

300615
16
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**"ANALISIS Y DISEÑO DE ARMADURAS, AL MENOR COSTO,
UTILIZANDO PERFILES DE ACERO COMERCIALES, MEDIANTE
UN PROGRAMA DE COMPUTADORA."**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A
GUILLERMO ROCHA NUÑEZ

Asesor de Tesis:
M. en I. FRANCISCO JAVIER RIBE MARTINEZ DE VELAZCO

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I. ACERO ESTRUCTURAL	
Cómo se hace	4
Propiedades del acero	4
Curva esfuerzo - deformación	5
Límite de proporcionalidad	6
Esfuerzo de fluencia	6
Módulo de elasticidad	7
Perfiles de acero estructural comercial	8
Fabricantes de perfiles	9
Tipos de perfiles	9
CAPITULO II. ANALISIS ESTRUCTURAL	
Fundamentos de análisis estructural	11
Inestabilidad y pandeo	13
Tipos de cargas	16
Deformación unitaria	17
Método de rigideces	19
Análisis estructural matricial	20
Método de rigideces (Matricial)	20
CAPITULO III. DISEÑO ESTRUCTURAL	
Fundamentos de diseño estructural	25
Método de diseño plástico o	
Resistencia última	26

Resistencia a tensión	26
Resistencia a compresión	27

CAPITULO IV. ARMADURAS

Consideraciones	29
Análisis	30
Diseño	30

CAPITULO V. SISTEMA DE COMPUTADORA

Antecedentes	31
Manejo de los programas	32
Programa de perfiles de acero	33
Programa de datos de armaduras	35
Programa de solución	38

CAPITULO VI. CASOS PRACTICOS

Solución de una armadura plana	41
Consideraciones	41
Alternativas de solución	43
Solución de la armadura	43
Interpretación de resultados	43
Solución de una armadura espacial	45
Consideraciones	45
Alternativas de solución	47
Solución de la armadura	48
Interpretación de resultados	48

CONCLUSIONES

49

BIBLIOGRAFIA

50

APENDICE A

APENDICE B

INTRODUCCION

INTRODUCCION

México es un país en vías de desarrollo, y como tal necesita crecer, el Ingeniero Civil está detrás del desarrollo del país. Una forma de contribuir al crecimiento del país es optimizar las construcciones, sin perder de vista las características de una buena estructura, es decir, que sea resistente, que cumpla con los requerimientos de seguridad, que sea relativamente fácil de construir, que sea estética, que sea económica, etc.

El ingeniero como tal debe conocer y evaluar, desde el punto de vista técnico, diversas alternativas de solución para un problema, y dentro de éstas debe seleccionar la mejor.

Uno de los problemas que se presenta, es que por cuestiones de tiempo el Ingeniero no siempre puede evaluar diversas alternativas y por lo tanto no estamos escogiendo siempre la mejor solución.

El presente trabajo se enfoca a cuestiones de análisis y diseño de armaduras metálicas, se escogió el acero como material de trabajo debido a que éste es el que más se acerca a las hipótesis de diseño, porque sigue la ley de Hooke, hasta para esfuerzos relativamente altos.

Los momentos de inercia en los perfiles de acero son calculados con mucha precisión; además se pretende aprovechar la gran herramienta que es la computadora; esto es, desarrollar un sistema de computadora que permita el análisis y diseño de armaduras utilizando perfiles comerciales y que además nos permita saber cual es su costo.

La razón de utilizar perfiles comerciales es que sus propiedades físicas, mecánicas y su costo son conocidos; por lo que es posible aprovechar esta información para que mediante un sistema de computadora se analicen y revisen diversas alternativas de solución pero sin perder de vista el costo de la armadura; de tal forma que podamos optimizar nuestras armaduras y nuestros recursos.

El método de análisis que se va a utilizar es el método de rigideces (análisis elástico) y el método de diseño va a ser el método plástico o diseño al límite, ya que con este método se aprovechan las propiedades de ductilidad que tiene el acero y se pueden obtener secciones más esbeltas y por lo tanto más económicas.

En caso de que se quiera considerar un perfil de acero estructural que no sea comercial, se puede hacer sólo si se determinan sus propiedades físicas y mecánicas, así como su costo.

El sistema de computadora es una herramienta para que el Ingeniero Civil pueda analizar y evaluar todas las alternativas que proponga, en menor tiempo. Este sistema requiere del criterio del Ingeniero, para que las alternativas que se propongan sean factibles, y sean representativas de la realidad.

CAPITULO I

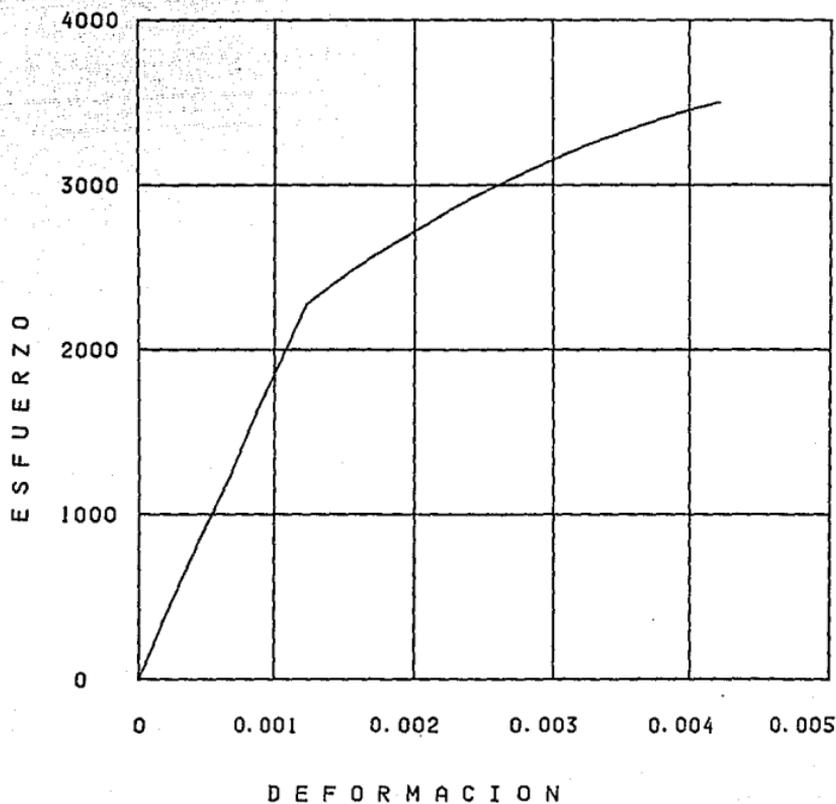
ACERO ESTRUCTURAL

CAPITULO I. ACERO ESTRUCTURAL

El acero es un compuesto que está formado básicamente de hierro y contiene pequeñas cantidades de carbono, sílice, manganeso, azufre y otros elementos. El elemento que más influencia tiene en el acero es el carbono; mientras más aumenta la cantidad de carbono, más aumenta la dureza y la resistencia del acero, pero también el acero se hace más quebradizo y más difícil de soldar, mientras que, si disminuimos la cantidad de carbono el acero se hace más dúctil y menos resistente, entonces lo que se busca es un acero muy resistente pero también muy dúctil. Otra cuestión que también afecta su resistencia es la cantidad de trabajo empleada para darle la forma de placas y perfiles, esto se puede llevar a cabo mediante trabajo en frío (rolado a temperatura ambiente) o por algún tratamiento de calor.

Las propiedades mecánicas de los aceros se determinan por medio de pruebas a tensión, de donde se obtiene la curva esfuerzo-deformación, la curva varía dependiendo de la velocidad de carga, el tipo de acero y la temperatura; de esta curva se derivan propiedades del acero como son: límite de proporcionalidad, esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad.

CURVA ESFUERZO-DEFORMACION IDEALIZADA PARA EL ACERO A-36



Límite de Proporcionalidad :

Es el mayor esfuerzo al que puede ser sometido el acero sin ser deformado permanentemente, es decir hasta donde tiene aplicación la ley de Hooke, que dice que las deformaciones son proporcionales a los esfuerzos que se le aplican.

Esfuerzo de Fluencia :

Una vez que se sigue incrementado el esfuerzo en el acero y se sobrepasa el límite de proporcionalidad, el acero empieza a trabajar en el rango inelástico, hasta el punto en que se le aplique un incremento de esfuerzo y tenga una deformación decisiva, es decir, el acero se sigue deformando sin incrementar el esfuerzo, a este esfuerzo se le llama esfuerzo de fluencia. En este punto la tangente de la curva es horizontal y el acero ya no recuperará su longitud original.

Para realizar un diseño con acero se requiere del esfuerzo de fluencia del material, esta información es proporcionada por los fabricantes de perfiles; en este trabajo se van a manejar 2 tipos de acero : el acero A-36 (36,000 psi) con límite de fluencia de 2530 kg/cm² y el acero A-441 (46,000 psi) con límite de fluencia de 3515 kg/cm².

Módulo de Elasticidad :

Es la relación entre esfuerzo y deformación; la ley de Hooke se expresa matemáticamente por la expresión:

$$\frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Deformación}} = \text{Constante}$$

En donde la constante se indica por E y se llama Módulo de Elasticidad. Así para esfuerzos dentro del límite de proporcionalidad podemos representar :

$$\frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Deformación}} = \text{Módulo de Elasticidad}$$

El módulo de elasticidad del acero estructural tiene un valor de 2,040,000 kg/cm².

El acero es un material dúctil, lo que le permite soportar deformaciones sin fallar, la ductibilidad del acero se usa como una reserva de resistencia, en este hecho se basa la teoría del diseño plástico o diseño al límite. En esta teoría se estiman las cargas de trabajo y se multiplican por ciertos factores y los miembros se diseñan basándose en su resistencia a la falla.

Otra propiedad del acero es la soldabilidad, la cual le permite realizar uniones con características de resistencia y continuidad metalúrgica.

Perfiles de acero estructural comerciales

El objetivo del presente trabajo es poder analizar y diseñar armaduras utilizando perfiles de acero comerciales. El motivo de esto es que el Ingeniero Civil pueda analizar diversas alternativas de construcción para un proyecto, sin que existan muchas complicaciones para obtener las propiedades físicas y mecánicas de las secciones que va a utilizar, así como el costo de las mismas. Para ello se recurrió al Manual de Construcción en Acero, de donde se obtuvieron las propiedades físicas y mecánicas de dichos perfiles y se almacenaron en una base de datos para posteriormente hacer referencia a ellos.

En la cuestión de los costos se están considerando los costos de los perfiles para el área metropolitana.

En México existen diversas compañías productoras de acero estructural. A continuación se presenta una lista de las principales de ellas, junto con una clave con la cual se va a identificar a cada una a lo largo del presente trabajo.

COMPANÍA	CLAVE
- ACEROS CORSA	AC
- ACEROS ECATEPEC	AE
- ALTOS HORNOS DE MEXICO	AH
- FUNDIDORA Y LAMINADORA ANAHUAC	FA
- FORMADOS PIRAMIDE	FP
- HYLSA	HY
- PRODUCTOS LAMINADOS	PL
- PRODUCTOS LAMINADOS DE MONTERREY	PM
- PRODUCTOS TUBULARES DE MONCLOVA	PT
- COMPANÍA SIDERURGICA DE GUADALAJARA	SG
- SIDERURGICA MEXICANA	SM

Estas compañías producen diversos perfiles; los tipos de perfiles que se van a manejar en este trabajo son :

PERFIL	CLAVE	FLUENCIA (kg/cm ²)
- Angulo de lados iguales	LI (APS)	2530
- Angulo de lados desiguales	LD (APS)	2530
- Perfil C estándar	CE (CPS)	2530
- Perfil I estándar	IE (IPS)	2530
- Perfil I rectangular	IR (IPR)	2530
- Perfil T rectangular	TR (TPR)	2530

(Perfil IR cortado a la mitad)

PERFIL	CLAVE	FLUENCIA (kg/cm ²)
- Tubo cuadrado o rectangular	OR (PTR)	2530
- Perfil C rolado en frío	CF (CPL2)	3515
- Perfil Z rolado en frío	ZF (ZPL2)	3515

CAPITULO II

ANALISIS ESTRUCTURAL

CAPITULO II. ANALISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural se basa en la condición de equilibrio de un cuerpo, ante un sistema de fuerzas; este equilibrio se logra al deformarse el cuerpo y al equilibrarse las fuerzas internas con las fuerzas externas. Las fuerzas externas realizan un trabajo que se transforma en energía de deformación y se acumula en el cuerpo, así cuando cesa la aplicación del sistema de fuerzas si el cuerpo recupera su forma inicial se dice que el cuerpo es perfectamente elástico.

Las estructuras se construyen uniendo o ensamblando diversos cuerpos, llamados miembros, de tal manera que la estructura desarrolle una función determinada. En muchas estructuras la principal función de dichos miembros es resistir las fuerzas externas, llamadas cargas, que le son aplicadas. Los miembros pueden tener otras funciones pero la principal condición que deben satisfacer es que resistan las cargas sin motivar que la estructura deje de trabajar satisfactoriamente.

Un miembro puede dejar de trabajar satisfactoriamente si :

- a) Se originan grandes fuerzas internas y el miembro no pueda mantener en equilibrio las cargas y falle.

b) Una deformación excesiva, que conduzca a la deformación permanente del miembro, aún cuando puedan aplicársele cargas mayores antes de que falle.

En base a esto, para tener una buena estructura, que trabaje satisfactoriamente debemos enfocarnos a :

- Determinar la relación entre las cargas que actúan en el miembro y los esfuerzos resultantes, sobre una sección transversal del mismo; esta fórmula contendrá las dimensiones de dicha sección.

- Determinar la relación entre las cargas que actúan en el miembro y la deformación o flecha del mismo; esta fórmula contendrá las dimensiones del miembro y también una característica que indique la rigidez del material de que está hecho.

Otra cuestión que también es importante determinar es la capacidad máxima de carga de un miembro, esto es importante sobre todo para miembros delgados, cuando éste trabaja a compresión, ya que presenta problemas de inestabilidad por pandeo, para ello hay que determinar cual es la carga crítica o de pandeo.

Inestabilidad y Pandeo

Los miembros sujetos a compresión pueden presentar inestabilidad y pandeo. La característica principal es que, las cargas axiales tienden a flexionarlo y puede presentar una deflexión lateral fuera del plano de cargas, cuando esto sucede se dice que el miembro se ha pandeado.

En pruebas que se han realizado a miembros sujetos a compresión, se muestra que la falla por esfuerzo normal P/A es muy por abajo del límite elástico del miembro (excepto para miembros cortos). Esto se debe a la tendencia al pandeo por flexión lateral, y dependiendo de sus características el miembro se puede volver inestable. Por esta razón se deben reducir los esfuerzos permisibles en relación al peligro de pandeo.

Mientras más largo es el miembro, mayor es su tendencia a pandearse y menor su capacidad de carga. La tendencia del miembro al pandeo esta en función de su relación de esbeltez que es la relación entre la longitud del miembro y su menor radio de giro.

Otros factores que intervienen en el pandeo son :

- Tipos de conexiones en los extremos

- Excentricidades en la aplicación de la carga
- Imperfecciones del material.

Existen diversos miembros sujetos a compresión, los más conocidos son : las columnas, las cuerdas superiores de las armaduras, los miembros de arriostramiento, etc.

En 1757 Leonard Euler desarrolló una fórmula teórica para calcular la carga crítica de pandeo en columnas, es decir, la carga antes de que se vuelva inestable. Esta fórmula tiene las siguientes consideraciones: es una columna esbelta, con los extremos articulados, homogénea, recta y cargada axialmente, también se considera que el material cumple con la ley de Hooke.

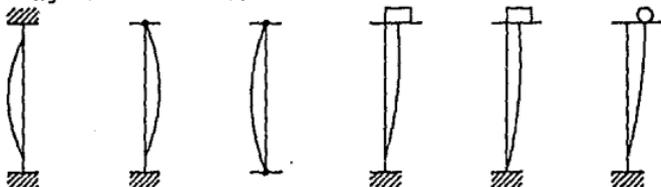
La fórmula es la siguiente :

$$P = \frac{\pi^2 E I}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

- Donde :
- P = Magnitud de la carga axial
 - A = Area transversal de la sección
 - E = Módulo de elasticidad del material
 - L = Longitud de la columna
 - r = Radio de giro (menor)
 - L/r = Se denomina relación de esbeltez

Esta fórmula sólo tiene validez cuando las condiciones de apoyo de sus extremos son consideradas apropiadamente. En la práctica los miembros sujetos a compresión no tienen extremos articulados, ya que los extremos están atornillados, remachados o soldados. Estas condiciones en los extremos le dan a los miembros diversos grados de restricción a la rotación, para poder aplicar la fórmula correctamente se debe tomar como longitud la longitud entre los puntos de inflexión (punto de momento nulo), a esta distancia se le denomina Longitud Efectiva o Longitud de Pandeo. En la práctica se emplea un factor (K) que depende de las condiciones en los extremos y con el cual se obtiene la longitud efectiva.

Longitudes Efectivas :



Valor teórico de K :

K = 0.5 K = 0.7 K = 1 K = 1 K = 2 K = 2

Valor recomendado para diseño :

K = 0.65 K = 0.8 K = 1.2 K = 1 K = 2.1 K = 2

-  Rotación y traslación fijas
-  Rotación libre y traslación fija
-  Rotación fija y traslación libre
-  Rotación y traslación libres

Tipos de Cargas

La reacción de un miembro a las cargas y su capacidad para soportarlas depende del tipo de ellas. Para ello las cargas se clasifican, en general, como sigue :

Carga Muerta- Esta sollicitación está formada por el peso propio de los elementos estructurales así como el de todos los acabados; en general todas aquellas cargas que van a actuar de manera permanente en la estructura.

Carga Viva- Son todas aquellas cargas gravitacionales que obran en una construcción y que a diferencia de las cargas muertas no tienen el carácter de permanente. Estas cargas son esencialmente variables ya que pueden ser el peso de personas que ocupan la construcción, muebles, equipo, máquinas, etc. Como se puede apreciar varían de magnitud y posición.

Carga Accidental- Son aquellas cargas que se desconoce cuando van a actuar y que magnitud tendrán; como puede ser una carga debida a un sismo o un viento muy fuerte, estas cargas se consideran un accidente en la vida de la estructura.

La capacidad de una estructura para soportar cargas se denomina **resistencia**, por lo que la resistencia real de una estructura debe ser mayor que la resistencia requerida. La relación entre la resistencia real y la resistencia requerida se denomina **factor de seguridad**.

$$\text{Factor de Seguridad} = \frac{\text{Resistencia Real}}{\text{Resistencia Requerida}}$$

El factor de seguridad de una estructura debe ser mayor que 1.0 y de acuerdo a las circunstancias puede ser hasta de 10.0.

Deformación Total y Unitaria

La deformación total de un miembro sujeto a una carga axial, se define como la variación total de su dimensión en la dirección considerada (d).

La deformación unitaria es la deformación por unidad de longitud en la dirección considerada (e) y se obtiene por la fórmula :

$$e = \frac{d}{L}$$

Si d es un aumento de longitud se llama alargamiento por tensión mientras que si es una disminución se dice que es un acortamiento por compresión.

Se supone que cumple con la ley de elasticidad lineal de Hooke, por lo tanto se tiene :

$$d = \frac{P L}{A E}$$

Donde :

- d = Deformación del miembro
- P = Carga axial
- L = Longitud del miembro
- A = Area transversal de la sección
- E = Módulo de elasticidad del material

Si despejamos P de la fórmula anterior se tiene :

$$P = \frac{A E}{L} d \qquad k = \frac{A E}{L}$$

El término $A E / L$ (k) se denomina rigidez axial del miembro y se considera que es igual a tensión y a compresión.

La rigidez (k) de un miembro cargado axialmente se define como la fuerza requerida para producir una deformación unitaria. Aquí podemos observar que un incremento en la longitud del miembro produce una disminución de la rigidez.

Método de Rigideces

El método rigideces para el análisis de estructuras estáticamente indeterminadas; considera los desplazamientos como magnitudes desconocidas por lo que el método también se denomina método de desplazamientos. Los desplazamientos desconocidos se obtienen al resolver ecuaciones de equilibrio que contienen coeficientes en la forma de rigideces (k). El método de rigideces es completamente general y puede emplearse para una gran diversidad de estructuras, sin embargo está limitado a estructuras que se comportan en forma lineal y elástica.

Aplicando el método de rigideces para la solución de armaduras se pueden calcular los desplazamientos de las articulaciones y las fuerzas axiales en las barras de la estructura. La base del método consiste en que los miembros de la estructura trabajan únicamente a tensión y a compresión y que la energía de deformación del sistema se determina por los desplazamientos de los nudos. Se suponen desplazamientos pequeños de las articulaciones, de manera que la deformación de un miembro es igual a la diferencia de las componentes axiales de los desplazamientos de sus extremos. En caso de deformaciones grandes las relaciones se transforman en no lineales.

Análisis Estructural Matricial

El uso del álgebra matricial en el análisis estructural se debe a que la notación matricial tiene la ventaja de presentar en forma compacta y precisa los desarrollos necesarios para dicho análisis, además las operaciones necesarias se pueden sistematizar con el uso de arreglos matriciales, esto se debe al auge que han tenido las computadoras y a su capacidad de almacenar datos y a que operan a altas velocidades. Los métodos matriciales se aplican cuando se analizan estructuras complejas de alto grado de hiperestaticidad, sobre todo las espaciales que son muy difíciles de considerar por métodos tradicionales.

Método de Rigideces (Matricial)

Existen diversos métodos matriciales para analizar estructuras, en este caso se va a utilizar el método de rigideces ya que es un método general y se pueden analizar estructuras sin importar el grado de hiperestaticidad.

Aplicando el método de rigideces se llega a una ecuación de la forma matricial :

$$\{ F \} = [K] \times \{ d \}$$

donde : (F) = Vector de Fuerzas
 [K] = Matriz de Rigidez
 (d) = Vector de Desplazamientos

Metodología

El primer paso para analizar la estructura es numerar los nudos y las barras; después se coloca la estructura sobre un sistema de ejes coordenados y se obtienen las coordenadas de los nudos; se obtienen las incidencias de los miembros, esto es, identificar para cada barra, cuál es el nudo inicial y cuál el nudo final; a partir de esto se puede obtener la longitud de cada miembro mediante el teorema de Pitágoras :

$$L = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

donde : L - Longitud del miembro
 (x₁, y₁, z₁) - Coordenadas del nudo inicial
 (x₂, y₂, z₂) - Coordenadas del nudo final

En el desarrollo del método de análisis se presenta el problema de la relación entre los ejes principales de las barras y el sistema general de ejes de referencia de la estructura. Para cada miembro se conocen el área transversal A, el módulo de elasticidad E, la longitud L y las coordenadas de los nudos de los extremos de las barras, estas coordenadas se dan en función de los ejes principales de referencia.

Para hacer coincidir los ejes de la barra con los ejes principales de referencia, se utilizan los cosenos directores de cada barra.

La siguiente fórmula se utiliza para obtener los cosenos directores de las barras.

$$U = \frac{(x_2 - x_1)}{L} \quad V = \frac{(y_2 - y_1)}{L} \quad W = \frac{(z_2 - z_1)}{L}$$

donde : U - Coseno director en la dirección X
 V - Coseno director en la dirección Y
 W - Coseno director en la dirección Z

Usando la fórmula de rigidez de cada barra en forma matricial obtenemos la matriz de rigidez de la estructura.

$$K = \begin{vmatrix} \frac{E}{L} \begin{matrix} x & A \\ i,j & i,j \end{matrix} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Aplicando algún método conocido, en base a los cosenos directores y a la rigidez axial de cada barra, se ensambla la matriz de rigideces.

Se aplica la ecuación de rigideces en forma matricial $\{ F \} = [K] \times \{ d \}$ y se resuelve el sistema de ecuaciones; así se obtienen los desplazamientos de los nudos, a partir de aquí se calcula la deformación axial de cada barra en base a la proyección los desplazamientos de los nudos inicial y final de la barra, después se multiplica la deformación de la barra por la rigidez axial de la barra y así se obtiene la fuerza axial en esa barra. $(N = K \times d)$

Para obtener las fuerzas en los apoyos se hace una sumatoria de fuerzas tomando en cuenta todas las barras que concurren en cada apoyo.

Cuando se desea obtener las fuerzas axiales en una armadura bajo diferentes sistemas de carga se utiliza la misma fórmula, sólo que se resuelve una matriz de fuerzas como sistemas de ecuaciones, y se obtiene una matriz de desplazamientos.

En notación matricial :

$$[d] = [K] \times [F]$$

Con esto obtenemos una matriz de desplazamientos, donde cada columna en la matriz de fuerzas corresponde a la misma columna en la matriz de desplazamientos, ya que la rigidez sólo depende de las propiedades de la estructura.

Una vez obtenidos los desplazamientos de los nudos, asociados a cada carga, se pueden calcular las fuerzas axiales en cada barra debidas a cada sistema de fuerzas y haciendo sumatoria de fuerzas de las barras que concurren en los apoyos se obtienen las reacciones en los apoyos para cada condición de carga.

CAPITULO III

DISEÑO ESTRUCTURAL

CAPITULO III. DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural consiste en dar forma a una estructura para que cumpla con una determinada función con un grado de seguridad razonable y que en condiciones normales de servicio tenga un comportamiento adecuado. Además deben cumplirse otros requisitos como : costo dentro de los límites económicos y la satisfacción de necesidades estéticas.

Los problemas de diseño no son problemas de solución única sino de solución razonable. La capacidad de una estructura para resistir cargas depende, en gran parte, de la resistencia a la rotura de los elementos que la integran.

Para determinar la resistencia a la rotura es necesario tomar en cuenta la forma en que se aplican las cargas ya que algunas estructuras son susceptibles de fallar ante fenómenos de impacto y fatiga. La forma de falla es también un aspecto importante, ya que se debe evitar una posible falla frágil, de manera que la estructura cuente con suficiente ductilidad para soportar situaciones no previstas durante el análisis sin que llegue a fallar.

Existen otros factores que también afectan la resistencia como son la inestabilidad y el volteo.

Existe riesgo de inestabilidad en estructuras muy esbeltas en la que se puede presentar el pandeo antes que se alcancen los esfuerzos de falla. Las normas técnicas complementarias toman muy en cuenta la relación de esbeltez para evitar una posible falla por inestabilidad.

Método Plástico o Resistencia Última

Las fuerzas axiales que se producen en los miembros, debido a las fuerzas externas, se determinan mediante un análisis elástico. Los elementos de la estructura se dimensionan de tal manera que su resistencia a las diversas cargas de trabajo sean iguales a las cargas multiplicadas por un factor de cargas (1.4 para carga gravitacional y 1.1 para efectos accidentales dependiendo del tipo de estructura).

Las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas (1987) establece que para calcular la resistencia de elementos estructurales de acero se utilicen las siguientes fórmulas :

- Miembros Sometidos a Tensión :

$$FR = 0.9$$

$$R_t = A \times F_y \times FR$$

donde :

- Rt - Resistencia a tensión (kg)
- A - Area transversal de la sección (cm²)
- Fy - Esfuerzo de fluencia (kg/cm²)
- FR - Factor de reducción.

- Miembros Sometidos a Compresión

En miembros sometidos a compresión la relación de esbeltez (KL / r) más desfavorable, no deberá exceder de 200.

Para miembros de sección transversal H , I o rectangular hueca :

$$R_c = \frac{F_y}{\left(1 + \frac{1}{2n}\right) - 0.15 \frac{1}{n}} \times A \times FR$$

$$l = \frac{K L}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \times E}}$$

donde :

- Rc - Resistencia a compresión (kg)
- A - Area transversal de la sección (cm²)
- Fy - Esfuerzo de fluencia (kg/cm²)
- FR - Factor de reducción. (FR = 0.9)
- E - Módulo de elasticidad
- K - Condiciones de apoyo
- L - Longitud de pandeo
- r - Radio de giro

Para miembros con sección transversal no incluida en las anteriores :

$$\frac{K L}{r_c} = \frac{6340}{\sqrt{F_y}}$$

Si $K L / r \Rightarrow K L / r_c$

$$R_c = \frac{20\,120\,000}{\left(\frac{K L}{r}\right)^2} \times A \times F_r$$

Si $K L / r < K L / r_c$

$$R_c = A \times F_y \times F_r \times \left(1 - \frac{\left(\frac{K L}{r}\right)^2}{2 \left(\frac{K L}{r_c}\right)^2} \right)$$

donde :

- Rc - Resistencia a compresión (kg)
- A - Area transversal de la sección (cm²)
- Fy - Esfuerzo de fluencia (kg/cm²)
- FR - Factor de reducción. (FR = 0.9)
- E - Módulo de elasticidad
- K - Condiciones de apoyo
- L - Longitud de pandeo
- r - Radio de giro

CAPITULO IV

ARMADURAS

CAPITULO IV.- ARMADURAS

Las Armaduras son estructuras cuyos miembros se consideran de sección constante y de eje recto; estos miembros se unen de tal manera que formen triángulos a fin de tener una estructura rígida capaz de resistir cargas; se supone que las uniones de la barras son articulaciones y que el sistema de cargas externo se aplica como un sistema de fuerzas en dichas articulaciones, no se considera el peso propio de las barras y se considera que tienen un comportamiento elástico-lineal. Debido a estas consideraciones las barras sólo se encuentran sujetas a fuerza axial en la longitud de la barra.

En la realidad las juntas están soldadas o remachadas por lo que tienen cierta rigidez, pero debido a las dimensiones de los miembros, las fuerzas normales calculadas son correctas y se denominan esfuerzos de primer orden, pero si se considera la flexión producida con nudos rígidos se obtienen los esfuerzos secundarios, que en general son mucho menores que los esfuerzos primarios.

La principal característica de las armaduras es la triangulación, ya que así se forman mecanismos que van transmitiendo las fuerzas hasta los apoyos. En cada nudo las fuerzas externas se mantienen en equilibrio con las fuerzas axiales de las barras que concurren en ese nudo.

La triangulación de la armadura asegura la rigidez de la estructura y que las deformaciones sean pequeñas.

Mediante la combinación de armaduras planas se obtienen armaduras espaciales en las que los elementos están orientados en más de dos direcciones, ambos tipos de armaduras se pueden analizar por el método de rigideces.

Debido a las fuerzas axiales que se desarrollan, es muy importante el efecto del pandeo en los miembros sometidos a compresión. Las Normas Técnicas Complementarias para Estructuras Metálicas (1987) establece que la relación de esbeltez (KL / r) no podrá ser mayor de 200.

En los miembros sometidos a tensión, una excesiva flexibilidad produce vibraciones excesivas y desplazamientos no recomendables, principalmente durante el montaje.

El uso de perfiles de acero facilita las conexiones en los nudos ya que estos pueden ir atornillados, remachados o mediante soldadura, y esto es una gran ventaja durante el montaje de la estructura.

El principal uso de las armaduras es para salvar claros muy grandes, como ocurre en puentes o cubiertas industriales, sin embargo también se utilizan como sistemas de piso o en torres.

CAPITULO V

SISTEMA DE COMPUTADORA

CAPITULO V. SISTEMA DE COMPUTADORA

Antecedentes

El acelerado desarrollo tecnológico que actualmente está experimentando la industria de la computación ha hecho posible que se disponga de computadoras altamente veloces y eficientes a costos relativamente accesibles por lo que actualmente es posible emplearlas como herramientas en todos los sectores de la ingeniería.

El objetivo del presente trabajo es emplear a la computadora para desarrollar un sistema capaz de :

- Analizar armaduras planas o espaciales.
- Hacer una revisión de diseño con perfiles de acero comerciales.
- Calcular su costo.
- Evaluar diferentes alternativas de solución.

De tal forma que el ingeniero civil tenga una visión más amplia de las diversas alternativas con una reducción de tiempo de hasta un 90% que empleando un método tradicional.

Desarrollo del Sistema

El sistema se desarrolló en lenguaje basic mediante el paquete Quick-Basic (MR) para computadora personal. Este paquete permite compilar programas en basic y dejarlos como programas ejecutables desde el sistema operativo.

Manejo de los Programas

Los programas están hechos de tal forma que no es necesario tener muchos conocimientos sobre manejo de computadora. Los programas van guiando mediante menús en los cuales se selecciona la opción deseada con mover las teclas de dirección a la opción deseada y presionar la tecla <ENTER> o directamente presionado la letra inicial de cada opción.

Los programas también despliegan mensajes con opciones, es decir, hacen una pregunta y ponen las posibles respuestas. Por ejemplo :

Son correctos los datos ? S/N

En este caso, únicamente aceptará la letra S o N.

Cuando el programa esté solicitando más información va a colocar un mensaje con la información requerida. A continuación, el cursor se posicionará en un espacio color blanco entre corchetes, esto quiere decir que dispone del espacio color blanco para introducir la información. Una vez proporcionada la información hay que presionar <ENTER> para avanzar al siguiente campo de información requerida.

Cuando se estén modificando datos también va a colocar el cursor en el espacio color blanco entre corchetes, pero esta vez el espacio contendrá la información que se tiene actualmente, ésta se puede editar y modificar o con <ENTER>, conservar el mismo valor.

Programa de Perfiles de Acero

Este programa permite manejar una base de datos de perfiles de acero, la cual contiene toda la información de estos necesaria para poder analizar y diseñar armaduras.

La base de datos contiene la información de 240 perfiles de diferentes tipos; la cual se obtuvo del Manual de Construcción en Acero. La información que contiene es la siguiente :

- Clave del perfil.
- Area transversal.
- Peso por metro (Kg x M).
- Costo.
- Longitud del peralte (mm).
- Espesor del peralte (mm).
- Principales fabricantes en México.

Y para los ejes principales :

- Inercia (cm⁴).
- Módulo de sección (elástico).
- Radio de giro (cm).

La forma de acceder la información es mediante la clave del tipo de perfil, esta clave contiene dos dígitos, los cuales identifican el perfil (esta clave se describe en el capítulo I), a continuación de la clave se digita el tamaño del perfil, una x y el peso del perfil.

Por ejemplo:

El Perfil C estándar (APS) de 10 pulgadas y 23 Kg. de peso por metro tendría la clave :

CE 254 x 23
↑ ↑ ↑
Clave del tipo de perfil Peralte Peso

Existen dos excepciones para las claves :

- Para el caso de los canales rolados en frío en vez de llevar el peso llevaría el calibre del perfil.
- Para los ángulos y los tubos cuadrados llevaría el espesor en vez del peso.

En este programa se cuenta con un menú de altas, bajas, cambios y reportes.

La opción de **altas** es por si se desea registrar algún perfil que no está contemplado o no sea comercial; proporcionando toda la información requerida que se mencionó anteriormente.

La opción de **bajas** es para eliminar de la base de datos algún perfil que sea obsoleto o desaparezca del mercado.

La opción de **cambios** permite consultar y/o modificar la información. Esto es importante, principalmente por el costo; ya que existen frecuentes cambios en los costos del acero.

Por último la opción de **reportes** imprime un catálogo con todos los perfiles que se tienen registrados en la base de datos; así como la información correspondiente a cada uno de ellos.

Programa de Datos de Armaduras

Para poder capturar los datos de la armadura es necesario tener bien definido el problema y las consideraciones que se van a utilizar.

Se propone una geometría para la armadura, se calcula cual será la sollicitación de cargas y a que tipos de cargas estará sujeta la armadura, en base a esto se proponen los perfiles que se desea evaluar. Se determinan cuales son las condiciones de los apoyos y en caso de que sea armadura plana cuales serán los nudos que tengan soporte lateral.

Para codificar la armadura es necesario numerar las barras y los nudos, colocar la armadura sobre un sistema de ejes coordenados, obtener las coordenadas de los nudos y las incidencias de miembros y que perfil ha de emplearse para cada miembro; determinar cuales son los nudos que tienen soporte lateral y cuales nudos que recibirán las cargas, así como la magnitud de las mismas.

Una vez hecha la codificación se procede a capturar la información en la opción **Crear Armaduras** en el menú principal

El programa va a pedir un nombre para crear un archivo y guardar ahí los datos de la armadura, el nombre puede ser hasta de 8 caracteres y tiene que ser un nombre válido para el sistema operativo.

Primero va a preguntar las características generales de la armadura que son : tipo de armadura de se trate (plana o espacial), número de nudos, número de barras, cuantas condiciones de carga se tienen, cuantos miembros con secciones diferentes hay y cuantas alternativas de solución se desea analizar. A continuación va a pedir coordenadas de los nudos (X, Y y Z), incidencias de los miembros, miembros con secciones diferentes y claves de los perfiles que se van a emplear para cada alternativa, cargas en los nudos, condiciones de apoyo y, si es el caso, que nudos tienen soporte lateral. Al terminar de pedir las coordenadas de los nudos y las incidencias despliega una gráfica de la armadura para poder hacer una comparación con la codificación y así poder ver si existe algún error en la captura de información.

En caso de que se quiera revisar los datos de la armadura o que se desee corregir algún dato se deberá emplear la opción **Modificar Armaduras**, la cual pide el nombre del archivo de datos de la armadura, una vez proporcionado despliega un menú con la información a modificar, las opciones son las siguientes :

- Información General

- Coordinadas de los nudos
- Incidencias de los miembros
- Restricciones en los nudos (apoyos)
- Secciones diferentes (incluye las claves de los perfiles)
- Fuerzas en los nudos
- Ver la gráfica de la armadura
- Nudos con soporte lateral (sólo para armaduras planas)
- Grabar la información

En todas la opciones despliega la información proporcionada anteriormente y pregunta si se desea hacer alguna modificación, las modificaciones se pueden hacer las veces que sean necesarias. Para terminar, la opción **grabar la información**; graba nuevamente el archivo y regresa al menú principal.

Programa para Solución de Armaduras

Este programa realiza el análisis y el diseño de las armaduras, solamente hay que indicarle cual es el nombre del archivo y en cuál drive está almacenado. La solución puede desplegarla en la pantalla o enviarla a la impresora.

Una vez que empieza a resolver la armadura, calcula las longitudes de los miembros; del archivo de perfiles obtiene la información que requiera y empieza a ensamblar la matriz de rigideces de la armadura. Una vez ensamblada, arma la matriz de fuerzas para las diferentes condiciones de carga; con ambas matrices resuelve un sistema de ecuaciones tomando en cuenta todas las condiciones de carga, para lo cual utiliza el método de Gauss-Jordan.

Una vez obtenidos los desplazamientos de los nudos, calcula las deformaciones de las barras en base a los movimientos relativos de los nudos y conociendo las deformaciones de las barras calcula las fuerzas axiales necesarias para lograr esas deformaciones en las barras.

A continuación calcula la capacidad de los miembros, aplicando las fórmulas de las Normas Técnicas Complementarias (Capítulo III), dependiendo si el miembro está sujeto a tensión o compresión. En el caso de los miembros a compresión calcula la relación de esbeltez con el radio de giro más desfavorable del miembro; si se trata de

una armadura plana, además verifica el pandeo como estructura, o sea, calcula la longitud efectiva de pandeo tomando en cuenta la longitud todos de los miembros que están a compresión sobre un mismo eje, como es el caso del cordón superior de una armadura. Aquí toma en cuenta los nudos con soporte lateral para disminuir la longitud de pandeo.

Con esta información hace una comparación entre las fuerzas actuantes y las fuerzas resistentes; los casos en que se considera que una sección no es satisfactoria son :

- Que la fuerza resistente sea menor que la fuerza actuante.
- Que la relación de esbeltez a compresión sea mayor de 200.
- Que la relación de esbeltez a tensión sea mayor de 300.

Si se cumple cualquiera de las condiciones anteriores coloca un mensaje de "* No Pasa".

Por último imprime las reacciones en los apoyos; esto es útil para saber cuanto está descargando la armadura en cada apoyo, ya sea columna o cimentación, para así poder diseñarlo.

Este proceso lo realiza tantas veces como alternativas de solución se tengan.

Para el caso de que algún miembro no pase, hay 2 alternativas :

- 1.- Si es miembro a compresión, se pueden colocar soportes laterales para disminuir su longitud de pandeo.
- 2.- Cambiar el perfil por uno mayor, ya sea en área o en inercia.

Cualquiera que sea la modificación, ésta se realiza en el módulo de armaduras (Modificar Armaduras). Si se cambia la sección sólo se indica la clave del nuevo perfil por analizar y se vuelve a resolver la armadura.

Para el caso en que se agreguen soportes laterales se le indica cuáles son los nudos que tendrán soporte lateral y se vuelve a resolver la armadura.

CAPITULO VI

CASOS PRACTICOS

CAPITULO VI. CASOS PRACTICOS

Armadura Plana

Se desea calcular una armadura para salvar un claro de 20.00 mts. Esta armadura estará colocada sobre columnas de concreto, por lo que tendrá restricción horizontal y vertical en ambos apoyos.

Se propone la siguiente geometría (página siguiente).

Se numeran las barras y los nudos, se coloca la armadura sobre un sistema de ejes coordenados, así como también las incidencias de los miembros y nudos con soporte lateral (página siguiente).

Se hace el análisis de carga viva más carga muerta para carga gravitacional y de carga muerta más carga viva reducida para análisis sísmico.

Los nudos del 2 al 16 recibirán cada uno las siguientes cargas :

Condición de carga	Sentido Y	Sentido X
1.- Carga gravitacional	1.4 ton.	0.0 ton.
2.- Carga gravitacional	1.1 ton.	0.25 ton.
+ sismo		

Los nudos 1 y 27 serán los apoyos.

Se proponen 2 alternativas de solución :

	Alternativa 1	Alternativa 2
Cordón superior	2 ángulos espalda con espalda	
y cordón inferior.	3" x 3/16"	3 1/5" x 5/16"
	2E LI 76 x 5	2E LI 89 x 8
Celosía	2 ángulos en cajón	
	2 1/2" x 3/16"	
	2C LI 64 x 5	

Va a llevar soportes laterales en los nudos : 4, 6, 9, 12 y 14.

A continuación se procede a capturar la información en la opción **altas de armaduras** y posteriormente, en la opción **resolver armaduras**, como su nombre lo indica, se resuelve la armadura, de acuerdo con los pasos mencionados anteriormente.

Los resultados impresos de la ejecución del programa se encuentran en el apéndice A.

Interpretación de Resultados

El programa va a imprimir todas la características generales de la armadura, como son : coordenadas de los nudos, incidencias de los miembros, fuerzas en los nudos,

nudos con soporte lateral, etc. A continuación imprime un listado de todos los miembros, el perfil empleado, su área, su longitud y su costo, al final imprime el peso propio de los perfiles y el costo total de los perfiles para esa alternativa (\$ 2,095,342 pesos para alternativa 1).

Enseguida imprime para cada condición de carga un listado de las fuerzas axiales, el radio de giro más desfavorable, la relación de esbeltez y la capacidad de carga para la fuerza actuante de tensión o compresión, para cada uno de los miembros (+ compresión y - tensión).

En el ejemplo de aplicación para la alternativa 1 y condición de carga 1 los miembros del 2 al 13 no pasan, esto es debido a que la fuerza de compresión es mayor que su resistencia a la compresión, cabe mencionar que la longitud efectiva de pandeo para los miembros 2 al 4 y 11 al 13 es de 2.90 m. (se obtiene multiplicando el radio de giro por la relación de esbeltez) siendo que su longitud es de 1.45 m., esto es debido al pandeo que presenta como estructura. De igual forma sucede con los miembros 5 al 10, mismos que tienen una longitud efectiva de 4.35 m.

Estos perfiles tampoco pasan para la condición de carga 2; habría que hacer un análisis colocando soportes laterales en los nudos 3 al 14.

Para la alternativa de solución 2 los perfiles propuestos sí cumplen los requerimientos para las condiciones de carga 1 y 2. La única cuestión es que tiene un costo mayor (\$ 3,141,123 pesos).

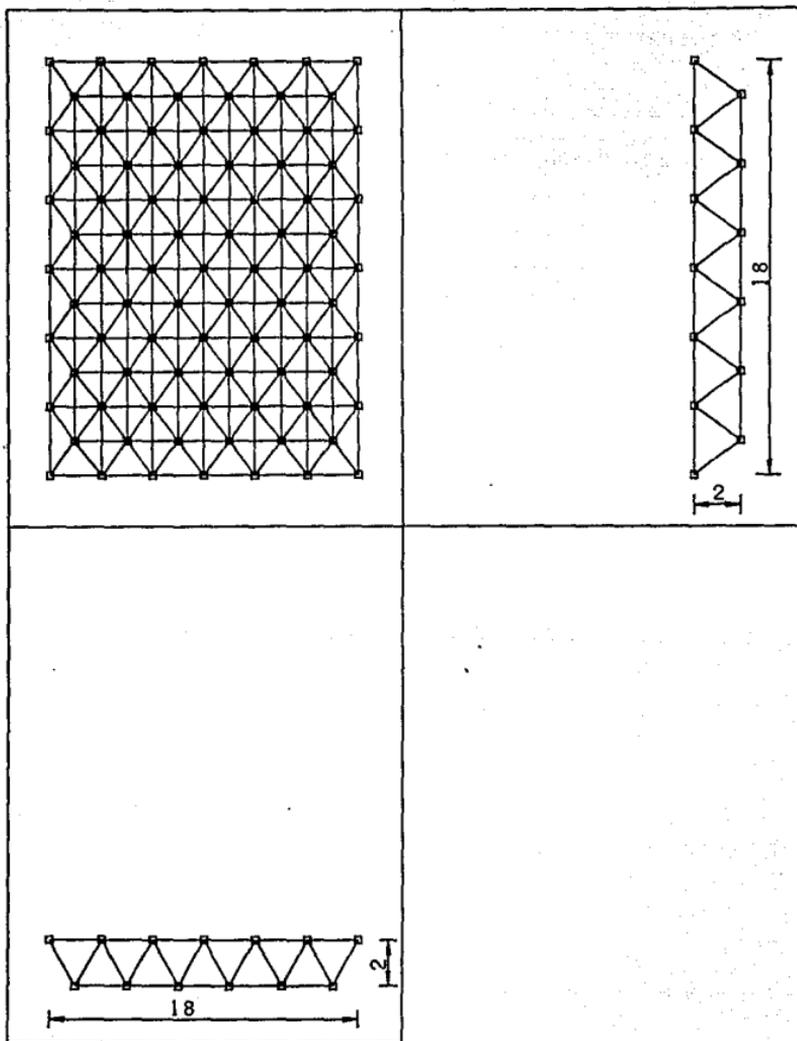
Debido a lo anterior se acepta la alternativa 2 como solución definitiva para la armadura.

Armadura Espacial

Se desea calcular una armadura triodésica de 18 mts. de largo por 18 mts de ancho (página siguiente), ésta armadura estará colocada sobre cuatro columnas separadas 15 mts. Se considerará que los nudos que apoyen sobre las columnas tendrán restricción en X, Y y Z (X sentido a la derecha, Y sentido a la izquierda y Z la altura). Las cargas estarán concentradas en todos los nudos de la retícula superior; ésta carga será carga muerta más carga viva multiplicada por su factor de cargas correspondiente. Para este ejemplo las cargas concentradas serán de 1 ton. en el sentido Z.

Se procede a numerar los nudos, las barras y a obtener la incidencias de los miembros, después se coloca la armadura sobre un sistema de ejes coordenados (X, Y y Z) y se obtienen las coordenadas de los nudos (apéndice B).

ARMADURA PROPUESTA



Para esta armadura se utilizarán perfiles tubulares, los cuales no vienen incluidos en la base de datos, por lo que se tendrán que dar de alta, esto se lleva a cabo en la opción **Perfiles de Acero** en el menú principal y a continuación en la opción **Altas**. Los perfiles que se utilizarán como alternativas de solución son :

Tubo Circular

Tamaño (Diam. x esp.)	Clave	Area cm ²	Radio de giro cms.
2 7/8" x 0.203"	OC 73 x 5	11.00	2.41
2 3/8" x 0.218"	OC 60 x 6	9.53	1.95
2 3/8" x 0.154"	OC 60 x 4	6.93	2.00

Los miembros se dividirán en tres tipos : retícula superior, retícula inferior y celosía. Para la primera alternativa de solución se considerará el perfil OC 60 x 6 para todos los miembros, a excepción de los miembros 148, 167, 266 y 285 los cuales llevarán un perfil OC 73 x 5, que es mayor, ya que estos cuatro miembros son los que transmiten la mayor parte de la carga a las columnas.

Para la segunda alternativa, con el fin de economizar, se considerará el perfil OC 60 x 6 para la retícula superior y el perfil OC 60 x 4 para el resto de la armadura a excepción de las cuatro barras que se consideraron para la alternativa uno, para las cuales se consideró el mismo perfil (OC 73 x 5).

Con esta información se procede a capturar todos los datos de la armadura como ya se explicó anteriormente. Una vez capturados se procede resolver la armadura, esta solución tarda, dependiendo de la velocidad de la computadora, hasta 2 horas para las 2 alternativas.

La solución impresa de la armadura se encuentra en el apéndice B.

Interpretación de los Resultados

Comunmente para este tipo de armaduras se propone utilizar el mismo perfil para toda la estructura, ya que el análisis de este tipo de armaduras es muy complejo, sin embargo, conociendo todas las fuerzas axiales se puede economizar mucho colocando perfiles más grandes sólo donde se necesita (alternativa 2).

Para la alternativa de solución 1 todos los perfiles cumplen satisfactoriamente y además con grado de seguridad razonable. Pero ésta no es la mejor solución ya que como en la alternativa de solución 2, se colocaron perfiles más ligeros y aún cumplen satisfactoriamente la sollicitación de cargas, con esto se tiene un ahorro de 3'000,000 de pesos por concepto de perfiles lo cuál representa un ahorro de un 20 % del costo de los perfiles que se tendría para la alternativa 1, por lo que se acepta la alternativa de solución 2 como solución definitiva para la armadura.

CONCLUSIONES

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el sistema efectivamente es una herramienta útil para el ingeniero civil, ya que como se puede apreciar en los ejemplos de aplicación, permite evaluar las alternativas en forma sencilla, rápida, eficaz y precisa.

Este sistema es único en su tipo ya que considera análisis, diseño y costo de armaduras planas o espaciales en un mismo programa, mientras que la mayoría de los programas consideran análisis y diseño por separado.

Se tiene un ahorro considerable en tiempo al realizar el análisis y el diseño al mismo tiempo, con esto además se tiene gran precisión en las operaciones ya que la computadora automáticamente toma los resultados del análisis para hacer el diseño.

Se puede lograr un ahorro en lo económico al poder evaluar completamente estructuras cuyo análisis es complicado ya que con esto se conoce el estado de esfuerzos y se pueden reducir las secciones.

También se concluye que esta herramienta depende completamente del criterio que tenga el ingeniero civil al simular las condiciones de la armadura, ya que si éstas no son lo suficientemente representativas de la realidad, el sistema no sirve de nada.

BIBLIOGRAFIA

- 1- GERE - TIMOSHENKO, "MECANICA DE MATERIALES"
- 2- SEELY - SMITH, "RESISTENCIA DE MATERIALES "
- 3- INSTITUTO MEXICANO DE CONSTRUCCION EN ACERO, "MANUAL DE CONSTRUCCION EN ACERO"
- 4- RODOLFO LUTHE, "ANALISIS ESTRUCTURAL"
- 5- A. GHALI - A. NEVILLE, "ANALISIS ESTRUCTURAL"
- 6- JACK Mc.CORMAC, "DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS"
- 7- BRESLER, BORIS, "DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO"
- 8- FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M. , "DISEÑO ESTRUCTURAL"
- 9- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL,
"NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS" (1987)
- 10- GRAHAM / FIELD, "IBM PC "

APENDICE 'A'

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

COORDENADAS DE LOS NUDOS

NUM. DE NUDO	COORDENADA EN X	COORDENADA EN Y
1	0.00	0.00
2	0.00	0.40
3	1.43	0.65
4	2.86	0.90
5	4.28	1.14
6	5.71	1.39
7	7.14	1.64
8	8.57	1.89
9	10.00	2.14
10	11.43	1.89
11	12.86	1.64
12	14.28	1.39
13	15.71	1.14
14	17.14	0.90
15	18.57	0.65
16	20.00	0.40
17	1.43	0.00
18	2.86	0.00
19	4.28	0.00
20	5.71	0.00
21	7.14	0.00
22	8.57	0.00
23	11.43	0.00
24	12.86	0.00
25	14.28	0.00
26	15.71	0.00
27	17.14	0.00
28	18.57	0.00
29	20.00	0.00

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
1	2	3	1.45
2	3	4	1.45
3	4	5	1.45
4	5	6	1.45
5	6	7	1.45
6	7	8	1.45
7	8	9	1.45
8	9	10	1.45
9	10	11	1.45
10	11	12	1.45
11	12	13	1.45
12	13	14	1.45

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
13	14	15	1.45
14	15	16	1.45
15	1	17	1.43
16	17	18	1.43
17	18	19	1.43
18	19	20	1.43
19	20	21	1.43
20	21	22	1.43
21	22	23	2.86
22	23	24	1.43
23	24	25	1.43
24	25	26	1.43
25	26	27	1.43
26	27	28	1.43
27	28	29	1.43
28	1	2	0.40
29	2	17	1.48
30	3	17	0.65
31	3	18	1.57
32	4	18	0.90
33	4	19	1.69
34	5	19	1.14
35	5	20	1.83
36	6	20	1.39
37	6	21	1.99
38	7	21	1.64
39	7	22	2.18
40	8	22	1.89
41	9	22	2.57
42	9	23	2.57
43	10	23	1.89
44	11	23	2.18
45	11	24	1.64
46	12	24	1.99
47	12	25	1.39
48	13	25	1.83
49	13	26	1.14
50	14	26	1.69
51	14	27	0.90
52	15	27	1.57
53	15	28	0.65
54	16	28	1.48
55	16	29	0.40

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL
 ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS
 ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

RESTRICCIONES EN LOS NUDOS

NUM. DE NUDO	RESTRICCION
1	Restriccion en X y Y
29	Restriccion en X y Y

FUERZAS EN LOS NUDOS

NUDO INICIAL	NUDO FINAL	MAGNITUD (ton.)	SENTIDO	TIPO DE CARGA
2	16	-1.400	Sentido en Y	1
2	16	-1.100	Sentido en Y	2
2	16	0.250	Sentido en X	2

NUDOS CON SOPORTE LATERAL

NUM. DE NUDO

4
6
9
12
14

ALTERNATIVA DE SOLUCION 1

PROPIEDADES DE LOS MIEMBROS

TIPO DE SECCION	MIEMBRO INICIAL	MIEMBRO FINAL	CLAVE DEL PERFIL	AREA cm2	COSTO \$/kg.
1	1	27	2E LI 76 x 5	14.06	2,500
2	28	55	2C LI 64 x 5	11.62	2,500

PESO PROPIO DE LA ARMADURA = 838 kg

COSTO DE LOS PERFILES = \$ 2,095,342

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.
1	1	-0.00	-0.00
	2	-0.00	-0.00

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.
2	1	0.17	-0.02
	2	0.15	-0.01
3	1	0.32	-1.49
	2	0.27	-1.18
4	1	0.38	-2.59
	2	0.32	-2.04
5	1	0.37	-3.38
	2	0.32	-2.67
6	1	0.32	-3.91
	2	0.28	-3.08
7	1	0.24	-4.24
	2	0.21	-3.34
8	1	0.14	-4.42
	2	0.14	-3.48
9	1	0.00	-4.36
	2	0.03	-3.42
10	1	-0.14	-4.42
	2	-0.08	-3.47
11	1	-0.24	-4.24
	2	-0.16	-3.32
12	1	-0.32	-3.91
	2	-0.22	-3.06
13	1	-0.37	-3.38
	2	-0.27	-2.64
14	1	-0.38	-2.59
	2	-0.27	-2.02
15	1	-0.32	-1.49
	2	-0.23	-1.16
16	1	-0.17	-0.02
	2	-0.12	-0.01
17	1	-0.11	-1.47
	2	-0.07	-1.17
18	1	-0.12	-2.57
	2	-0.08	-2.04
19	1	-0.09	-3.37
	2	-0.05	-2.66
20	1	-0.06	-3.91
	2	-0.03	-3.09
21	1	-0.03	-4.25
	2	0.00	-3.35
22	1	-0.00	-4.41
	2	0.02	-3.47
23	1	0.00	-4.41
	2	0.03	-3.46
24	1	0.03	-4.25
	2	0.05	-3.33
25	1	0.06	-3.91
	2	0.07	-3.06

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.
26	1	0.09	-3.37
	2	0.09	-2.63
27	1	0.12	-2.58
	2	0.11	-2.01
28	1	0.11	-1.47
	2	0.09	-1.15
29	1	0.00	-0.00
	2	0.00	-0.00

TIPO DE CARGA 1

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
1	20.354	3.18	2	91	22.350
2	27.184	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
3	29.252	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
4	29.143	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
5	27.831	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
6	25.778	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
7	25.775	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
8	25.777	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
9	25.779	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
10	27.832	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
11	29.146	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
12	29.257	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
13	27.192	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
14	20.366	3.18	2	91	22.350
15	22.103	3.18	2	90	22.523
16	2.049	3.18	2	90	22.523
17	-4.681	2.39	1	60	-32.015
18	-6.714	2.39	1	60	-32.015
19	-6.610	2.39	1	60	-32.015
20	-5.317	2.39	1	60	-32.015
21	-0.815	2.39	1	120	-32.015
22	-5.319	2.39	1	60	-32.015
23	-6.614	2.39	1	60	-32.015
24	-6.719	2.39	1	60	-32.015
25	-4.689	2.39	1	60	-32.015
26	2.037	3.18	2	90	22.523
27	22.103	3.18	2	90	22.523
28	10.500	2.42	1	16	24.787
29	-20.826	2.42	1	61	-26.459

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
30	5.617	2.42	1	27	24.415
31	-7.390	2.42	1	65	-26.459
32	3.052	2.42	1	37	23.911
33	-2.400	2.42	1	70	-26.459
34	1.276	2.42	1	47	23.250
35	0.133	2.42	1	76	20.443
36	-0.083	2.42	1	57	-26.459
37	1.807	2.42	1	82	19.697
38	-1.262	2.42	1	68	-26.459
39	3.083	2.42	1	90	18.614
40	1.382	2.42	1	78	20.201
41	-4.459	2.42	1	106	-26.459
42	-4.463	2.42	1	106	-26.459
43	1.385	2.42	1	78	20.201
44	3.084	2.42	1	90	18.614
45	-1.263	2.42	1	68	-26.459
46	1.809	2.42	1	82	19.697
47	-0.084	2.42	1	57	-26.459
48	0.135	2.42	1	76	20.443
49	1.274	2.42	1	47	23.250
50	-2.396	2.42	1	70	-26.459
51	3.050	2.42	1	37	23.911
52	-7.384	2.42	1	65	-26.459
53	5.617	2.42	1	27	24.415
54	-20.838	2.42	1	61	-26.459
55	10.499	2.42	1	16	24.787

REACCIONES EN LOS NUDOS (ton.)

NUDO	EJE X	EJE Y
1	22.103	10.500
29	-22.103	10.499

TIPO DE CARGA 2

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
1	15.641	3.18	2	91	22.350
2	20.921	3.18	2	91	22.350
3	22.552	3.18	2	91	22.350 * NO PASA

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
4	22.515	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
5	21.557	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
6	20.031	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
7	20.283	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
8	20.223	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
9	20.478	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
10	22.178	3.18	2	137	12.811 * NO PASA
11	23.283	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
12	23.419	3.18	2	91	22.350 * NO PASA
13	21.804	3.18	2	91	22.350
14	16.354	3.18	2	91	22.350
15	15.492	3.18	2	90	22.523
16	0.331	3.18	2	90	22.523
17	-4.621	2.39	1	60	-32.015
18	-5.975	2.39	1	60	-32.015
19	-5.692	2.39	1	60	-32.015
20	-4.497	2.39	1	60	-32.015
21	-0.640	2.39	1	120	-32.015
22	-3.860	2.39	1	60	-32.015
23	-4.699	2.39	1	60	-32.015
24	-4.580	2.39	1	60	-32.015
25	-2.741	2.39	1	60	-32.015
26	2.879	3.18	2	90	22.523
27	19.242	3.18	2	90	22.523
28	8.023	2.42	1	16	24.787
29	-15.744	2.42	1	61	-26.459
30	4.247	2.42	1	27	24.415
31	-5.438	2.42	1	65	-26.459
32	2.246	2.42	1	37	23.911
33	-1.598	2.42	1	70	-26.459
34	0.849	2.42	1	47	23.250
35	0.363	2.42	1	76	20.443
36	-0.227	2.42	1	57	-26.459
37	1.669	2.42	1	82	19.697
38	-1.166	2.42	1	68	-26.459
39	2.672	2.42	1	90	18.614
40	1.130	2.42	1	78	20.201
41	-3.783	2.42	1	106	-26.459
42	-3.227	2.42	1	106	-26.459
43	1.045	2.42	1	78	20.201
44	2.173	2.42	1	90	18.614
45	-0.818	2.42	1	68	-26.459
46	1.172	2.42	1	82	19.697
47	0.095	2.42	1	57	22.432
48	-0.153	2.42	1	76	-26.459
49	1.154	2.42	1	47	23.250
50	-2.171	2.42	1	70	-26.459
51	2.548	2.42	1	37	23.911

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
52	-6.170	2.42	1	65	-26.459
53	4.580	2.42	1	27	24.415
54	-16.992	2.42	1	61	-26.459
55	8.477	2.42	1	16	24.787

REACCIONES EN LOS NUDOS (ton.)

NUDO	EJE X	EJE Y
1	15.492	8.023
29	-19.242	8.477

ALTERNATIVA DE SOLUCION 2

PROPIEDADES DE LOS MIEMBROS

TIPO DE SECCION	MIEMBRO INICIAL	MIEMBRO FINAL	CLAVE DEL PERFIL	AREA cm2	COSTO \$/kg.
1	1	27	2E LI 89 x 8	26.96	2,500
2	28	55	2C LI 64 x 5	11.62	2,500

PESO PROPIO DE LA ARMADURA = 1,256 kg

COSTO DE LOS PERFILES = \$ 3,141,123

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.
1	1	-0.00	-0.00
	2	-0.00	-0.00
2	1	0.06	-0.02
	2	0.06	-0.01
3	1	0.16	-0.91
	2	0.14	-0.72
4	1	0.20	-1.54
	2	0.17	-1.21
5	1	0.20	-1.97
	2	0.17	-1.55
6	1	0.17	-2.26
	2	0.15	-1.78

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.
7	1	0.13	-2.42
	2	0.12	-1.91
8	1	0.08	-2.51
	2	0.08	-1.98
9	1	0.00	-2.44
	2	0.02	-1.92
10	1	-0.08	-2.51
	2	-0.05	-1.97
11	1	-0.13	-2.42
	2	-0.09	-1.90
12	1	-0.17	-2.26
	2	-0.12	-1.77
13	1	-0.20	-1.97
	2	-0.14	-1.54
14	1	-0.20	-1.54
	2	-0.14	-1.20
15	1	-0.16	-0.92
	2	-0.12	-0.72
16	1	-0.06	-0.02
	2	-0.04	-0.01
17	1	-0.06	-0.90
	2	-0.04	-0.71
18	1	-0.06	-1.52
	2	-0.04	-1.20
19	1	-0.05	-1.96
	2	-0.03	-1.55
20	1	-0.03	-2.26
	2	-0.01	-1.78
21	1	-0.02	-2.43
	2	0.00	-1.91
22	1	-0.00	-2.50
	2	0.01	-1.97
23	1	0.00	-2.50
	2	0.02	-1.96
24	1	0.02	-2.43
	2	0.03	-1.90
25	1	0.03	-2.26
	2	0.04	-1.77
26	1	0.05	-1.96
	2	0.05	-1.54
27	1	0.06	-1.52
	2	0.06	-1.19
28	1	0.06	-0.90
	2	0.05	-0.70
29	1	0.00	-0.00
	2	0.00	-0.00

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

TIPO DE CARGA 1

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
1	20.355	3.72	2	78	46.868
2	27.186	3.72	2	78	46.868
3	29.253	3.72	2	78	46.868
4	29.144	3.72	2	78	46.868
5	27.831	3.72	2	117	32.982
6	25.779	3.72	2	117	32.982
7	25.776	3.72	2	117	32.982
8	25.778	3.72	2	117	32.982
9	25.780	3.72	2	117	32.982
10	27.833	3.72	2	117	32.982
11	29.147	3.72	2	78	46.868
12	29.258	3.72	2	78	46.868
13	27.193	3.72	2	78	46.868
14	20.367	3.72	2	78	46.868
15	22.104	3.72	2	77	47.151
16	2.049	3.72	2	77	47.151
17	-4.681	2.75	1	52	-61.388
18	-6.714	2.75	1	52	-61.388
19	-6.611	2.75	1	52	-61.388
20	-5.317	2.75	1	52	-61.388
21	-0.815	2.75	1	104	-61.388
22	-5.319	2.75	1	52	-61.388
23	-6.614	2.75	1	52	-61.388
24	-6.719	2.75	1	52	-61.388
25	-4.689	2.75	1	52	-61.388
26	2.037	3.72	2	77	47.151
27	22.104	3.72	2	77	47.151
28	10.500	2.42	1	16	24.787
29	-20.827	2.42	1	61	-26.459
30	5.618	2.42	1	27	24.415
31	-7.390	2.42	1	65	-26.459
32	3.052	2.42	1	37	23.911
33	-2.400	2.42	1	70	-26.459
34	1.275	2.42	1	47	23.250
35	0.133	2.42	1	76	20.443
36	-0.083	2.42	1	57	-26.459
37	1.807	2.42	1	82	19.697
38	-1.262	2.42	1	68	-26.459
39	3.083	2.42	1	90	18.614
40	1.382	2.42	1	78	20.201
41	-4.459	2.42	1	106	-26.459
42	-4.463	2.42	1	106	-26.459
43	1.385	2.42	1	78	20.201
44	3.084	2.42	1	90	18.614
45	-1.263	2.42	1	68	-26.459

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
46	1.809	2.42	1	82	19.697
47	-0.084	2.42	1	57	-26.459
48	0.135	2.42	1	76	20.443
49	1.274	2.42	1	47	23.250
50	-2.397	2.42	1	70	-26.459
51	3.050	2.42	1	37	23.911
52	-7.385	2.42	1	65	-26.459
53	5.617	2.42	1	27	24.415
54	-20.838	2.42	1	61	-26.459
55	10.500	2.42	1	16	24.787

REACCIONES EN LOS NUDOS (ton.)

NUDO	EJE X	EJE Y
1	22.104	10.500
29	-22.104	10.500

TIPO DE CARGA 2

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
1	15.642	3.72	2	78	46.868
2	20.922	3.72	2	78	46.868
3	22.553	3.72	2	78	46.868
4	22.516	3.72	2	78	46.868
5	21.558	3.72	2	117	32.982
6	20.032	3.72	2	117	32.982
7	20.283	3.72	2	117	32.982
8	20.223	3.72	2	117	32.982
9	20.479	3.72	2	117	32.982
10	22.179	3.72	2	117	32.982
11	23.284	3.72	2	78	46.868
12	23.420	3.72	2	78	46.868
13	21.804	3.72	2	78	46.868
14	16.354	3.72	2	78	46.868
15	15.492	3.72	2	77	47.151
16	0.331	3.72	2	77	47.151
17	-4.622	2.75	1	52	-61.388
18	-5.975	2.75	1	52	-61.388
19	-5.692	2.75	1	52	-61.388

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:ARMADURA.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
20	-4.497	2.75	1	52	-61.388
21	-0.640	2.75	1	104	-61.388
22	-3.860	2.75	1	52	-61.388
23	-4.699	2.75	1	52	-61.388
24	-4.580	2.75	1	52	-61.388
25	-2.741	2.75	1	52	-61.388
26	2.879	3.72	2	77	47.151
27	19.242	3.72	2	77	47.151
28	8.023	2.42	1	16	24.787
29	-15.745	2.42	1	61	-26.459
30	4.247	2.42	1	27	24.415
31	-5.438	2.42	1	65	-26.459
32	2.246	2.42	1	37	23.911
33	-1.598	2.42	1	70	-26.459
34	0.849	2.42	1	47	23.250
35	0.363	2.42	1	76	20.443
36	-0.227	2.42	1	57	-26.459
37	1.669	2.42	1	82	19.697
38	-1.165	2.42	1	68	-26.459
39	2.672	2.42	1	90	18.614
40	1.130	2.42	1	78	20.201
41	-3.783	2.42	1	106	-26.459
42	-3.227	2.42	1	106	-26.459
43	1.045	2.42	1	78	20.201
44	2.173	2.42	1	90	18.614
45	-0.818	2.42	1	68	-26.459
46	1.172	2.42	1	82	19.697
47	0.095	2.42	1	57	22.432
48	-0.153	2.42	1	76	-26.459
49	1.154	2.42	1	47	23.250
50	-2.171	2.42	1	70	-26.459
51	2.548	2.42	1	37	23.911
52	-6.171	2.42	1	65	-26.459
53	4.580	2.42	1	27	24.415
54	-16.992	2.42	1	61	-26.459
55	8.477	2.42	1	16	24.787

REACCIONES EN LOS NUDOS (ton.)

NUDO	EJE X	EJE Y
1	15.492	8.023
29	-19.242	8.477

APENDICE "B"

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

COORDENADAS DE LOS NUDOS

NUM. DE NUDO	COORDENADA EN X	COORDENADA EN Y	COORDENADA EN Z
1	0.00	0.00	2.00
2	3.00	0.00	2.00
3	6.00	0.00	2.00
4	9.00	0.00	2.00
5	12.00	0.00	2.00
6	15.00	0.00	2.00
7	18.00	0.00	2.00
8	0.00	3.00	2.00
9	3.00	3.00	2.00
10	6.00	3.00	2.00
11	9.00	3.00	2.00
12	12.00	3.00	2.00
13	15.00	3.00	2.00
14	18.00	3.00	2.00
15	0.00	6.00	2.00
16	3.00	6.00	2.00
17	6.00	6.00	2.00
18	9.00	6.00	2.00
19	12.00	6.00	2.00
20	15.00	6.00	2.00
21	18.00	6.00	2.00
22	0.00	9.00	2.00
23	3.00	9.00	2.00
24	6.00	9.00	2.00
25	9.00	9.00	2.00
26	12.00	9.00	2.00
27	15.00	9.00	2.00
28	18.00	9.00	2.00
29	0.00	12.00	2.00
30	3.00	12.00	2.00
31	6.00	12.00	2.00
32	9.00	12.00	2.00
33	12.00	12.00	2.00
34	15.00	12.00	2.00
35	18.00	12.00	2.00
36	0.00	15.00	2.00
37	3.00	15.00	2.00
38	6.00	15.00	2.00
39	9.00	15.00	2.00
40	12.00	15.00	2.00
41	15.00	15.00	2.00
42	18.00	15.00	2.00
43	0.00	18.00	2.00
44	3.00	18.00	2.00
45	6.00	18.00	2.00
46	9.00	18.00	2.00
47	12.00	18.00	2.00

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

COORDENADAS DE LOS NUDOS

NUM. DE NUDO	COORDENADA EN X	COORDENADA EN Y	COORDENADA EN Z
48	15.00	18.00	2.00
49	18.00	18.00	2.00
50	1.50	1.50	0.00
51	4.50	1.50	0.00
52	7.50	1.50	0.00
53	10.50	1.50	0.00
54	13.50	1.50	0.00
55	16.50	1.50	0.00
56	1.50	4.50	0.00
57	4.50	4.50	0.00
58	7.50	4.50	0.00
59	10.50	4.50	0.00
60	13.50	4.50	0.00
61	16.50	4.50	0.00
62	1.50	7.50	0.00
63	4.50	7.50	0.00
64	7.50	7.50	0.00
65	10.50	7.50	0.00
66	13.50	7.50	0.00
67	16.50	7.50	0.00
68	1.50	10.50	0.00
69	4.50	10.50	0.00
70	7.50	10.50	0.00
71	10.50	10.50	0.00
72	13.50	10.50	0.00
73	16.50	10.50	0.00
74	1.50	13.50	0.00
75	4.50	13.50	0.00
76	7.50	13.50	0.00
77	10.50	13.50	0.00
78	13.50	13.50	0.00
79	16.50	13.50	0.00
80	1.50	16.50	0.00
81	4.50	16.50	0.00
82	7.50	16.50	0.00
83	10.50	16.50	0.00
84	13.50	16.50	0.00
85	16.50	16.50	0.00

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
1	1	2	3.00
2	2	3	3.00
3	3	4	3.00

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
4	4	5	3.00
5	5	6	3.00
6	6	7	3.00
7	8	9	3.00
8	9	10	3.00
9	10	11	3.00
10	11	12	3.00
11	12	13	3.00
12	13	14	3.00
13	15	16	3.00
14	16	17	3.00
15	17	18	3.00
16	18	19	3.00
17	19	20	3.00
18	20	21	3.00
19	22	23	3.00
20	23	24	3.00
21	24	25	3.00
22	25	26	3.00
23	26	27	3.00
24	27	28	3.00
25	29	30	3.00
26	30	31	3.00
27	31	32	3.00
28	32	33	3.00
29	33	34	3.00
30	34	35	3.00
31	36	37	3.00
32	37	38	3.00
33	38	39	3.00
34	39	40	3.00
35	40	41	3.00
36	41	42	3.00
37	43	44	3.00
38	44	45	3.00
39	45	46	3.00
40	46	47	3.00
41	47	48	3.00
42	48	49	3.00
43	1	8	3.00
44	8	15	3.00
45	15	22	3.00
46	22	29	3.00
47	29	36	3.00
48	36	43	3.00
49	2	9	3.00
50	9	16	3.00
51	16	23	3.00

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
52	23	30	3.00
53	30	37	3.00
54	37	44	3.00
55	3	10	3.00
56	10	17	3.00
57	17	24	3.00
58	24	31	3.00
59	31	38	3.00
60	38	45	3.00
61	4	11	3.00
62	11	18	3.00
63	18	25	3.00
64	25	32	3.00
65	32	39	3.00
66	39	46	3.00
67	5	12	3.00
68	12	19	3.00
69	19	26	3.00
70	26	33	3.00
71	33	40	3.00
72	40	47	3.00
73	6	13	3.00
74	13	20	3.00
75	20	27	3.00
76	27	34	3.00
77	34	41	3.00
78	41	48	3.00
79	7	14	3.00
80	14	21	3.00
81	21	28	3.00
82	28	35	3.00
83	35	42	3.00
84	42	49	3.00
85	50	51	3.00
86	51	52	3.00
87	52	53	3.00
88	53	54	3.00
89	54	55	3.00
90	56	57	3.00
91	57	58	3.00
92	58	59	3.00
93	59	60	3.00
94	60	61	3.00
95	62	63	3.00
96	63	64	3.00
97	64	65	3.00
98	65	66	3.00
99	66	67	3.00

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
100	68	69	3.00
101	69	70	3.00
102	70	71	3.00
103	71	72	3.00
104	72	73	3.00
105	74	75	3.00
106	75	76	3.00
107	76	77	3.00
108	77	78	3.00
109	78	79	3.00
110	80	81	3.00
111	81	82	3.00
112	82	83	3.00
113	83	84	3.00
114	84	85	3.00
115	50	56	3.00
116	56	62	3.00
117	62	68	3.00
118	68	74	3.00
119	74	80	3.00
120	51	57	3.00
121	57	63	3.00
122	63	69	3.00
123	69	75	3.00
124	75	81	3.00
125	52	58	3.00
126	58	64	3.00
127	64	70	3.00
128	70	76	3.00
129	76	82	3.00
130	53	59	3.00
131	59	65	3.00
132	65	71	3.00
133	71	77	3.00
134	77	83	3.00
135	54	60	3.00
136	60	66	3.00
137	66	72	3.00
138	72	78	3.00
139	78	84	3.00
140	55	61	3.00
141	61	67	3.00
142	67	73	3.00
143	73	79	3.00
144	79	85	3.00
145	1	50	2.92
146	2	50	2.92
147	8	50	2.92

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
148	9	50	2.92
149	2	51	2.92
150	3	51	2.92
151	9	51	2.92
152	10	51	2.92
153	3	52	2.92
154	4	52	2.92
155	10	52	2.92
156	11	52	2.92
157	4	53	2.92
158	5	53	2.92
159	11	53	2.92
160	12	53	2.92
161	5	54	2.92
162	6	54	2.92
163	12	54	2.92
164	13	54	2.92
165	6	55	2.92
166	7	55	2.92
167	13	55	2.92
168	14	55	2.92
169	8	56	2.92
170	9	56	2.92
171	15	56	2.92
172	16	56	2.92
173	9	57	2.92
174	10	57	2.92
175	16	57	2.92
176	17	57	2.92
177	10	58	2.92
178	11	58	2.92
179	17	58	2.92
180	18	58	2.92
181	11	59	2.92
182	12	59	2.92
183	18	59	2.92
184	19	59	2.92
185	12	60	2.92
186	13	60	2.92
187	19	60	2.92
188	20	60	2.92
189	13	61	2.92
190	14	61	2.92
191	20	61	2.92
192	21	61	2.92
193	15	62	2.92
194	16	62	2.92
195	22	62	2.92

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
196	23	62	2.92
197	16	63	2.92
198	17	63	2.92
199	23	63	2.92
200	24	63	2.92
201	17	64	2.92
202	18	64	2.92
203	24	64	2.92
204	25	64	2.92
205	18	65	2.92
206	19	65	2.92
207	25	65	2.92
208	26	65	2.92
209	19	66	2.92
210	20	66	2.92
211	26	66	2.92
212	27	66	2.92
213	20	67	2.92
214	21	67	2.92
215	27	67	2.92
216	28	67	2.92
217	22	68	2.92
218	23	68	2.92
219	29	68	2.92
220	30	68	2.92
221	23	69	2.92
222	24	69	2.92
223	30	69	2.92
224	31	69	2.92
225	24	70	2.92
226	25	70	2.92
227	31	70	2.92
228	32	70	2.92
229	25	71	2.92
230	26	71	2.92
231	32	71	2.92
232	33	71	2.92
233	26	72	2.92
234	27	72	2.92
235	33	72	2.92
236	34	72	2.92
237	27	73	2.92
238	28	73	2.92
239	34	73	2.92
240	35	73	2.92
241	29	74	2.92
242	30	74	2.92
243	36	74	2.92

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

INCIDENCIAS Y LONGITUDES DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD mts.
244	37	74	2.92
245	30	75	2.92
246	31	75	2.92
247	37	75	2.92
248	38	75	2.92
249	31	76	2.92
250	32	76	2.92
251	38	76	2.92
252	39	76	2.92
253	32	77	2.92
254	33	77	2.92
255	39	77	2.92
256	40	77	2.92
257	33	78	2.92
258	34	78	2.92
259	40	78	2.92
260	41	78	2.92
261	34	79	2.92
262	35	79	2.92
263	41	79	2.92
264	42	79	2.92
265	36	80	2.92
266	37	80	2.92
267	43	80	2.92
268	44	80	2.92
269	37	81	2.92
270	38	81	2.92
271	44	81	2.92
272	45	81	2.92
273	38	82	2.92
274	39	82	2.92
275	45	82	2.92
276	46	82	2.92
277	39	83	2.92
278	40	83	2.92
279	46	83	2.92
280	47	83	2.92
281	40	84	2.92
282	41	84	2.92
283	47	84	2.92
284	48	84	2.92
285	41	85	2.92
286	42	85	2.92
287	48	85	2.92
288	49	85	2.92

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

RESTRICCIONES EN LOS NUDOS

NUM. DE NUDO	RESTRICCION
50	Restriccion en X, Y y Z
55	Restriccion en X, Y y Z
80	Restriccion en X, Y y Z
85	Restriccion en X, Y y Z

FUERZAS EN LOS NUDOS

NUDO INICIAL	NUDO FINAL	MAGNITUD (ton.)	SENTIDO	TIPO DE CARGA
1	49	-1.000	Sentido en Z	1

ALTERNATIVA DE SOLUCION 1

PROPIEDADES DE LOS MIEMBROS

TIPO DE SECCION	MIEMBRO INICIAL	MIEMBRO FINAL	CLAVE DEL PERFIL	AREA cm2	COSTO \$/kg.
1	148	148	OC 73 x 5	11.00	2,500
2	167	167	OC 73 x 5	11.00	2,500
3	266	266	OC 73 x 5	11.00	2,500
4	285	285	OC 73 x 5	11.00	2,500
5	1	84	OC 60 x 6	9.53	2,500
6	85	144	OC 60 x 6	9.53	2,500
7	145	288	OC 60 x 6	9.53	2,500

PESO PROPIO DE LA ARMADURA = 6,385 kg

COSTO DE LOS PERFILES = \$ 15,962,667

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.	COORDENADA Z cms.
1	1	0.11	0.11	0.13
2	1	0.12	0.12	-0.09
3	1	0.08	0.04	-0.50
4	1	-0.00	0.01	-0.66
5	1	-0.08	0.04	-0.50
6	1	-0.12	0.12	-0.09
7	1	-0.11	0.11	0.13
8	1	0.12	0.12	-0.09

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.	COORDENADA Z cms.
9	1	0.13	0.13	-0.34
10	1	0.08	0.05	-0.64
11	1	-0.00	0.02	-0.75
12	1	-0.08	0.05	-0.64
13	1	-0.13	0.13	-0.34
14	1	-0.12	0.12	-0.09
15	1	0.04	0.08	-0.50
16	1	0.05	0.08	-0.64
17	1	0.03	0.03	-0.79
18	1	-0.00	0.02	-0.85
19	1	-0.03	0.03	-0.79
20	1	-0.05	0.08	-0.64
21	1	-0.04	0.08	-0.50
22	1	0.01	-0.00	-0.66
23	1	0.02	-0.00	-0.75
24	1	0.02	-0.00	-0.85
25	1	-0.00	-0.00	-0.88
26	1	-0.02	-0.00	-0.85
27	1	-0.02	-0.00	-0.75
28	1	-0.01	-0.00	-0.66
29	1	0.04	-0.08	-0.50
30	1	0.05	-0.08	-0.64
31	1	0.03	-0.03	-0.79
32	1	-0.00	-0.02	-0.85
33	1	-0.03	-0.03	-0.79
34	1	-0.05	-0.08	-0.64
35	1	-0.04	-0.08	-0.50
36	1	0.12	-0.12	-0.09
37	1	0.13	-0.13	-0.34
38	1	0.08	-0.05	-0.64
39	1	-0.00	-0.02	-0.75
40	1	-0.08	-0.05	-0.64
41	1	-0.13	-0.13	-0.34
42	1	-0.12	-0.12	-0.09
43	1	0.11	-0.11	0.13
44	1	0.12	-0.12	-0.09
45	1	0.08	-0.04	-0.50
46	1	-0.00	-0.01	-0.66
47	1	-0.08	-0.04	-0.50
48	1	-0.12	-0.12	-0.09
49	1	-0.11	-0.11	0.13
50	1	-0.00	-0.00	-0.00
51	1	-0.06	-0.04	-0.41
52	1	-0.03	-0.04	-0.66
53	1	0.03	-0.04	-0.66
54	1	0.06	-0.04	-0.41
55	1	0.00	-0.00	-0.00
56	1	-0.04	-0.06	-0.41

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.	COORDENADA Z cms.
57	1	-0.04	-0.04	-0.63
58	1	-0.02	-0.03	-0.78
59	1	0.02	-0.03	-0.78
60	1	0.04	-0.04	-0.63
61	1	0.04	-0.06	-0.41
62	1	-0.04	-0.03	-0.66
63	1	-0.03	-0.02	-0.78
64	1	-0.01	-0.01	-0.86
65	1	0.01	-0.01	-0.86
66	1	0.03	-0.02	-0.78
67	1	0.04	-0.03	-0.66
68	1	-0.04	0.03	-0.66
69	1	-0.03	0.02	-0.78
70	1	-0.01	0.01	-0.86
71	1	0.01	0.01	-0.86
72	1	0.03	0.02	-0.78
73	1	0.04	0.03	-0.66
74	1	-0.04	0.06	-0.41
75	1	-0.04	0.04	-0.63
76	1	-0.02	0.03	-0.78
77	1	0.02	0.03	-0.78
78	1	0.04	0.04	-0.63
79	1	0.04	0.06	-0.41
80	1	-0.00	0.00	-0.00
81	1	-0.06	0.04	-0.41
82	1	-0.03	0.04	-0.66
83	1	0.03	0.04	-0.66
84	1	0.06	0.04	-0.41
85	1	0.00	0.00	-0.00

TIPO DE CARGA 1

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
1	-0.750	1.95	1	154	-21.700
2	2.967	1.95	1	154	6.481
3	5.021	1.95	1	154	6.481
4	5.021	1.95	1	154	6.481
5	2.967	1.95	1	154	6.481
6	-0.750	1.95	1	154	-21.700
7	-0.750	1.95	1	154	-21.700
8	3.700	1.95	1	154	6.481

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
9	5.283	1.95	1	154	6.481
10	5.283	1.95	1	154	6.481
11	3.700	1.95	1	154	6.481
12	-0.750	1.95	1	154	-21.700
13	-0.750	1.95	1	154	-21.700
14	1.018	1.95	1	154	6.481
15	2.217	1.95	1	154	6.481
16	2.217	1.95	1	154	6.481
17	1.018	1.95	1	154	6.481
18	-0.750	1.95	1	154	-21.700
19	-0.750	1.95	1	154	-21.700
20	0.379	1.95	1	154	6.481
21	1.207	1.95	1	154	6.481
22	1.207	1.95	1	154	6.481
23	0.379	1.95	1	154	6.481
24	-0.750	1.95	1	154	-21.700
25	-0.750	1.95	1	154	-21.700
26	1.018	1.95	1	154	6.481
27	2.217	1.95	1	154	6.481
28	2.217	1.95	1	154	6.481
29	1.018	1.95	1	154	6.481
30	-0.750	1.95	1	154	-21.700
31	-0.750	1.95	1	154	-21.700
32	3.700	1.95	1	154	6.481
33	5.283	1.95	1	154	6.481
34	5.283	1.95	1	154	6.481
35	3.700	1.95	1	154	6.481
36	-0.750	1.95	1	154	-21.700
37	-0.750	1.95	1	154	-21.700
38	2.967	1.95	1	154	6.481
39	5.021	1.95	1	154	6.481
40	5.021	1.95	1	154	6.481
41	2.967	1.95	1	154	6.481
42	-0.750	1.95	1	154	-21.700
43	-0.750	1.95	1	154	-21.700
44	2.967	1.95	1	154	6.481
45	5.021	1.95	1	154	6.481
46	5.021	1.95	1	154	6.481
47	2.967	1.95	1	154	6.481
48	-0.750	1.95	1	154	-21.700
49	-0.750	1.95	1	154	-21.700
50	3.700	1.95	1	154	6.481
51	5.283	1.95	1	154	6.481
52	5.283	1.95	1	154	6.481
53	3.700	1.95	1	154	6.481
54	-0.750	1.95	1	154	-21.700
55	-0.750	1.95	1	154	-21.700
56	1.018	1.95	1	154	6.481

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
57	2.217	1.95	1	6.481
58	2.217	1.95	1	6.481
59	1.018	1.95	1	6.481
60	-0.750	1.95	1	-21.700
61	-0.750	1.95	1	-21.700
62	0.379	1.95	1	6.481
63	1.207	1.95	1	6.481
64	1.207	1.95	1	6.481
65	0.379	1.95	1	6.481
66	-0.750	1.95	1	-21.700
67	-0.750	1.95	1	-21.700
68	1.018	1.95	1	6.481
69	2.217	1.95	1	6.481
70	2.217	1.95	1	6.481
71	1.018	1.95	1	6.481
72	-0.750	1.95	1	-21.700
73	-0.750	1.95	1	-21.700
74	3.700	1.95	1	6.481
75	5.283	1.95	1	6.481
76	5.283	1.95	1	6.481
77	3.700	1.95	1	6.481
78	-0.750	1.95	1	-21.700
79	-0.750	1.95	1	-21.700
80	2.967	1.95	1	6.481
81	5.021	1.95	1	6.481
82	5.021	1.95	1	6.481
83	2.967	1.95	1	6.481
84	-0.750	1.95	1	-21.700
85	3.763	1.95	1	6.481
86	-1.945	1.95	1	-21.700
87	-3.635	1.95	1	-21.700
88	-1.945	1.95	1	-21.700
89	3.763	1.95	1	6.481
90	-0.163	1.95	1	-21.700
91	-1.693	1.95	1	-21.700
92	-2.293	1.95	1	-21.700
93	-1.693	1.95	1	-21.700
94	-0.163	1.95	1	-21.700
95	-0.554	1.95	1	-21.700
96	-1.191	1.95	1	-21.700
97	-1.527	1.95	1	-21.700
98	-1.191	1.95	1	-21.700
99	-0.554	1.95	1	-21.700
100	-0.554	1.95	1	-21.700
101	-1.191	1.95	1	-21.700
102	-1.527	1.95	1	-21.700
103	-1.191	1.95	1	-21.700
104	-0.554	1.95	1	-21.700

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
105	-0.163	1.95	1	154	-21.700
106	-1.693	1.95	1	154	-21.700
107	-2.293	1.95	1	154	-21.700
108	-1.693	1.95	1	154	-21.700
109	-0.163	1.95	1	154	-21.700
110	3.763	1.95	1	154	6.481
111	-1.945	1.95	1	154	-21.700
112	-3.635	1.95	1	154	-21.700
113	-1.945	1.95	1	154	-21.700
114	3.763	1.95	1	154	6.481
115	3.763	1.95	1	154	6.481
116	-1.945	1.95	1	154	-21.700
117	-3.635	1.95	1	154	-21.700
118	-1.945	1.95	1	154	-21.700
119	3.763	1.95	1	154	6.481
120	-0.163	1.95	1	154	-21.700
121	-1.693	1.95	1	154	-21.700
122	-2.293	1.95	1	154	-21.700
123	-1.693	1.95	1	154	-21.700
124	-0.163	1.95	1	154	-21.700
125	-0.554	1.95	1	154	-21.700
126	-1.191	1.95	1	154	-21.700
127	-1.527	1.95	1	154	-21.700
128	-1.191	1.95	1	154	-21.700
129	-0.554	1.95	1	154	-21.700
130	-0.554	1.95	1	154	-21.700
131	-1.191	1.95	1	154	-21.700
132	-1.527	1.95	1	154	-21.700
133	-1.191	1.95	1	154	-21.700
134	-0.554	1.95	1	154	-21.700
135	-0.163	1.95	1	154	-21.700
136	-1.693	1.95	1	154	-21.700
137	-2.293	1.95	1	154	-21.700
138	-1.693	1.95	1	154	-21.700
139	-0.162	1.95	1	154	-21.700
140	3.763	1.95	1	154	6.481
141	-1.945	1.95	1	154	-21.700
142	-3.635	1.95	1	154	-21.700
143	-1.945	1.95	1	154	-21.700
144	3.763	1.95	1	154	6.481
145	1.458	1.95	1	150	6.764
146	4.341	1.95	1	150	6.764
147	4.341	1.95	1	150	6.764
148	7.717	2.41	1	121	10.782
149	-2.883	1.95	1	150	-21.700
150	2.725	1.95	1	150	6.764
151	-2.664	1.95	1	150	-21.700
152	2.822	1.95	1	150	6.764

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
153	-1.268	1.95	1	150	-21.700
154	0.729	1.95	1	150	6.764
155	-0.374	1.95	1	150	-21.700
156	0.913	1.95	1	150	6.764
157	0.729	1.95	1	150	6.764
158	-1.268	1.95	1	150	-21.700
159	0.913	1.95	1	150	6.764
160	-0.374	1.95	1	150	-21.700
161	2.725	1.95	1	150	6.764
162	-2.883	1.95	1	150	-21.700
163	2.822	1.95	1	150	6.764
164	-2.664	1.95	1	150	-21.700
165	4.341	1.95	1	150	6.764
166	1.458	1.95	1	150	6.764
167	7.717	2.41	1	121	10.782
168	4.341	1.95	1	150	6.764
169	-2.883	1.95	1	150	-21.700
170	-2.664	1.95	1	150	-21.700
171	2.725	1.95	1	150	6.764
172	2.822	1.95	1	150	6.764
173	-0.932	1.95	1	150	-21.700
174	-0.555	1.95	1	150	-21.700
175	-0.555	1.95	1	150	-21.700
176	2.042	1.95	1	150	6.764
177	-0.435	1.95	1	150	-21.700
178	-0.184	1.95	1	150	-21.700
179	-0.148	1.95	1	150	-21.700
180	0.767	1.95	1	150	6.764
181	-0.184	1.95	1	150	-21.700
182	-0.435	1.95	1	150	-21.700
183	0.767	1.95	1	150	6.764
184	-0.148	1.95	1	150	-21.700
185	-0.555	1.95	1	150	-21.700
186	-0.932	1.95	1	150	-21.700
187	2.042	1.95	1	150	6.764
188	-0.555	1.95	1	150	-21.700
189	-2.664	1.95	1	150	-21.700
190	-2.883	1.95	1	150	-21.700
191	2.822	1.95	1	150	6.764
192	2.725	1.95	1	150	6.764
193	-1.268	1.95	1	150	-21.700
194	-0.374	1.95	1	150	-21.700
195	0.729	1.95	1	150	6.764
196	0.913	1.95	1	150	6.764
197	-0.435	1.95	1	150	-21.700
198	-0.148	1.95	1	150	-21.700
199	-0.184	1.95	1	150	-21.700
200	0.767	1.95	1	150	6.764

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
201	-0.288	1.95	1	150	-21.700
202	-0.038	1.95	1	150	-21.700
203	-0.038	1.95	1	150	-21.700
204	0.364	1.95	1	150	6.764
205	-0.038	1.95	1	150	-21.700
206	-0.288	1.95	1	150	-21.700
207	0.364	1.95	1	150	6.764
208	-0.038	1.95	1	150	-21.700
209	-0.148	1.95	1	150	-21.700
210	-0.435	1.95	1	150	-21.700
211	0.767	1.95	1	150	6.764
212	-0.184	1.95	1	150	-21.700
213	-0.374	1.95	1	150	-21.700
214	-1.268	1.95	1	150	-21.700
215	0.913	1.95	1	150	6.764
216	0.729	1.95	1	150	6.764
217	0.729	1.95	1	150	6.764
218	0.913	1.95	1	150	6.764
219	-1.268	1.95	1	150	-21.700
220	-0.374	1.95	1	150	-21.700
221	-0.184	1.95	1	150	-21.700
222	0.767	1.95	1	150	6.764
223	-0.435	1.95	1	150	-21.700
224	-0.148	1.95	1	150	-21.700
225	-0.038	1.95	1	150	-21.700
226	0.364	1.95	1	150	6.764
227	-0.288	1.95	1	150	-21.700
228	-0.038	1.95	1	150	-21.700
229	0.364	1.95	1	150	6.764
230	-0.038	1.95	1	150	-21.700
231	-0.038	1.95	1	150	-21.700
232	-0.288	1.95	1	150	-21.700
233	0.767	1.95	1	150	6.764
234	-0.184	1.95	1	150	-21.700
235	-0.148	1.95	1	150	-21.700
236	-0.435	1.95	1	150	-21.700
237	0.913	1.95	1	150	6.764
238	0.729	1.95	1	150	6.764
239	-0.374	1.95	1	150	-21.700
240	-1.268	1.95	1	150	-21.700
241	2.725	1.95	1	150	6.764
242	2.822	1.95	1	150	6.764
243	-2.883	1.95	1	150	-21.700
244	-2.664	1.95	1	150	-21.700
245	-0.555	1.95	1	150	-21.700
246	2.042	1.95	1	150	6.764
247	-0.932	1.95	1	150	-21.700
248	-0.555	1.95	1	150	-21.700

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
249	-0.148	1.95	1	150	-21.700
250	0.767	1.95	1	150	6.764
251	-0.435	1.95	1	150	-21.700
252	-0.184	1.95	1	150	-21.700
253	0.767	1.95	1	150	6.764
254	-0.148	1.95	1	150	-21.700
255	-0.184	1.95	1	150	-21.700
256	-0.435	1.95	1	150	-21.700
257	2.042	1.95	1	150	6.764
258	-0.555	1.95	1	150	-21.700
259	-0.555	1.95	1	150	-21.700
260	-0.932	1.95	1	150	-21.700
261	2.822	1.95	1	150	6.764
262	2.725	1.95	1	150	6.764
263	-2.664	1.95	1	150	-21.700
264	-2.883	1.95	1	150	-21.700
265	4.341	1.95	1	150	6.764
266	7.717	2.41	1	121	10.782
267	1.458	1.95	1	150	6.764
268	4.341	1.95	1	150	6.764
269	-2.664	1.95	1	150	-21.700
270	2.822	1.95	1	150	6.764
271	-2.883	1.95	1	150	-21.700
272	2.725	1.95	1	150	6.764
273	-0.374	1.95	1	150	-21.700
274	0.913	1.95	1	150	6.764
275	-1.268	1.95	1	150	-21.700
276	0.729	1.95	1	150	6.764
277	0.913	1.95	1	150	6.764
278	-0.374	1.95	1	150	-21.700
279	0.729	1.95	1	150	6.764
280	-1.268	1.95	1	150	-21.700
281	2.822	1.95	1	150	6.764
282	-2.664	1.95	1	150	-21.700
283	2.725	1.95	1	150	6.764
284	-2.883	1.95	1	150	-21.700
285	7.717	2.41	1	121	10.782
286	4.341	1.95	1	150	6.764
287	4.341	1.95	1	150	6.764
288	1.458	1.95	1	150	6.764

REACCIONES EN LOS NUDOS (ton.)

NUDO	EJE X	EJE Y	EJE Z
50	6.983	6.983	12.250

UNIVERSIDAD LA SALLE - INGENIERIA CIVIL

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

REACCIONES EN LOS NUDOS (ton.)

NUDO	EJE X	EJE Y	EJE Z
55	-6.983	6.983	12.250
80	6.983	-6.983	12.250
85	-6.983	-6.983	12.250

ALTERNATIVA DE SOLUCION 2

PROPIEDADES DE LOS MIEMBROS

TIPO DE SECCION	MIEMBRO INICIAL	MIEMBRO FINAL	CLAVE DEL PERFIL	AREA cm2	COSTO \$/kg.
1	148	148	OC 73 x 5	11.00	2,500
2	167	167	OC 73 x 5	11.00	2,500
3	266	266	OC 73 x 5	11.00	2,500
4	285	285	OC 73 x 5	11.00	2,500
5	1	84	OC 60 x 6	9.53	2,500
6	85	144	OC 60 x 4	6.93	2,500
7	145	288	OC 60 x 4	6.93	2,500

PESO PROPIO DE LA ARMADURA = 5,185 kg

COSTO DE LOS PERFILES = \$ 12,963,019

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.	COORDENADA Z cms.
1	1	0.10	0.10	0.11
2	1	0.11	0.14	-0.10
3	1	0.07	0.03	-0.59
4	1	-0.00	0.01	-0.77
5	1	-0.07	0.03	-0.59
6	1	-0.11	0.14	-0.10
7	1	-0.10	0.10	0.11
8	1	0.14	0.11	-0.10
9	1	0.15	0.15	-0.37
10	1	0.09	0.05	-0.74
11	1	0.00	0.02	-0.87
12	1	-0.09	0.05	-0.74
13	1	-0.15	0.15	-0.37
14	1	-0.14	0.11	-0.10
15	1	0.03	0.07	-0.59
16	1	0.05	0.09	-0.74
17	1	0.03	0.03	-0.91

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.	COORDENADA Z cms.
18	1	-0.00	0.01	-0.98
19	1	-0.03	0.03	-0.91
20	1	-0.05	0.09	-0.74
21	1	-0.03	0.07	-0.59
22	1	0.01	-0.00	-0.77
23	1	0.02	0.00	-0.87
24	1	0.01	0.00	-0.98
25	1	-0.00	-0.00	-1.03
26	1	-0.01	-0.00	-0.98
27	1	-0.02	-0.00	-0.87
28	1	-0.01	0.00	-0.77
29	1	0.03	-0.07	-0.59
30	1	0.05	-0.09	-0.74
31	1	0.03	-0.03	-0.91
32	1	0.00	-0.01	-0.98
33	1	-0.03	-0.03	-0.91
34	1	-0.05	-0.09	-0.74
35	1	-0.03	-0.07	-0.59
36	1	0.14	-0.11	-0.10
37	1	0.15	-0.15	-0.37
38	1	0.09	-0.05	-0.74
39	1	0.00	-0.02	-0.87
40	1	-0.09	-0.05	-0.74
41	1	-0.15	-0.15	-0.37
42	1	-0.14	-0.11	-0.10
43	1	0.10	-0.10	0.11
44	1	0.11	-0.14	-0.10
45	1	0.07	-0.03	-0.59
46	1	0.00	-0.01	-0.77
47	1	-0.07	-0.03	-0.59
48	1	-0.11	-0.14	-0.10
49	1	-0.10	-0.10	0.11
50	1	-0.00	-0.00	-0.00
51	1	-0.07	-0.06	-0.47
52	1	-0.04	-0.05	-0.77
53	1	0.04	-0.05	-0.77
54	1	0.07	-0.06	-0.47
55	1	0.00	-0.00	-0.00
56	1	-0.06	-0.07	-0.47
57	1	-0.06	-0.06	-0.72
58	1	-0.02	-0.04	-0.90
59	1	0.02	-0.04	-0.90
60	1	0.06	-0.06	-0.72
61	1	0.06	-0.07	-0.47
62	1	-0.05	-0.04	-0.77
63	1	-0.04	-0.02	-0.90
64	1	-0.02	-0.02	-0.99
65	1	0.02	-0.02	-0.99

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUM. NUDO	CARGA TIPO	COORDENADA X cms.	COORDENADA Y cms.	COORDENADA Z cms.
66	1	0.04	-0.02	-0.90
67	1	0.05	-0.04	-0.77
68	1	-0.05	0.04	-0.77
69	1	-0.04	0.02	-0.90
70	1	-0.02	0.02	-0.99
71	1	0.02	0.02	-0.99
72	1	0.04	0.02	-0.90
73	1	0.05	0.04	-0.77
74	1	-0.06	0.07	-0.47
75	1	-0.06	0.06	-0.72
76	1	-0.02	0.04	-0.90
77	1	0.02	0.04	-0.90
78	1	0.06	0.06	-0.72
79	1	0.06	0.07	-0.47
80	1	-0.00	0.00	-0.00
81	1	-0.07	0.06	-0.47
82	1	-0.04	0.05	-0.77
83	1	0.04	0.05	-0.77
84	1	0.07	0.06	-0.47
85	1	0.00	0.00	-0.00

TIPO DE CARGA 1

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
1	-0.750	1.95	1	154	-21.700
2	2.733	1.95	1	154	6.481
3	4.771	1.95	1	154	6.481
4	4.771	1.95	1	154	6.481
5	2.733	1.95	1	154	6.481
6	-0.750	1.95	1	154	-21.700
7	-0.750	1.95	1	154	-21.700
8	4.127	1.95	1	154	6.481
9	5.745	1.95	1	154	6.481
10	5.745	1.95	1	154	6.481
11	4.127	1.95	1	154	6.481
12	-0.750	1.95	1	154	-21.700
13	-0.750	1.95	1	154	-21.700
14	0.900	1.95	1	154	6.481
15	2.114	1.95	1	154	6.481
16	2.114	1.95	1	154	6.481
17	0.900	1.95	1	154	6.481

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
18	-0.750	1.95	1	154	-21.700
19	-0.750	1.95	1	154	-21.700
20	0.229	1.95	1	154	6.481
21	0.989	1.95	1	154	6.481
22	0.989	1.95	1	154	6.481
23	0.229	1.95	1	154	6.481
24	-0.750	1.95	1	154	-21.700
25	-0.750	1.95	1	154	-21.700
26	0.900	1.95	1	154	6.481
27	2.114	1.95	1	154	6.481
28	2.114	1.95	1	154	6.481
29	0.900	1.95	1	154	6.481
30	-0.750	1.95	1	154	-21.700
31	-0.750	1.95	1	154	-21.700
32	4.127	1.95	1	154	6.481
33	5.745	1.95	1	154	6.481
34	5.745	1.95	1	154	6.481
35	4.127	1.95	1	154	6.481
36	-0.750	1.95	1	154	-21.700
37	-0.750	1.95	1	154	-21.700
38	2.733	1.95	1	154	6.481
39	4.771	1.95	1	154	6.481
40	4.771	1.95	1	154	6.481
41	2.733	1.95	1	154	6.481
42	-0.750	1.95	1	154	-21.700
43	-0.750	1.95	1	154	-21.700
44	2.733	1.95	1	154	6.481
45	4.771	1.95	1	154	6.481
46	4.771	1.95	1	154	6.481
47	2.733	1.95	1	154	6.481
48	-0.750	1.95	1	154	-21.700
49	-0.750	1.95	1	154	-21.700
50	4.127	1.95	1	154	6.481
51	5.745	1.95	1	154	6.481
52	5.745	1.95	1	154	6.481
53	4.127	1.95	1	154	6.481
54	-0.750	1.95	1	154	-21.700
55	-0.750	1.95	1	154	-21.700
56	0.900	1.95	1	154	6.481
57	2.114	1.95	1	154	6.481
58	2.114	1.95	1	154	6.481
59	0.900	1.95	1	154	6.481
60	-0.750	1.95	1	154	-21.700
61	-0.750	1.95	1	154	-21.700
62	0.229	1.95	1	154	6.481
63	0.989	1.95	1	154	6.481
64	0.989	1.95	1	154	6.481
65	0.229	1.95	1	154	6.481

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
66	-0.750	1.95	1	154	-21.700
67	-0.750	1.95	1	154	-21.700
68	0.900	1.95	1	154	6.481
69	2.114	1.95	1	154	6.481
70	2.114	1.95	1	154	6.481
71	0.900	1.95	1	154	6.481
72	-0.750	1.95	1	154	-21.700
73	-0.750	1.95	1	154	-21.700
74	4.127	1.95	1	154	6.481
75	5.745	1.95	1	154	6.481
76	5.745	1.95	1	154	6.481
77	4.127	1.95	1	154	6.481
78	-0.750	1.95	1	154	-21.700
79	-0.750	1.95	1	154	-21.700
80	2.733	1.95	1	154	6.481
81	4.771	1.95	1	154	6.481
82	4.771	1.95	1	154	6.481
83	2.733	1.95	1	154	6.481
84	-0.750	1.95	1	154	-21.700
85	3.632	2.00	1	150	4.918
86	-1.883	2.00	1	150	-15.780
87	-3.498	2.00	1	150	-15.780
88	-1.883	2.00	1	150	-15.780
89	3.632	2.00	1	150	4.918
90	0.054	2.00	1	150	4.918
91	-1.650	2.00	1	150	-15.780
92	-2.291	2.00	1	150	-15.780
93	-1.650	2.00	1	150	-15.780
94	0.054	2.00	1	150	4.918
95	-0.538	2.00	1	150	-15.780
96	-1.193	2.00	1	150	-15.780
97	-1.563	2.00	1	150	-15.780
98	-1.193	2.00	1	150	-15.780
99	-0.538	2.00	1	150	-15.780
100	-0.538	2.00	1	150	-15.780
101	-1.193	2.00	1	150	-15.780
102	-1.563	2.00	1	150	-15.780
103	-1.193	2.00	1	150	-15.780
104	-0.538	2.00	1	150	-15.780
105	0.054	2.00	1	150	4.918
106	-1.650	2.00	1	150	-15.780
107	-2.291	2.00	1	150	-15.780
108	-1.650	2.00	1	150	-15.780
109	0.054	2.00	1	150	4.918
110	3.632	2.00	1	150	4.918
111	-1.883	2.00	1	150	-15.780
112	-3.498	2.00	1	150	-15.780
113	-1.883	2.00	1	150	-15.780

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
114	3.632	2.00	1	150	4.918
115	3.632	2.00	1	150	4.918
116	-1.883	2.00	1	150	-15.780
117	-3.498	2.00	1	150	-15.780
118	-1.883	2.00	1	150	-15.780
119	3.632	2.00	1	150	4.918
120	0.054	2.00	1	150	4.918
121	-1.650	2.00	1	150	-15.780
122	-2.291	2.00	1	150	-15.780
123	-1.650	2.00	1	150	-15.780
124	0.054	2.00	1	150	4.918
125	-0.538	2.00	1	150	-15.780
126	-1.193	2.00	1	150	-15.780
127	-1.563	2.00	1	150	-15.780
128	-1.193	2.00	1	150	-15.780
129	-0.538	2.00	1	150	-15.780
130	-0.538	2.00	1	150	-15.780
131	-1.193	2.00	1	150	-15.780
132	-1.563	2.00	1	150	-15.780
133	-1.193	2.00	1	150	-15.780
134	-0.538	2.00	1	150	-15.780
135	0.054	2.00	1	150	4.918
136	-1.650	2.00	1	150	-15.780
137	-2.291	2.00	1	150	-15.780
138	-1.650	2.00	1	150	-15.780
139	0.054	2.00	1	150	4.918
140	3.632	2.00	1	150	4.918
141	-1.883	2.00	1	150	-15.780
142	-3.498	2.00	1	150	-15.780
143	-1.883	2.00	1	150	-15.780
144	3.632	2.00	1	150	4.918
145	1.458	2.00	1	146	5.135
146	4.114	2.00	1	146	5.135
147	4.114	2.00	1	146	5.135
148	8.171	2.41	1	121	10.782
149	-2.656	2.00	1	146	-15.780
150	2.709	2.00	1	146	5.135
151	-2.703	2.00	1	146	-15.780
152	2.650	2.00	1	146	5.135
153	-1.251	2.00	1	146	-15.780
154	0.729	2.00	1	146	5.135
155	-0.318	2.00	1	146	-15.780
156	0.840	2.00	1	146	5.135
157	0.729	2.00	1	146	5.135
158	-1.251	2.00	1	146	-15.780
159	0.840	2.00	1	146	5.135
160	-0.318	2.00	1	146	-15.780
161	2.709	2.00	1	146	5.135

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
162	-2.656	2.00	1	146	-15.780
163	2.650	2.00	1	146	5.135
164	-2.703	2.00	1	146	-15.780
165	4.114	2.00	1	146	5.135
166	1.458	2.00	1	146	5.135
167	8.171	2.41	1	121	10.782
168	4.114	2.00	1	146	5.135
169	-2.656	2.00	1	146	-15.780
170	-2.703	2.00	1	146	-15.780
171	2.709	2.00	1	146	5.135
172	2.650	2.00	1	146	5.135
173	-1.308	2.00	1	146	-15.780
174	-0.349	2.00	1	146	-15.780
175	-0.349	2.00	1	146	-15.780
176	2.006	2.00	1	146	5.135
177	-0.526	2.00	1	146	-15.780
178	-0.111	2.00	1	146	-15.780
179	-0.097	2.00	1	146	-15.780
180	0.734	2.00	1	146	5.135
181	-0.111	2.00	1	146	-15.780
182	-0.526	2.00	1	146	-15.780
183	0.734	2.00	1	146	5.135
184	-0.097	2.00	1	146	-15.780
185	-0.349	2.00	1	146	-15.780
186	-1.308	2.00	1	146	-15.780
187	2.006	2.00	1	146	5.135
188	-0.349	2.00	1	146	-15.780
189	-2.703	2.00	1	146	-15.780
190	-2.656	2.00	1	146	-15.780
191	2.650	2.00	1	146	5.135
192	2.709	2.00	1	146	5.135
193	-1.251	2.00	1	146	-15.780
194	-0.318	2.00	1	146	-15.780
195	0.729	2.00	1	146	5.135
196	0.840	2.00	1	146	5.135
197	-0.526	2.00	1	146	-15.780
198	-0.097	2.00	1	146	-15.780
199	-0.111	2.00	1	146	-15.780
200	0.734	2.00	1	146	5.135
201	-0.355	2.00	1	146	-15.780
202	-0.005	2.00	1	146	-15.780
203	-0.005	2.00	1	146	-15.780
204	0.364	2.00	1	146	5.135
205	-0.005	2.00	1	146	-15.780
206	-0.355	2.00	1	146	-15.780
207	0.364	2.00	1	146	5.135
208	-0.005	2.00	1	146	-15.780
209	-0.097	2.00	1	146	-15.780

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE		RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)
210	-0.526	2.00	1	146	-15.780
211	0.734	2.00	1	146	5.135
212	-0.111	2.00	1	146	-15.780
213	-0.318	2.00	1	146	-15.780
214	-1.251	2.00	1	146	-15.780
215	0.840	2.00	1	146	5.135
216	0.729	2.00	1	146	5.135
217	0.729	2.00	1	146	5.135
218	0.840	2.00	1	146	5.135
219	-1.251	2.00	1	146	-15.780
220	-0.318	2.00	1	146	-15.780
221	-0.111	2.00	1	146	-15.780
222	0.734	2.00	1	146	5.135
223	-0.526	2.00	1	146	-15.780
224	-0.097	2.00	1	146	-15.780
225	-0.005	2.00	1	146	-15.780
226	0.364	2.00	1	146	5.135
227	-0.355	2.00	1	146	-15.780
228	-0.005	2.00	1	146	-15.780
229	0.364	2.00	1	146	5.135
230	-0.005	2.00	1	146	-15.780
231	-0.005	2.00	1	146	-15.780
232	-0.355	2.00	1	146	-15.780
233	0.734	2.00	1	146	5.135
234	-0.111	2.00	1	146	-15.780
235	-0.097	2.00	1	146	-15.780
236	-0.526	2.00	1	146	-15.780
237	0.840	2.00	1	146	5.135
238	0.729	2.00	1	146	5.135
239	-0.318	2.00	1	146	-15.780
240	-1.251	2.00	1	146	-15.780
241	2.709	2.00	1	146	5.135
242	2.650	2.00	1	146	5.135
243	-2.656	2.00	1	146	-15.780
244	-2.703	2.00	1	146	-15.780
245	-0.349	2.00	1	146	-15.780
246	2.006	2.00	1	146	5.135
247	-1.308	2.00	1	146	-15.780
248	-0.349	2.00	1	146	-15.780
249	-0.097	2.00	1	146	-15.780
250	0.734	2.00	1	146	5.135
251	-0.526	2.00	1	146	-15.780
252	-0.111	2.00	1	146	-15.780
253	0.734	2.00	1	146	5.135
254	-0.097	2.00	1	146	-15.780
255	-0.111	2.00	1	146	-15.780
256	-0.526	2.00	1	146	-15.780
257	2.006	2.00	1	146	5.135

ANALISIS, DISEÑO Y COSTO DE ARMADURAS

ARMADURA : A:TRIODES.ARM

FUERZAS AXIALES Y CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS

NUM. DE MIEMBRO	FUERZA AXIAL (ton.)	RADIO DE GIRO DESFAVORABLE	RELACION DE ESBELTEZ	CAPACIDAD (ton.)	
258	-0.349	2.00	1	146	-15.780
259	-0.349	2.00	1	146	-15.780
260	-1.308	2.00	1	146	-15.780
261	2.650	2.00	1	146	5.135
262	2.709	2.00	1	146	5.135
263	-2.703	2.00	1	146	-15.780
264	-2.656	2.00	1	146	-15.780
265	4.114	2.00	1	146	5.135
266	8.171	2.41	1	121	10.782
267	1.458	2.00	1	146	5.135
268	4.114	2.00	1	146	5.135
269	-2.703	2.00	1	146	-15.780
270	2.650	2.00	1	146	5.135
271	-2.656	2.00	1	146	-15.780
272	2.709	2.00	1	146	5.135
273	-0.318	2.00	1	146	-15.780
274	0.840	2.00	1	146	5.135
275	-1.251	2.00	1	146	-15.780
276	0.729	2.00	1	146	5.135
277	0.840	2.00	1	146	5.135
278	-0.318	2.00	1	146	-15.780
279	0.729	2.00	1	146	5.135
280	-1.251	2.00	1	146	-15.780
281	2.650	2.00	1	146	5.135
282	-2.703	2.00	1	146	-15.780
283	2.709	2.00	1	146	5.135
284	-2.656	2.00	1	146	-15.780
285	8.171	2.41	1	121	10.782
286	4.114	2.00	1	146	5.135
287	4.114	2.00	1	146	5.135
288	1.458	2.00	1	146	5.135

REACCIONES EN LOS NUDOS (ton.)

NUDO	EJE X	EJE Y	EJE Z
50	7.086	7.086	12.250
55	-7.086	7.086	12.250
80	7.086	-7.086	12.250
85	-7.086	-7.086	12.250