+00
418	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.06E-02	0.00E+00	9.65E-03	0.00E+00
419	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.06E-02	0.00E+00	9.90E-03	0.00E+00
420	ENVOLVENTE	Combination	Max	1.06E-02	0.00E+00	0.010149492	0.00E+00
421	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.36E-02	1.80E-02	2.14E-02	1.50E-02
422	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.36E-02	0.00E+00	2.20E-02	1.00E-03
423	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.36E-02	0.00E+00	2.27E-02	1.00E-03
424	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.36E-02	0.00E+00	2.33E-02	1.00E-03
425	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.36E-02	0.00E+00	0.023923863	1.00E-03
426	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.36E-02	0.00E+00	0.024550885	1.00E-03
427	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.36E-02	0.00E+00	2.52E-02	1.00E-03
428	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.42E-02	1.00E-03	2.14E-02	-5.00E-03
429	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.42E-02	0.00E+00	2.20E-02	1.00E-03
430	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.42E-02	0.00E+00	2.27E-02	1.00E-03
431	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.42E-02	0.00E+00	2.33E-02	1.00E-03
432	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.42E-02	0.00E+00	0.023923863	1.00E-03
433	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.42E-02	0.00E+00	0.024550885	1.00E-03
434	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.42E-02	0.00E+00	2.52E-02	1.00E-03
435	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.49E-02	1.00E-03	2.14E-02	-5.00E-03
436	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.49E-02	0.00E+00	2.20E-02	1.00E-03
437	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.49E-02	0.00E+00	2.27E-02	1.00E-03
438	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.49E-02	0.00E+00	2.33E-02	1.00E-03
439	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.49E-02	0.00E+00	0.023923863	1.00E-03
440	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.49E-02	0.00E+00	0.024550885	1.00E-03
441	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.49E-02	0.00E+00	2.52E-02	1.00E-03
442	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.55E-02	1.00E-03	2.14E-02	-5.00E-03
443	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.55E-02	0.00E+00	2.20E-02	1.00E-03
444	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.55E-02	0.00E+00	2.27E-02	1.00E-03
445	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.55E-02	0.00E+00	2.33E-02	1.00E-03
446	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.55E-02	0.00E+00	0.023923863	1.00E-03
447	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.55E-02	0.00E+00	0.024550885	1.00E-03
448	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.55E-02	0.00E+00	2.52E-02	1.00E-03
449	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.61E-02	1.00E-03	2.14E-02	-5.00E-03
450	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.61E-02	0.00E+00	2.20E-02	1.00E-03
451	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.61E-02	0.00E+00	2.27E-02	1.00E-03
452	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.61E-02	0.00E+00	2.33E-02	1.00E-03
453	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.61E-02	0.00E+00	0.023923863	1.00E-03
454	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.61E-02	0.00E+00	0.024550885	1.00E-03
455	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.61E-02	0.00E+00	2.52E-02	1.00E-03
456	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.67E-02	1.00E-03	2.14E-02	-5.00E-03
457	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.67E-02	0.00E+00	2.20E-02	1.00E-03
458	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.67E-02	0.00E+00	2.27E-02	1.00E-03
459	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.67E-02	0.00E+00	2.33E-02	1.00E-03
460	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.67E-02	0.00E+00	0.023923863	1.00E-03
461	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.67E-02	0.00E+00	0.024550885	1.00E-03
462	ENVOLVENTE	Combination	Max	2.67E-02	0.00E+00	2.52E-02	1.00E-03
463	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.038739365	1.70E-02	3.52E-02	1.40E-02

ANEXO I

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
464	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.038739365	0.00E+00	3.62E-02	1.00E-03
465	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.038739365	0.00E+00	3.72E-02	1.00E-03
466	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.038739365	0.00E+00	3.82E-02	1.00E-03
467	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.038739365	0.00E+00	3.93E-02	1.00E-03
468	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.038739365	0.00E+00	4.03E-02	1.00E-03
469	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.038739365	0.00E+00	4.13E-02	1.00E-03
470	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.98E-02	1.00E-03	3.52E-02	-8.00E-03
471	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.98E-02	0.00E+00	3.62E-02	1.00E-03
472	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.98E-02	0.00E+00	3.72E-02	1.00E-03
473	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.98E-02	0.00E+00	3.82E-02	1.00E-03
474	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.98E-02	0.00E+00	3.93E-02	1.00E-03
475	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.98E-02	0.00E+00	4.03E-02	1.00E-03
476	ENVOLVENTE	Combination	Max	3.98E-02	0.00E+00	4.13E-02	1.00E-03
477	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	1.00E-03	3.52E-02	-8.00E-03
478	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	0.00E+00	3.62E-02	1.00E-03
479	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	0.00E+00	3.72E-02	1.00E-03
480	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	0.00E+00	3.82E-02	1.00E-03
481	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	0.00E+00	3.93E-02	1.00E-03
482	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	0.00E+00	4.03E-02	1.00E-03
483	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.08E-02	0.00E+00	4.13E-02	1.00E-03
484	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.04182457	1.00E-03	3.52E-02	-8.00E-03
485	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.04182457	0.00E+00	3.62E-02	1.00E-03
486	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.04182457	0.00E+00	3.72E-02	1.00E-03
487	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.04182457	0.00E+00	3.82E-02	1.00E-03
488	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.04182457	0.00E+00	3.93E-02	1.00E-03
489	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.04182457	0.00E+00	4.03E-02	1.00E-03
490	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.04182457	0.00E+00	4.13E-02	1.00E-03
491	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.29E-02	1.00E-03	3.57E-02	-8.00E-03
492	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.29E-02	0.00E+00	3.62E-02	1.00E-03
493	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.29E-02	0.00E+00	3.72E-02	1.00E-03
494	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.29E-02	0.00E+00	3.82E-02	1.00E-03
495	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.29E-02	0.00E+00	3.93E-02	1.00E-03
496	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.29E-02	0.00E+00	4.03E-02	1.00E-03
497	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.29E-02	0.00E+00	4.13E-02	1.00E-03
498	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	1.00E-03	3.52E-02	-8.00E-03
499	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	0.00E+00	3.62E-02	1.00E-03
500	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	0.00E+00	3.72E-02	1.00E-03
501	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	0.00E+00	3.82E-02	1.00E-03
502	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	0.00E+00	3.93E-02	1.00E-03
503	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	0.00E+00	4.03E-02	1.00E-03
504	ENVOLVENTE	Combination	Max	4.39E-02	0.00E+00	4.13E-02	1.00E-03
505	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.25E-02	1.20E-02	4.77E-02	9.00E-03
506	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.25E-02	0.00E+00	4.91E-02	2.00E-03
507	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.25E-02	0.00E+00	5.05E-02	2.00E-03
508	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.25E-02	0.00E+00	5.19E-02	2.00E-03
509	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.25E-02	0.00E+00	0.05331795	2.00E-03
510	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.25E-02	0.00E+00	5.47E-02	2.00E-03
511	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.25E-02	0.00E+00	5.61E-02	2.00E-03
512	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.39E-02	2.00E-03	4.77E-02	-1.20E-02
513	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.39E-02	0.00E+00	4.91E-02	2.00E-03
514	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.39E-02	0.00E+00	5.05E-02	2.00E-03
515	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.39E-02	0.00E+00	5.19E-02	2.00E-03
516	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.39E-02	0.00E+00	0.05331795	2.00E-03
517	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.39E-02	0.00E+00	5.47E-02	2.00E-03
518	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.39E-02	0.00E+00	5.61E-02	2.00E-03
519	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.53E-02	2.00E-03	4.77E-02	-1.20E-02
520	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.53E-02	0.00E+00	4.91E-02	2.00E-03
521	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.53E-02	0.00E+00	5.05E-02	2.00E-03
522	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.53E-02	0.00E+00	5.19E-02	2.00E-03
523	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.53E-02	0.00E+00	0.05331795	2.00E-03
524	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.53E-02	0.00E+00	5.47E-02	2.00E-03
525	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.53E-02	0.00E+00	5.61E-02	2.00E-03

ANEXO I

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
526	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.67E-02	2.00E-03	4.77E-02	-1.20E-02
527	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.67E-02	0.00E+00	4.91E-02	2.00E-03
528	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.67E-02	0.00E+00	5.05E-02	2.00E-03
529	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.67E-02	0.00E+00	5.19E-02	2.00E-03
530	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.67E-02	0.00E+00	0.05331795	2.00E-03
531	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.67E-02	0.00E+00	5.47E-02	2.00E-03
532	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.67E-02	0.00E+00	5.61E-02	2.00E-03
533	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.81E-02	2.00E-03	4.77E-02	-1.20E-02
534	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.81E-02	0.00E+00	4.91E-02	2.00E-03
535	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.81E-02	0.00E+00	5.05E-02	2.00E-03
536	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.81E-02	0.00E+00	5.19E-02	2.00E-03
537	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.81E-02	0.00E+00	0.05331795	2.00E-03
538	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.81E-02	0.00E+00	5.47E-02	2.00E-03
539	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.81E-02	0.00E+00	5.61E-02	2.00E-03
540	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.95E-02	2.00E-03	4.77E-02	-1.20E-02
541	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.95E-02	0.00E+00	4.91E-02	2.00E-03
542	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.95E-02	0.00E+00	5.05E-02	2.00E-03
543	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.95E-02	0.00E+00	5.19E-02	2.00E-03
544	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.95E-02	0.00E+00	0.05331795	2.00E-03
545	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.95E-02	0.00E+00	5.47E-02	2.00E-03
546	ENVOLVENTE	Combination	Max	5.95E-02	0.00E+00	5.61E-02	2.00E-03
547	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.89E-02	1.30E-02	6.21E-02	8.00E-03
548	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.89E-02	0.00E+00	0.063902341	3.00E-03
549	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.89E-02	0.00E+00	6.57E-02	3.00E-03
550	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.89E-02	0.00E+00	0.067548723	3.00E-03
551	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.89E-02	0.00E+00	6.94E-02	3.00E-03
552	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.89E-02	0.00E+00	0.071195105	3.00E-03
553	ENVOLVENTE	Combination	Max	6.89E-02	0.00E+00	7.30E-02	3.00E-03
554	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.070743281	3.00E-03	6.21E-02	-1.50E-02
555	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.070743281	0.00E+00	0.063902341	3.00E-03
556	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.070743281	0.00E+00	6.57E-02	3.00E-03
557	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.070743281	0.00E+00	0.067548723	3.00E-03
558	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.070743281	0.00E+00	6.94E-02	3.00E-03
559	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.070743281	0.00E+00	0.071195105	3.00E-03
560	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.070743281	0.00E+00	7.30E-02	3.00E-03
561	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.26E-02	3.00E-03	6.21E-02	-1.50E-02
562	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.26E-02	0.00E+00	0.063902341	3.00E-03
563	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.26E-02	0.00E+00	6.57E-02	3.00E-03
564	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.26E-02	0.00E+00	0.067548723	3.00E-03
565	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.26E-02	0.00E+00	6.94E-02	3.00E-03
566	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.26E-02	0.00E+00	0.071195105	3.00E-03
567	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.26E-02	0.00E+00	7.30E-02	3.00E-03
568	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.44E-02	3.00E-03	6.21E-02	-1.50E-02
569	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.44E-02	0.00E+00	0.063902341	3.00E-03
570	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.44E-02	0.00E+00	6.57E-02	3.00E-03
571	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.44E-02	0.00E+00	0.067548723	3.00E-03
572	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.44E-02	0.00E+00	6.94E-02	3.00E-03
573	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.44E-02	0.00E+00	0.071195105	3.00E-03
574	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.44E-02	0.00E+00	7.30E-02	3.00E-03
575	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.62E-02	3.00E-03	6.21E-02	-1.50E-02
576	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.62E-02	0.00E+00	0.063902341	3.00E-03
577	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.62E-02	0.00E+00	6.57E-02	3.00E-03
578	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.62E-02	0.00E+00	0.067548723	3.00E-03
579	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.62E-02	0.00E+00	6.94E-02	3.00E-03
580	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.62E-02	0.00E+00	0.071195105	3.00E-03
581	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.62E-02	0.00E+00	7.30E-02	3.00E-03
582	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.80E-02	3.00E-03	6.21E-02	-1.50E-02
583	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.80E-02	0.00E+00	0.063902341	3.00E-03
584	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.80E-02	0.00E+00	6.57E-02	3.00E-03
585	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.80E-02	0.00E+00	0.067548723	3.00E-03
586	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.80E-02	0.00E+00	6.94E-02	3.00E-03
587	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.80E-02	0.00E+00	0.071195105	3.00E-03

ANEXO I

TABLE: Joint Displacements							
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	DERIVAS EJE X	U2	DERIVAS EJE Y
588	ENVOLVENTE	Combination	Max	7.80E-02	0.00E+00	7.30E-02	3.00E-03
589	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.08E-02	4.00E-03	7.14E-02	-2.00E-03
590	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.08E-02	0.00E+00	7.36E-02	3.00E-03
591	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.08E-02	0.00E+00	7.57E-02	3.00E-03
592	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.08E-02	0.00E+00	7.78E-02	3.00E-03
593	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.08E-02	0.00E+00	7.99E-02	3.00E-03
594	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.08E-02	0.00E+00	8.20E-02	3.00E-03
595	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.08E-02	0.00E+00	8.42E-02	3.00E-03
596	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.29E-02	3.00E-03	7.14E-02	-1.70E-02
597	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.29E-02	0.00E+00	7.36E-02	3.00E-03
598	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.29E-02	0.00E+00	7.57E-02	3.00E-03
599	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.29E-02	0.00E+00	7.78E-02	3.00E-03
600	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.29E-02	0.00E+00	7.99E-02	3.00E-03
601	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.29E-02	0.00E+00	8.20E-02	3.00E-03
602	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.29E-02	0.00E+00	8.42E-02	3.00E-03
603	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.50E-02	3.00E-03	7.14E-02	-1.70E-02
604	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.50E-02	0.00E+00	7.36E-02	3.00E-03
605	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.50E-02	0.00E+00	7.57E-02	3.00E-03
606	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.50E-02	0.00E+00	7.78E-02	3.00E-03
607	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.50E-02	0.00E+00	7.99E-02	3.00E-03
608	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.50E-02	0.00E+00	8.20E-02	3.00E-03
609	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.50E-02	0.00E+00	8.42E-02	3.00E-03
610	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.72E-02	3.00E-03	7.14E-02	-1.70E-02
611	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.72E-02	0.00E+00	7.36E-02	3.00E-03
612	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.72E-02	0.00E+00	7.57E-02	3.00E-03
613	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.72E-02	0.00E+00	7.78E-02	3.00E-03
614	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.72E-02	0.00E+00	7.99E-02	3.00E-03
615	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.72E-02	0.00E+00	8.20E-02	3.00E-03
616	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.72E-02	0.00E+00	8.42E-02	3.00E-03
617	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.93E-02	3.00E-03	7.14E-02	-1.70E-02
618	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.93E-02	0.00E+00	7.36E-02	3.00E-03
619	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.93E-02	0.00E+00	7.57E-02	3.00E-03
620	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.93E-02	0.00E+00	7.78E-02	3.00E-03
621	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.93E-02	0.00E+00	7.99E-02	3.00E-03
622	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.93E-02	0.00E+00	8.20E-02	3.00E-03
623	ENVOLVENTE	Combination	Max	8.93E-02	0.00E+00	8.42E-02	3.00E-03
624	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.091401494	3.00E-03	7.14E-02	-1.70E-02
625	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.091401494	0.00E+00	7.36E-02	3.00E-03
626	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.091401494	0.00E+00	7.57E-02	3.00E-03
627	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.091401494	0.00E+00	7.78E-02	3.00E-03
628	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.091401494	0.00E+00	7.99E-02	3.00E-03
629	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.091401494	0.00E+00	8.20E-02	3.00E-03
630	ENVOLVENTE	Combination	Max	0.091401494	0.00E+00	8.42E-02	3.00E-03

ANEXO J - TABLA XIII

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: UNIDAD: Kg

DETALLE: Acero de refuerzo

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
				SUBTOTAL M	-

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
				SUBTOTAL N	-

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200Kg/cm²-Precio de la Camara de la Construcción	Kg	1.00	0.7932	0.79
			SUBTOTAL O	**0.79**

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B
			SUBTOTAL P	-

Total del Costo Directo X = (M+N+O+P)		0.79
Indirectos y Utilidades %	0.00%	-
Otros Indirectos %	0.00%	-
Costo Total del Rubro		0.79
Valor Ofertado		**0.79**

ANEXO J - TABLA XIV

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: UNIDAD: m3

DETALLE: Hormigón f'c= 300Kg/cm2

Equipo

Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
				SUBTOTAL M	-

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
				SUBTOTAL N	-

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
		A	B	C=A*B
Cemento tipo 1-Precio de la Camara de la Construccion	Kg	325.45	0.1212	39.44
Arena-Precio de la Camara de la Construccion	kg	828.70	0.0077	6.38
Agregado **Grueso**-Precio de la Camara de la Construccion	kg	939.25	0.0068	6.35
Agua-Precio de la Camara de la Construccion-Interagua	kg	195.45	0.0108	2.11
			SUBTOTAL O	54.28

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C=A*B
			SUBTOTAL P	-

Total del Costo Directo X = (M+N+O+P)		54.28
Indirectos y Utilidades %	0.00%	-
Otros indirectos %	0.00%	-
Costo Total del Rubro		54.28
Valor Ofertado		**54.28**

ANEXO J - TABLA XV

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: UNIDAD: m3

DETALLE: Hormigón f'c= 350Kg/cm2

Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
				SUBTOTAL M	-

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
				SUBTOTAL N	-

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
		A	B	C=A*B
Cemento tipo 1-Precio de la Camara de la Construcción	Kg	372 92	0 1212	45 20
Arena-Precio de la Camara de la Construccion	kg	793.60	0.0077	6 11
Agregado Grueso-Precio de la Camara de la Construcción	kg	939 25	0.0068	6 35
Agua-Precio de la Camara de la Construccion-Interagua	kg	194 16	0 0108	2 10
			SUBTOTAL O	59.76

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C=A*B
			SUBTOTAL P	-

Total del Costo Directo X = (M+N+O+P)		59 76
Indirectos y Utilidades %	0 00%	-
Otros Indirectos %	0 00%	-
Costo Total del Rubro		59.76
Valor Ofertado		**59.76**

ANEXO J - TABLA XVI

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: UNIDAD: m3

DETALLE: Hormigón f'c= 735Kg/cm2-Básica

Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
				SUBTOTAL M	-

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
				SUBTOTAL N	-

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
		A	B	C=A*B
Cemento tipo 1-Precio de la Camara de la Construccion	Kg	693.431	0.1212	84.04
Humo de silice-Precio de Sika	Kg	0.000	2.0533	-
Arena-Precio de la Camara de la Construcción	kg	565.706	0,0077	4.36
Agregado Grueso-Precio de la Camara de la Construccion	kg	1,016.713	0.0068	6.88
Aqua-Precio de la Camara de la Construcción-Interagua	kg	168.000	0.0108	1.81
Superplastificante-	Kg	3.597	0.36	1.31
			SUBTOTAL O	98.40

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C=A*B
			SUBTOTAL P	-

Total del Costo Directo X = (M+N+O+P)		98.40
Indirectos y Utilidades %	0.00%	-
Otros Indirectos %	0,00%	-
Costo Total del Rubro		98.40
Valor Ofertado		**98.40**