

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA A LOS
60 METROS, EN EL ANALISIS SISMICO DE
EDIFICIOS SIMETRICOS

POR
MARTIN CANTU DIAZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería Estructural

DICIEMBRE DE 1998

TM

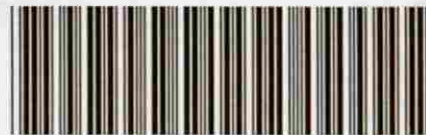
TA654

.6

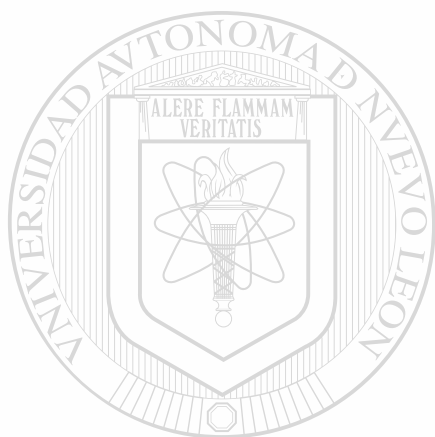
.C36

1998

c.1



1080098322



UANL

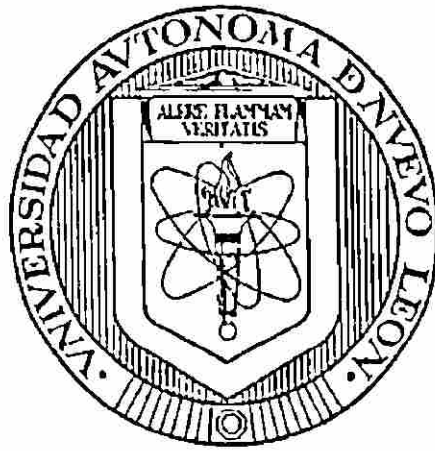
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA A LOS 60 METROS, EN EL
ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS SIMÉTRICOS.**

POR:

MARTÍN CANTÚ DÍAZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Como requisito parcial para obtener el Grado de:

MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en

Ingeniería Estructural

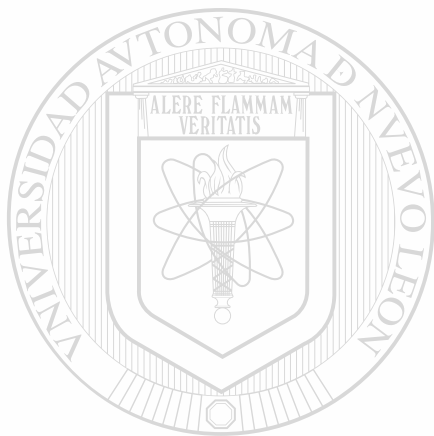
Diciembre de 1998

TAG54

.6

.C36

1998



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA
A LOS 60 METROS, EN EL ANALISIS
SISMICOS DE EDIFICIOS SIMETRICOS**

Aprobación de la Tesis :

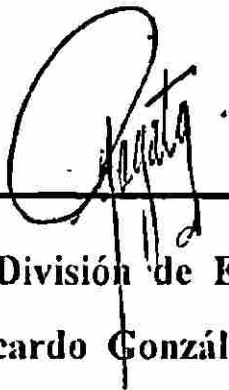


Asesor de la Tesis

Dr. Guillermo Villarreal Garza

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Secretario de la División de Estudios de Postgrado

Dr. Ricardo González Alcorta

**Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Civil
Escuela de Graduados**

At'n Dr. Guillermo Villarreal Garza

Por medio de la presente le presento a su mas atenta consideración la siguiente propuesta para desarrollar el tema de tesis de la Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Estructural.

Tema : Los efectos de una altura próxima a los 60 metros, en el análisis sísmico de edificios simétricos.

Objetivo :

Concluir acerca de la obligatoriedad de utilizar el Análisis Dinámico Modal cuando la altura del Edificio sobrepasa los 60 m. , buscando clarificar el porqué de este limite , ya que no se menciona en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

Sinópsis :

Actualmente , en nuestro país , es de práctica común seguir las normas del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal para determinar las fuerzas que se presentan en las estructuras durante los sismos. Por lo que la aplicación de los métodos de análisis establecidos en este reglamento , establece como limitante para la utilización de Método de Análisis Estático , que la altura no sobrepase los 60 mts. , y obliga a la utilización del Análisis Dinámico en estructuras que sean mayores de esa altura, siendo este el principal interés de éste tema de tesis.

Consideraciones :

En el presente trabajo se analizarán edificios simétricos en geometría y cargas pero de diferentes alturas por los métodos recomendados por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal que son : Análisis Estático , Estático Modificado por el Periodo de la Estructura[®] y Análisis Dinámico Modal , haciendo una comparativa en el valor del Cortante Basal que arroja cada método para las diferentes alturas consideradas .

a) **Dimensionamiento en planta y elevación de los edificios :** Se analizarán edificios de planta regular simétrica con la misma relación $h/b = 1.5$ y de $h/b=2.5$, que cumplen las condiciones de regularidad del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal , y además se mantendrá constante la relación de claro de viga a columna por lo que las geometrías de los edificios nos quedan como se muestra en las figuras anexas .

b) **Índice de rotación de los nudos :** Se mantendrá el mismo índice de rotación del nudo para todos los edificios en todos los niveles , este índice de rotación será calculado de la siguiente forma :

$$\rho = \frac{\sum (I/L) v}{\sum (I/L) c}$$

para poder dar el mismo índice de rotación en los edificios se variaran los valores de la inercia en las vigas y se mantendra el valor de la inercia de las columnas como constante

e) Ubicación y cargas en los edificios :Se considerarán Edificios ubicados en la Zona II , del Grupo B con un factor de comportamiento sísmico $Q = 2$, y que cumplen con las condiciones de regularidad .Como cargas se consideraron 600 Kg/m² como cargas muertas y las cargas vivas correspondientes a un edificio de oficinas 180 Kg/m² para los entresijos y de 100 Kg/m² para la azotea .Se considero un factor de carga de 1.1 tal como lo menciona el artículo 194 del RCDF para obtener la carga a la que estarían sujetos todos los modelos .El Modulo de Elasticidad del concreto considerado es de $E = 15100\sqrt{f'c}$, para concreto de $f'c=280$ Kg/cm² se tomará como $E = 252,000$ kg/cm² .

El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal marca los siguientes parámetros para las condiciones de los edificios antes mencionadas : $T_a = 0.3$ seg. ; $T_b = 1.5$ seg. ; $r = 2/3$.

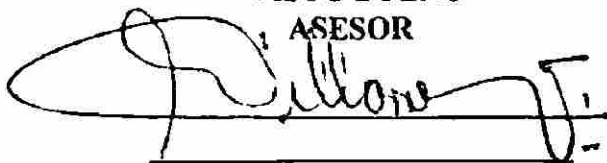
Bibliografía :

- 1.- Manual de Diseño Sísmico de Edificios
de Enrique Bazán Zurita y Roberto Meli P.
Editorial Limusa
- 2.- Dynamic Characteristics of Multistory Buildings
by John A. Blume
Journal of Structural Division , Vol 94 No. ST2 ,Feb'68.
- 3.-Manual de Análisis Sísmico de Edificios .
Departamento del Distrito Federal.
- 4.- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal
Departamento del Distrito Federal , publicado el 2 de Ago-93
- 5.- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo
Departamento del Distrito Federal , publicado el 5 de Nov-87
- 6.- Comentarios a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo
Instituto de Ingeniería de la UNAM , May-91
- 7.- Simplified Earthquake Analysis of Buildings
by Anil K. Chopra
Dynamics of Structures , Edited by Jose M Roesset , Published by ASCE ,
Proceedings of the Sessions at Structures Congress '87 , Orlando Florida
Aug-87
- 9.- Diseño de Estructuras Sismoresistentes
by Minoru Wakabayashi
Ed. Mc-Graw Hill , 1988.

Conclusiones y Recomendaciones :

Las conclusiones y recomendaciones estarán basadas en una comparación de los métodos establecidos en el Reglamento de Construcciones de Distrito Federal enfatizando en la limitante de los 60 metros de altura.

VISTO BUENO
ASESOR



Dr. Guillermo Villarreal Garza

ATENTAMENTE



Ing. Martín Cantú Díaz

28 de Noviembre de 1998

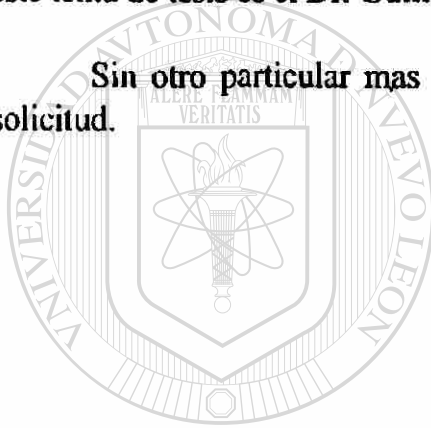
**At'n Dr. Ricardo González Alcorta
Secretario de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería Civil**

Estimado Dr. González :

Por este conducto me permito solicitar su aprobación del tema de tesis : " Los efectos de una altura próxima a los 60 metros , en el análisis sísmico de edificios simétricos ".

Lo anterior con el fin de desarrollar el tema de tesis para la obtención del grado de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Estructural El asesor propuesto para este tema de tesis es el Dr. Guillermo Villarreal Garza.

Sin otro particular mas por el momento, quedo en espera de su aprobación a mi solicitud.



ATENTAMENTE

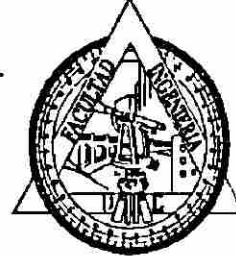
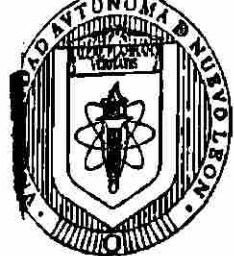
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Martín Cantú Díaz", is written over the printed name below.

Ing. Martín Cantú Díaz

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



C.C.P. Dr. Guillermo Villarreal Garza



COMPROBANTE DE CORRECCION

Tesista: MARTÍN CANTÚ DÍAZ

Tema de la tesis: LOS EFECTOS DE UNA ALTURA PROXIMA
 A LOS 60 METROS, EN EL ANALISIS SISMICO DE
 EDIFICIOS SIMETRICOS

Este documento certifica la corrección _____
 del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico,
 metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(NINGUNA)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

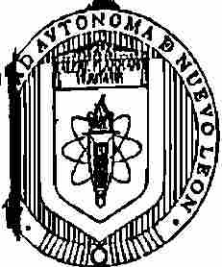
Nombre y firma de quien corrigió:

Ramón Longoria
 Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Secretario de Posgrado:

Ricardo
 Dr. Ricardo González Alcorta

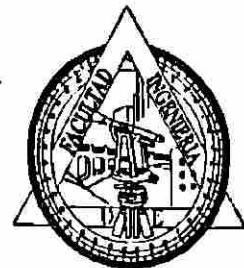
Ciudad Universitaria, a 30 de noviembre de 1998.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL U.A.N.L.

SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



MONTERREY, N.L, DICIEMBRE 3, 1998.

ING. LÁZARO VARGAS GUERRA
DIRECTOR DEL DEPTO. ESCOLAR Y
DE ARCHIVO DE LA U.A.N.L.
TORRE DE RECTORÍA
PRESENTE.-

Estimado Ing. Vargas:

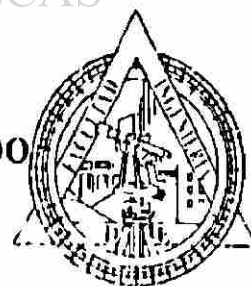
Por este conducto me permito comunicarle que el **ING. MARTIN CANTU DIAZ** pasante de la **MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL**, ha solicitado su examen de Grado, para lo cual ha cubierto la totalidad de los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución. Le pido amablemente girar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente en el Departamento a su digno cargo.

Sin otro particular de momento, me es grato enviarle un cordial saludo y reiterarme a sus respetables órdenes.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ATENTAMENTE,

“ ALERE FLAMMAM VERITATIS “
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
EL SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSGRADO



DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA

SECRETARIA DE ESTUDIOS
DE POSTGRADO

C.c.p. Archivo.

RESUMEN

Martín Cantú Díaz

Fecha de obtención del grado :

Diciembre de 1998

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Civil

Título del estudio :

Los Efectos de una Altura Próxima a los 60 metros , en el Análisis Sísmico de Edificios Simétricos .

Area de estudio :

Ingeniería Estructural .

Propósito y método de estudio :

En el presente trabajo se investiga acerca de la obligatoriedad de utilizar el Análisis Dinámico Modal cuando la altura del edificio sobrepasa los 60 metros , buscando clarificar el porqué se establece esta limitante de altura , ya que no se menciona en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal . Para la valuación de las fuerzas , a las que estarán sujetas las estructuras , durante un sismo , el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal establece el empleo de alguno de los cuatro métodos de análisis por él establecidos , en base a la comparativa , de los resultados de estos métodos de análisis , para las estructuras consideradas , es como se pretende esclarecer , en este estudio , sobre la obligatoriedad de utilizar el método de análisis dinámico modal , para edificios con una altura mayor a 60 metros .

DEDICATORIA

Dedico especialmente este trabajo :

A Don Francisco Isidoro Cantú Padilla y a María Luisa Díaz de Cantú , mis amados padres .

A Luis Francisco , Jorge Alberto , Fernando , Julio César , Laura Nelly , Luisa Elizabeth y Liliana Ivette Cantú Díaz , mis queridos hermanos .

A Martín , Brenda Verónica y Ricardo Cantú , mis adorados y muy amados hijos .

A Don Manuel , Doña Esther , Don Natalio y Doña Cruz , mis queridos abuelos .

A mis maestros quienes con paciencia y dedicación me enseñaron cuanto sé, Ing. Oscar González Garza y muchos otros que sería muy largo de enumerar .

Muy especialmente, a los doctores Guillermo Villarreal Garza y Raymundo Rivera Villarreal ; quienes , además de ser mis maestros , me apoyaron en una época muy difícil .

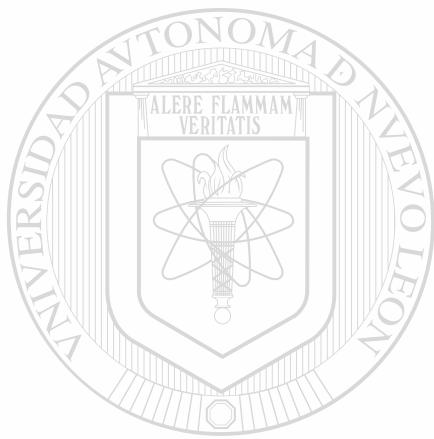
A mis amigos y compañeros , por su continuo apoyo .

A Ana Margarita Gaytán Jasso por su incondicional apoyo sin el cual este trabajo no hubiera sido posible .

ÍNDICE GENERAL

| Capítulo | Página |
|--|-----------|
| Prologo | 1 |
| 1. Introducción | 2 |
| 2. Objetivo | 3 |
| 3. Consideraciones básicas | 4 |
| 3.1. Dimensionamiento en planta y elevación de los edificios | 4 |
| 3.2. Índice de rotación de los nudos | 6 |
| 3.3. Ubicación y cargas en los edificios | 7 |
| 4. Métodos de análisis de los edificios | 8 |
| 5. Desarrollo de los métodos de análisis | 9 |
| 5.1. Análisis estático de los edificios | 9 |
| 5.1.1. Cálculo de las fuerzas cortantes | 9 |
| 5.2. Análisis estático modificado por el periodo fundamental | 11 |
| 5.2.1. Determinación de la rigidez de las estructuras | 12 |
| 5.2.2. Cálculo del periodo fundamental de vibración de los edificios | 12 |
| 5.2.3. Cálculo de las fuerzas cortantes reducidas | 13 |
| 5.3. Análisis dinámico de los edificios | 14 |
| 5.3.1. Cálculo de los modos naturales de vibrar de los edificios | 15 |
| 5.3.2. Combinación de las respuestas modales | 15 |
| 5.3.3. Revisión por cortante basal | 17 |
| 6. Comparación de los resultados obtenidos en los análisis de los edificios | 19 |
| 7. Conclusiones | 21 |
| 8. Bibliografía | 23 |
| Anexos | |
| Anexo 1 Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático | |
| Anexo 2 Cálculo de las rigideces de las estructuras | |

- Anexo 3** Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración
- Anexo 4** Cálculo de los modos naturales de vibración de las estructuras
- Anexo 5** Cálculo de la combinación de los modos para la estimación de las fuerzas cortantes en las estructuras utilizando el análisis dinámico



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE TABLAS

| Tabla | Página |
|--|---------------|
| I.a. Cálculo del índice de rotación ρ para los edificios con $h/b=1.5$. . . | 6 |
| I.b. Cálculo del índice de rotación ρ para los edificios con $h/b=2.5$. . . | 7 |
| II.a. Resultados del análisis estático de los edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$. . . | 11 |
| II.b. Resultados del análisis estático de los edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$. . . | 11 |
| III.a. Resultados del análisis estático modificado considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$. . . | 14 |
| III.b. Resultados del análisis estático modificado considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$. . . | 14 |
| IV.a. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$. . . | 17 |
| IV.b. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$. . . | 17 |
| V.a. Cálculo del cortante basal mínimo $V_{o\min}$ para análisis dinámico, edificios No. 1 al 4, $h/b=1.5$ | 18 |
| V.b. Cálculo del cortante basal mínimo $V_{o\min}$ para análisis dinámico, edificios No. 5 al 8, $h/b=2.5$ | 18 |
| VI. Comparación de los resultados del cortante basal de análisis estático modificado por el periodo y el análisis dinámico contra el análisis estático | 20 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|---|---------------|
| 1 | Planta y elevación del edificio No. 1 y 5 | 4 |
| 2 | Planta y elevación del edificio No. 2 y 6 | 5 |
| 3 | Planta y elevación del edificio No. 3 y 7 | 5 |
| 4 | Planta y elevación del edificio No. 4 y 8 | 5 |
| 5 | Fuerzas sísmicas en un edificio | 10 |
| 6 | Espectro de diseño | 10 |
| 7 | Modelo de análisis para el cálculo de la rigidez de la estructura | 12 |
| 8 | Resultados de cortante basal , edificios con $h/b=1.5$ | 24 |
| 9 | Resultados de cortante basal , edificios con $h/b=2.5$ | 25 |
| 10 | Cortante basal mínimo dinámico vs dinámico | 26 |
| 11 | Comparación del cortante basal $h/b= 1.5$ y 2.5 | 27 |
| 12 | Comparación del cortante basal modificado o dinámico vs estático | 28 |
| 13 | Comparación V 1er modo vs V combinación $h/b=1.5$ | 29 |
| 14 | Comparación V 1er modo vs V combinación $h/b=2.5$ | 30 |

NOMENCLATURA

- h/b = relación altura total al ancho de la base de la edificación
- L = claro entre ejes de la edificación
- B = ancho total de la edificación
- ρ = índice de rotación de los nudos
- I = momento de inercia de la sección
- Q = factor de comportamiento sísmico
- T_a, T_b = periodos característicos que delimitan la meseta del espectro de diseño
- r = exponente que define la parte curva del espectro de diseño
- RCDF = Reglamento de Construcciones del Distrito Federal
- c = coeficiente sísmico
- W_n = peso total de la sección o nivel "n" considerado
- h_n = altura del nivel "n" considerado
- T = periodo de vibrar
- V = cortante
- T_c = periodo fundamental de vibración de la estructura
-
- π = valor de pi
- a = ordenada espectral correspondiente al periodo fundamental de vibración
- P_n = fuerza sísmica en el nivel "n" considerado
- Q' = factor reductivo
- q = factor dependiente de los periodos de vibrar de la estructura y del espectro de diseño
- α_1, α_2 = coeficientes de proporcionalidad
- V_b = cortante basal
- r_o = respuesta máxima del sistema
- r_{no} = respuesta de cada modo "n"
- ρ_{in} = coeficiente de correlación
- ζ = valor del amortiguamiento
- β_{in} = factor dependiente de las frecuencias angulares de los modos de vibrar
- ω = frecuencia angular de los modos

PROLOGO

La rama de la Ingeniería Estructural que esta relacionada con el análisis y diseño de las edificaciones sujetas a los efectos de los movimimntos telúricos , es la Ingeniería Sísmica , ésta tiene por objeto el proyecto de edificaciones confiables y seguras , sin perder de vista el aspecto económico .

Debido a la incertidumbre de los sismos , los especialistas de todo el mundo , han tratado de desarrollar métodos de análisis y diseño de edificaciones , que den por resultado estructuras con una seguridad adecuada ante los efectos de los sismos .

El propósito de está tesis es el establecer la importancia de mejorar la normatividad existente en el diseño de estructuras sismo-resistentes , también para exponer , en una forma más completa el porqué la limitante en altura , para el uso de los métodos de análisis establecidos en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal .

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

Los movimientos telúricos , a lo largo de la historia , han azotado grandes civilizaciones y sepultado ciudades enteras , por ello , es que los ingenieros han buscado técnicas de diseño y construcción apropiadas , estableciendo códigos y normas que regulen la edificación , de acuerdo a los requisitos necesarios , para disminuir el riesgo y la fatalidad en los momentos inadvertidos en que se presentan los terremotos .

En algunos países de alto riesgo sísmico , entre los cuales se encuentra México , existen muchos procedimientos de análisis que han sido incorporados a los reglamentos de construcción de cada país .

En México , es práctica común para el análisis sísmico seguir las normas del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal , para la estimación de las fuerzas laterales a las que estarán sujetas las estructuras , por razones de un sismo . Para éste análisis se emplea alguno de los cuatro métodos siguientes : el Método Simplificado de Análisis , el Análisis Estático , el Análisis Estático Modificado por el Periodo Fundamental de Vibración de la Estructura y el Análisis Dinámico Modal .

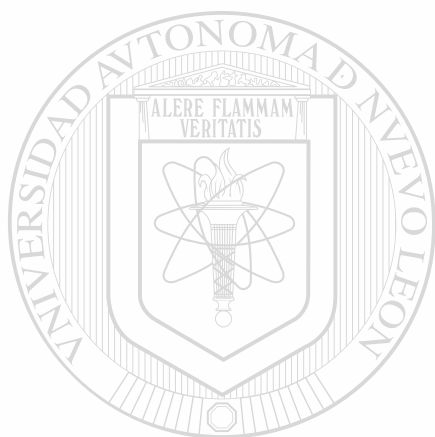
La aplicación de los métodos de análisis establecidos en este reglamento , depende principalmente de las características propias de la estructura ; de la geometría en planta y elevación , del tipo de elementos que soportarán las cargas laterales y de la altura total . Esta última juega un papel muy importante en la selección del tipo de análisis a emplear , para la estimación de las fuerzas laterales , consecuencia de los sismos .

El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal establece como limitante para la utilización del método de Análisis Estático , el que la altura de la estructura no sobrepase los 60 m . , y obliga a la utilización del Análisis Dinámico , en las estructuras que sean mayores de esa altura .

CAPITULO 2

OBJETIVO

El objetivo principal de la tesis es concluir acerca de la obligatoriedad de utilizar el Análisis Dinámico Modal cuando la altura del Edificio sobrepasa los 60 m., buscando clarificar el porqué de este límite, ya que no se menciona en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPITULO 3

CONSIDERACIONES BÁSICAS

Para llevar a cabo el análisis de los edificios, de acuerdo con los métodos estático y estático modificado, por el periodo fundamental de vibración, las edificaciones deben cumplir con una serie de requisitos establecidos en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), por lo que se tomaron las siguientes consideraciones básicas en todos los edificios a analizar.

3.1.- Dimensionamiento en planta y elevación de los edificios: Se analizarán edificios de planta regular simétrica, manteniendo constante la relación de claro de viga a columna en todos los edificios. a analizar, lo anterior con la finalidad de que la estructura sea regular tanto en planta como en elevación, cumpliendo con las condiciones de regularidad del RCDF (ref. 1).

Los edificios 1, 2, 3 y 4 corresponden a la relación $h/b = 1.5$, y los edificios 5, 6, 7 y 8 a la relación $h/b = 2.5$.

Las geometrías en planta y elevación de los edificios se muestran en las figuras No. 1 a la No. 4.

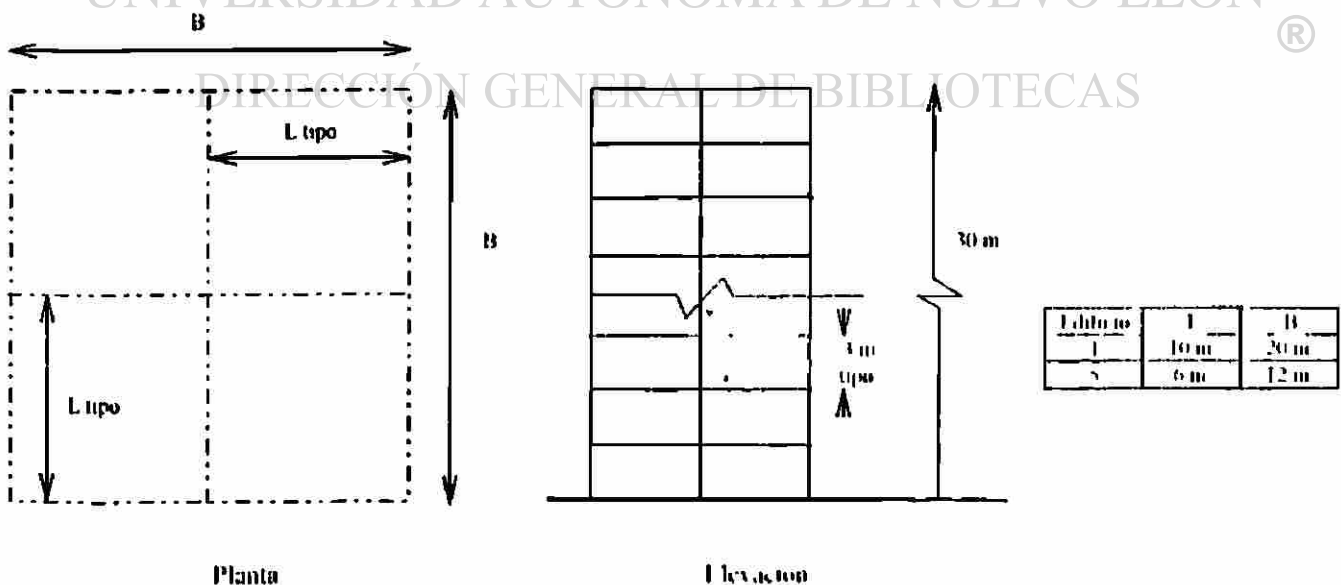
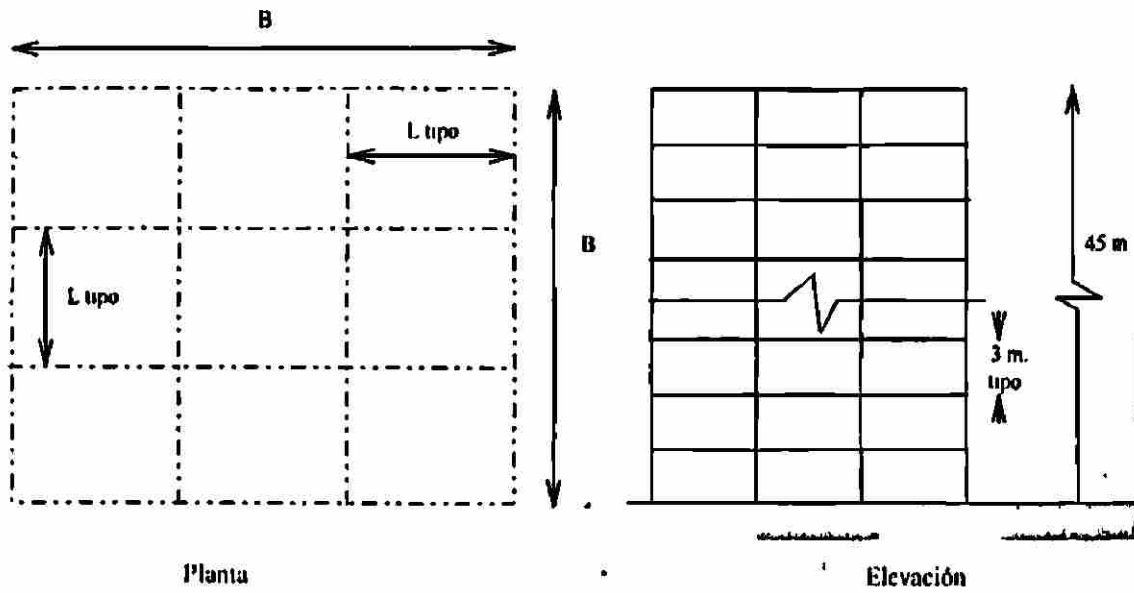
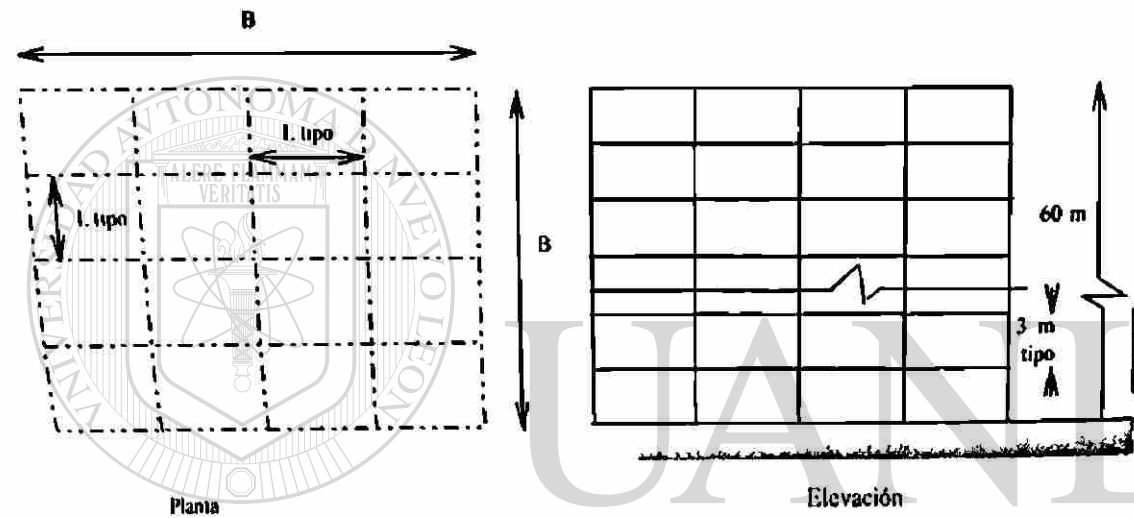


Figura 1. Planta y Elevación de los Edificios No. 1 y 5



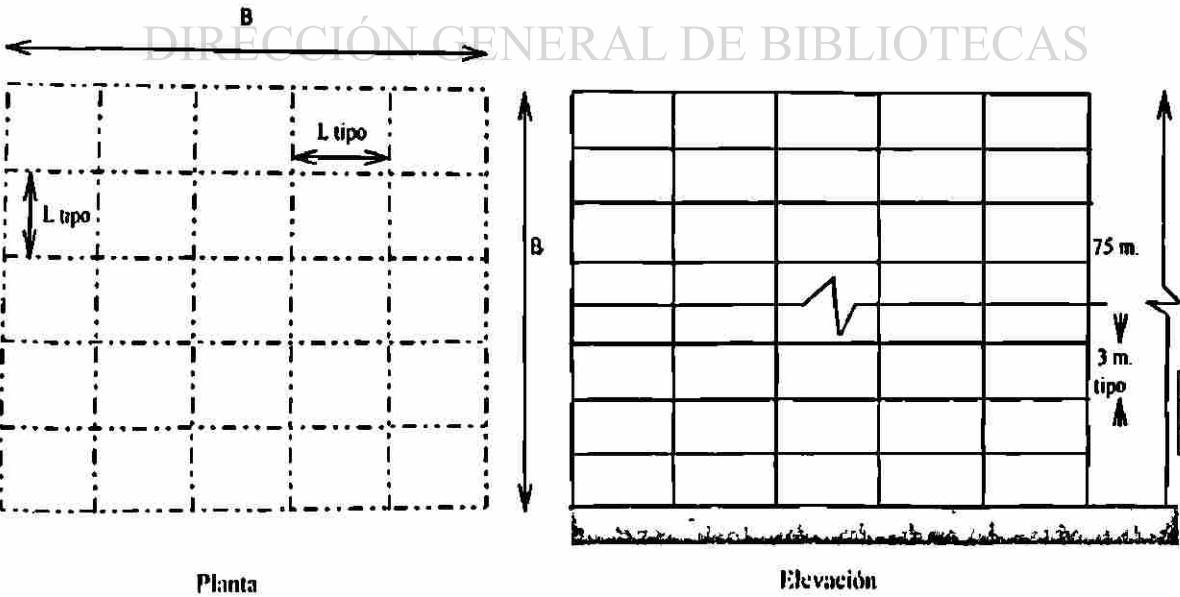
| Edificio | L | B |
|----------|-------|------|
| 2 | 10 m. | 30 m |
| 6 | 6 m. | 18 m |

Figura 2. Planta y Elevación de los Edificios No. 2 y 6



| Edificio | L | B |
|----------|------|-------|
| 3 | 10 m | 40 m |
| 7 | 6 m | 24 m. |

Figura 3. Planta y Elevación de los Edificios No. 3 y 7



| Edificio | L | B |
|----------|------|------|
| 4 | 10 m | 50 m |
| 8 | 6 m | 30 m |

Figura 4. Planta y Elevación de los Edificios No. 4 y 8

3.2.- Índice de rotación de los nudos : La rigidez de un miembro de un marco a flexión está relacionada con la ecuación EI/L , donde EI representa las propiedades mecánicas y geométricas del elemento y L la longitud o claro del mismo. Blume (ref. 2) determinó un índice de rotación de los nudos ρ , que a la vez representa la rigidez relativa de la estructura ya que está basado en las propiedades de las vigas y las columnas del piso más cercano a la mitad de la altura del edificio. Este índice de rotación será calculado de la siguiente forma :

$$\rho = \frac{\sum (I/L) v}{\sum (I/L) c}$$

Este parámetro ρ es una medida de la rigidez relativa viga-columna e indica qué tanto se espera que el sistema se comporte como un marco. Para $\rho = 0$ las vigas no imponen restricción en las uniones viga-columna y el marco se comporta como una viga a flexión. Para $\rho = \infty$ las vigas restringen completamente las uniones viga-columna, y la estructura se comporta como una viga de cortante con curvatura doble de las columnas en cada nivel. Un valor intermedio de ρ indica que la estructura sufrirá deformaciones por flexión, con rotación de las uniones viga-columna.

Para los edificios en estudio, se estableció la misma relación de rigidez viga-columna; por lo que todos los edificios tienen el mismo índice de rotación del nudo, para todos los niveles $\rho = 0.50$.

Para poder dar el mismo índice de rotación en los edificios, se tomará como base el edificio más alto, con $h/b = 1.5$, en este caso el de $h = 75$ m., donde se considerarán las inercias de vigas y columnas como $1.000 I$. Para los siguientes edificios, se calcularán los valores de I_v dejando $I_c = 1.000 I$ y se variarán los valores de la inercia en las vigas, manteniendo el valor de la inercia de las columnas como una constante. Los valores resultantes para cada edificio se muestran en las tablas No. 1.a. y 1.b. :

| Edificio | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dimensión en planta | 20 m X 20 m | 30 m X 30 m | 40 m X 40 m | 50 m X 50 m |
| Dimensión tablero tipo | 10 m X 10 m | 10 m X 10 m | 10 m X 10 m | 10 m X 10 m |
| Altura entrepiso tipo | 3 m. | 3 m. | 3 m. | 3 m. |
| \sum vigas | 12 | 24 | 40 | 60 |
| \sum columnas | 9 | 16 | 25 | 36 |
| I viga tipo | 1.250 I | 1.111 I | 1.042 I | 1.000 I |
| I columna tipo | 1.000 I | 1.000 I | 1.000 I | 1.000 I |
| ρ | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

Tabla No. 1.a. Cálculo del índice de rotación ρ para los edificios con $h/b = 1.5$.

| Edificio | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dimensión en planta | 12 m X 12 m | 18 m X 18 m | 24 m X 24 m | 30 m X 30 m |
| Dimensión tablero tipo | 6 m X 6 m | 6 m X 6 m | 6 m X 6 m | 6 m X 6 m |
| Altura entrepiso tipo | 3 m. | 3 m. | 3 m. | 3 m. |
| Σ vigas | 12 | 24 | 40 | 60 |
| Σ columnas | 9 | 16 | 25 | 36 |
| I viga tipo | 0.750 I | 0.667 I | 0.625 I | 0.600 I |
| I columna tipo | 1.000 I | 1.000 I | 1.000 I | 1.000 I |
| ρ | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

Tabla No. 1.b. Cálculo del índice de rotación ρ para los edificios con $h/b = 2.5$.

3.3.- Ubicación y cargas en los edificios : Se considerarán edificios ubicados en la Zona II, del Grupo B, con un factor de comportamiento sísmico $Q = 2$, y que cumplen con las condiciones de regularidad; lo anterior de acuerdo al RCDF (ref. 1), el cual indica que para edificaciones con las condiciones antes mencionadas se tiene: $T_a = 0.3$ seg.; $T_b = 1.5$ seg.; $r = 2/3$.

Las estructuras consideradas serán de concreto, con un $f'_c = 280$ Kg/cm², con un Módulo de Elasticidad del concreto de $E = 15100\sqrt{f'_c} = 252,000$ Kg/cm².

En cuanto a la estimación de la masa que actúa en cada edificio, se consideraron cargas representativas de un edificio de oficinas convencional, se estimaron las cargas muertas en 600 Kg/m² y las cargas vivas correspondientes a un edificio de oficinas de 180 Kg/m² para los entrepisos y de 100 Kg/m² para la azotea. Adicionalmente, se consideró un factor de carga de 1.1, tal como lo menciona el artículo 194 del RCDF, para obtener la masa estimada a la que estarían sujetos todos los modelos.

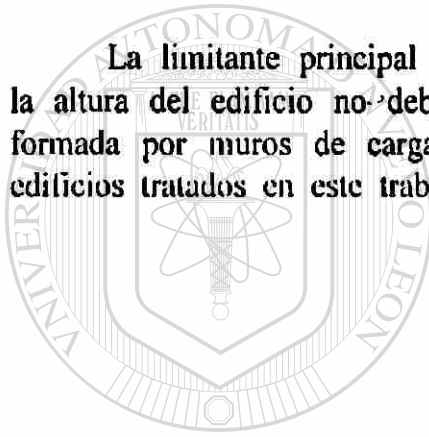
CAPITULO 4

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE LOS EDIFICIOS

El RCDF contempla cuatro métodos o procedimientos de análisis para estructuras de edificios sometidos a fuerzas sísmicas que son:

- ◆ El Método simplificado de análisis
- ◆ El Análisis estático
- ◆ El Análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración
- ◆ El Análisis dinámico

La limitante principal para el empleo del método simplificado de análisis es que la altura del edificio no debe ser mayor que 13 m. y que la estructura esté básicamente formada por muros de carga, por lo que no se empleará en este estudio, ya que los edificios tratados en este trabajo tienen una altura mucho mayor que los 13 m. .



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPITULO 5

DESARROLLO DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS

A continuación se presenta, de forma muy general, el desarrollo de cada uno de los métodos de análisis mencionados en el punto anterior para las estructuras en estudio.

5.1.- Análisis estático de los edificios: Este tipo de análisis es muy simple ya que consiste en evaluar una fuerza lateral equivalente estática que sustituya a la fuerza sísmica lateral. Esta fuerza equivalente depende principalmente de las condiciones regionales y geológicas del sitio donde este ubicada la edificación, su importancia, el periodo fundamental de vibración de la edificación, su ductilidad y el cumplimiento de las condiciones de regularidad indicadas en el RCDF, entre otros.

La limitante principal que señala el RCDF para el uso de este tipo de análisis es el que la edificación no exceda los 60 m. de altura, por lo que este método de análisis es generalmente utilizado para estructuras de tamaño mediano.

5.1.1.- Cálculo de las fuerzas cortantes, utilizando el análisis estático: En el análisis estático se busca conocer una estimación rápida, simple y razonable de las fuerzas laterales estáticas equivalentes, que reemplazarían a las fuerzas sísmicas laterales para el posterior diseño de la estructura. Para efectuar el análisis estático de la estructura se procede de la siguiente manera:

- a) Se considera que las fuerzas cortantes, en diferentes niveles de la estructura, forman un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se suponen concentradas las masas, losas o sistemas de piso. La carga gravitacional debe incluir el peso de los miembros, estructurales y no estructurales, y la carga viva, la cual está reducida del valor que se utiliza para el diseño de carga vertical de los elementos.
- b) Cada una de estas fuerzas se toma igual al peso de la masa que les corresponde, multiplicado por un coeficiente proporcional a la altura de la masa en cuestión, sobre el desplante (o nivel a partir del cual las deformaciones estructurales son apreciables). Con lo anterior, se consigue una distribución lineal de aceleraciones, de magnitud ajustada para que en la base sea igual a un coeficiente sísmico de diseño (c/Q) multiplicado por la masa de la estructura, independientemente del periodo fundamental de la estructura.

La figura No. 5 muestra la distribución de las fuerzas cortantes considerada en el método de análisis estático y la figura No. 6 el espectro de diseño, ambos del RCDF.

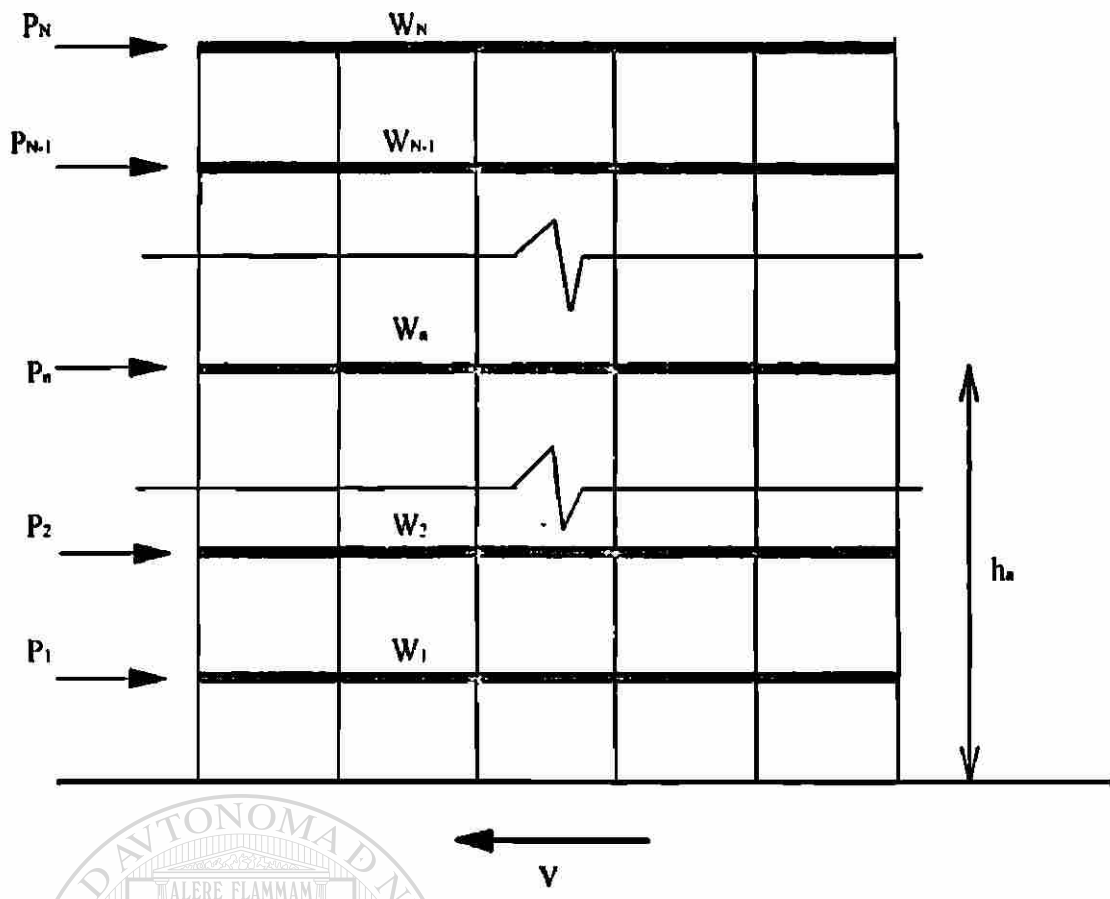


Figura 5. Fuerzas Sísmicas en un Edificio

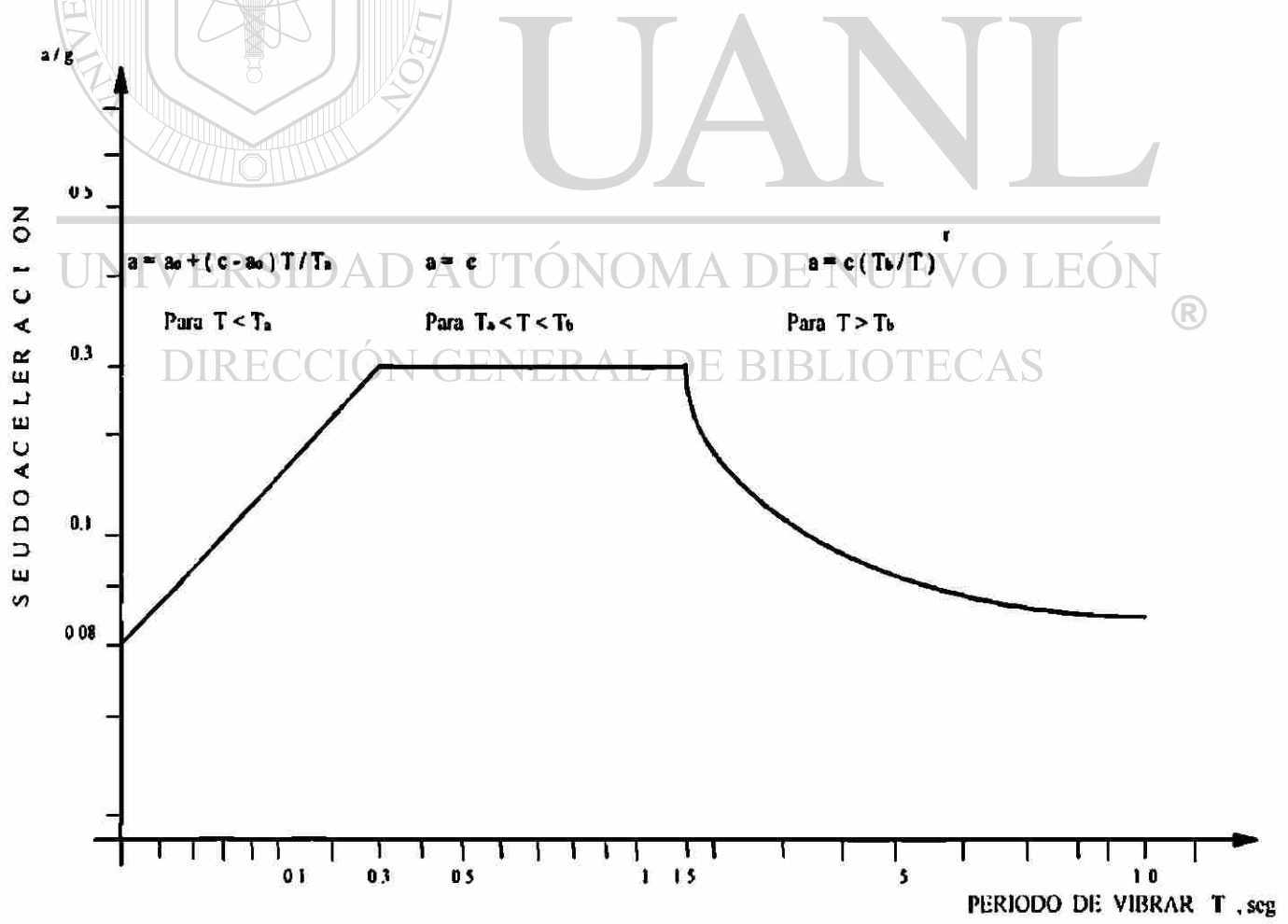


Figura 6. Espectro de diseño

Los cálculos que se realizaron para la estimación de las fuerzas cortantes por el método de análisis estático, para los modelos de los edificios Nos. del 1 al 8, aparecen en el Anexo No. 1, las tablas No. II.a. y II.b. muestra los resultados de estos análisis.

| Edificio | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dimensión en planta | 20 m X 20 m | 30 m X 30 m | 40 m X 40 m | 50 m X 50 m |
| Altura total | 30 m | 45 m | 60 m | 75 m |
| Peso total Ton | 3,396.80 | 11,503.80 | 27,315.20 | 53,405.00 |
| V basal Estático Ton | 543.49 | 1,840.61 | 4,370.43 | 8,544.80 |
| V basal Est. / Peso Tot | 16 % | 16 % | 16 % | 16 % |

Tabla No. II.a. Resultados del análisis estático de los edificios No. 1 al 4, $h/b = 1.5$.

| Edificio | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dimensión en planta | 12 m X 12 m | 30 m X 30 m | 40 m X 40 m | 50 m X 50 m |
| Altura total | 30 m | 45 m | 60 m | 75 m |
| Peso total Ton | 1,223.30 | 4,141.50 | 9,833.30 | 19,225.80 |
| V basal Estático Ton | 195.73 | 662.64 | 1,573.33 | 3,076.13 |
| V basal Est. / Peso Tot | 16 % | 16 % | 16 % | 16 % |

Tabla No. II.b. Resultados del análisis estático de los edificios No. 5 al 8, $h/b = 2.5$.

5.2.- Análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración: El RCDF establece este método de análisis para la disminución de las fuerzas laterales calculadas por el método de análisis estático, el cual está basado en el cálculo aproximado del periodo fundamental de vibración de la estructura.

Para la evaluación de las fuerzas sísmicas, estimando el periodo fundamental de la estructura, se adopta una distribución lineal de las aceleraciones con la altura sobre el nivel en que los desplazamientos de la estructura son iguales a los del terreno, que se ve justificada mientras el periodo fundamental de la estructura no sea demasiado largo, digamos $T_e < T_b$. En caso contrario, en vez de la variación lineal de la aceleración de diseño, se adopta una variación cuadrática que da proporcionalmente mayores aceleraciones en los niveles altos, tanto mayores cuanto más grande sea el cociente T_e / T_b .

5.2.1.- Determinación de la rigidez de las estructuras : La rigidez de las columnas al cortante, para los edificios en estudio, se calculará con base en un análisis planar de los edificios (ver figura No. 7) en los modelos se colocarán cargas laterales en cada entrepiso y la rigidez de las columnas se calcularán (a partir de los resultados del análisis) como la carga lateral necesaria para producir un desplazamiento unitario en las columnas del entrepiso en cuestión. Así, sucesivamente, se calcularán las rigideces de cada nivel. Los cálculos para la determinación de la rigidez aparecen en el Anexo No. 2.

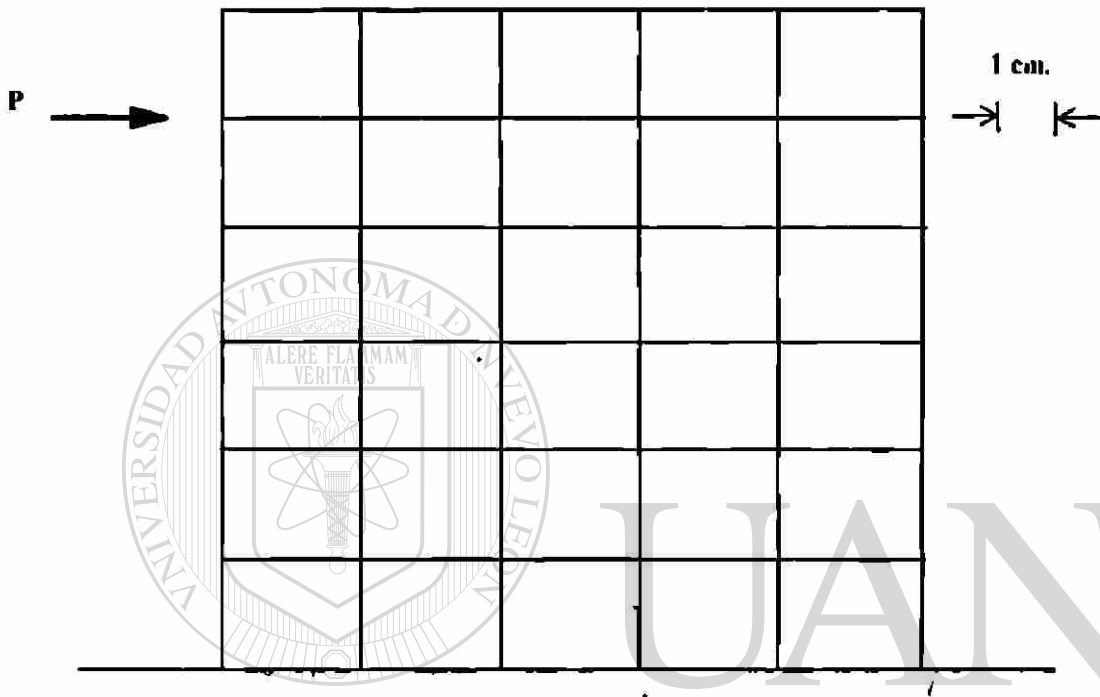


Figura 7. Modelo de análisis para el cálculo de la rigidez de la estructura

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.2.2.- Cálculo del periodo fundamental de vibración de los edificios : El periodo fundamental de vibración de la estructura se obtendrá utilizando el cociente de Schwartz (ref. 3), mediante la expresión :

$$T_e = \frac{2 \pi}{\sqrt{g}} \left\{ \frac{\sum_{n=1} W_n X_n^2}{\sum_{n=1} P_n X_n} \right\}^{1/2}$$

Donde P_n es la fuerza lateral que actúa sobre la masa n , X_n el correspondiente desplazamiento en la dirección de la fuerza y g la aceleración de la gravedad.

Dependiendo del valor de T_e con respecto a T_b es como se determina cuál de los dos criterios rige para estimar el factor de reducción de las fuerzas sísmicas, de tal manera que :

a).- Si T_e es menor o igual a T_b se procederá como en el análisis estático ; pero de tal manera que la relación V/W sea igual a a/Q' , siendo Q' el factor reductivo y a la ordenada espectral correspondiente a T_e . Esto implica que las fuerzas sísmicas sean :

$$P_n = W_n h_n \frac{\sum_{n=1} W_n}{\sum_{n=1} W_n h_n} \frac{a}{Q'}$$

b).- Si T_e es mayor a T_b , en vez de la variación lineal de la aceleración con la altura se adoptará una variación cuadrática que conduce a una fuerza lateral en la n -ésima masa de la forma :

$$P_n = W_n \{ \alpha_1 h_n + \alpha_2 h_n^2 \} \frac{a}{Q}$$

donde los coeficientes de proporcionalidad α_1 y α_2 están dados por las siguientes expresiones :

$$\alpha_1 = \{ 1 - r (1 - q) \} \frac{\sum_{n=1} W_n}{\sum_{n=1} W_n h_n}$$

$$\alpha_2 = 1.5 r (1 - q) \frac{\sum_{n=1} W_n}{\sum_{n=1} W_n h_n^2}$$

en donde $q = (T_b/T_e)^r$ siendo r el exponente de la parte curva del espectro de diseño . En este caso , los coeficientes α_1 y α_2 se tomaron de tal manera que la relación V/W sea idéntica a la relación a/Q cuando T_e es igual a T_b y tienda a 1.25 . 1.33 y 1.5 veces a/Q , para un terreno del tipo I, II y III respectivamente , cuando T_e tiende a infinito .

En nuestro caso , el terreno es del tipo II , por lo que , de acuerdo con el espectro de diseño que nos corresponde , se tiene $T_a = 0.3$, $T_b = 1.5$ y $r = 2/3$. Para el cálculo de los desplazamientos de la estructura se deben determinar primero las rigideces de las estructuras (columnas) para cargas laterales .

5.2.3.- Cálculo de las fuerzas cortantes reducidas : En el Anexo No. 3 se muestran los cálculos de las fuerzas cortantes , resultado del análisis estático , considerando el periodo fundamental de vibración de las estructuras . Las tablas No. III.a. y III.b. muestran los resultados de las fuerzas cortantes reducidas , considerando el periodo fundamental de vibración de las estructuras .

| Edificio | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso total | Ton | 3,396.80 | 11,503.80 | 27,315.20 | 53,405.00 |
| | q | 0.642 | 0.396 | 0.285 | 0.222 |
| | a | 0.205 | 0.127 | 0.091 | 0.071 |
| | 0.8 a / Q' | 0.082 | 0.0508 | 0.0364 | 0.0284 |
| T estimado | seg | 2.914 | 6.017 | 9.833 | 14.337 |
| Vb Est. Modificado | Ton | 390.72 | 875.83 | 1,544.93 | 2,389.26 |
| Vb Est.Mod / Peso Tot | | 11.50 % | 7.61 % | 5.66 % | 4.47 % |

Tabla No. III.a. Resultados del análisis estático modificado , considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 1 a 4 , h/b= 1.5 .

| Edificio | | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------|------------|----------|----------|----------|-----------|
| Peso total | Ton | 1,223.30 | 4,141.50 | 9,833.30 | 19,225.80 |
| | q | 0.8988 | 0.5525 | 0.3966 | 0.3087 |
| | a | 0.2876 | 0.1768 | 0.1269 | 0.0988 |
| | 0.8 a / Q' | 0.1150 | 0.0707 | 0.0508 | 0.0395 |
| T estimado | seg | 1.7603 | 3.6523 | 6.0046 | 8.7463 |
| Vb Est. Modificado | Ton | 181.86 | 420.74 | 749.57 | 1,168.36 |
| Vb Est.Mod / Peso Tot | | 14.87 % | 10.16 % | 7.62 % | 6.08 % |

Tabla No. III.b. Resultados del análisis estático modificado , considerando el periodo fundamental de vibración de los edificios No. 5 a 8 , h/b= 2.5 .

5.3.- Análisis dinámico de los edificios : El análisis dinámico permite determinar la respuesta de una estructura estáticamente diseñada , bajo una fuerza dinámica y valorar la seguridad de la respuesta de la estructura . Este análisis se lleva a cabo cuando se requiere una evaluación más acertada de la fuerza sísmica y el comportamiento estructural de las edificaciones .

Para aplicar el método dinámico , el RCDF no especifica restricción alguna . Por el contrario , el RCDF exige emplear alguno de los métodos dinámicos que el mismo RCDF reconoce , cuando no se satisfagan las limitaciones que se estipulan para aplicar el método estático . Entre estas limitaciones se encuentra la limitante en altura de la estructura ya que si esta altura es mayor a 60 m. deberá emplearse el análisis dinámico para la estimación de las fuerzas cortantes .

Hay dos métodos tanto elásticos como inelásticos para el análisis dinámico ; pero los primeros se utilizan más a menudo , por razones de simplicidad . El RCDF contempla solamente el uso de los métodos elásticos , donde se denominan análisis modal y el cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos .

Análisis elástico dinámico . Es la respuesta *elástica* de una estructura bajo una fuerza sísmica y se puede determinar , en mejor forma , mediante un análisis modal . Los métodos de análisis son :

- a) **Análisis modal del espectro de respuesta o análisis modal espectral** : en este caso , se obtienen los valores máximos de respuesta para cada modo de los espectros de diseño y se suman para determinar la respuesta máxima de cada modo .
- b) **Análisis modal de historia del tiempo o análisis “ paso a paso “** ; en este procedimiento se obtienen las historias en el tiempo , de la respuesta de cada modo característico y , posteriormente , se suman para obtener la respuesta en la historia en el tiempo , en este método se acude a acelerogramas de temblores reales o de movimientos simulados o combinaciones de ambos .

En este trabajo se utilizará el análisis modal espectral , el cual es aplicable al cálculo de la respuesta lineal de estructuras con varios grados de libertad , sujetas a movimiento sísmico definido por medio del espectro de diseño . En rigor , este método dinámico no puede utilizarse para determinar las fuerzas de diseño , puesto que éstas son función de la respuesta no lineal de la estructura ; sin embargo , esta situación se resuelve si el comportamiento inelástico se introduce artificialmente , usando espectros reducidos por ductilidad , así la respuesta no lineal se puede obtener aproximadamente como la respuesta lineal pero modificada por ductilidad .

5.3.1.- Cálculo de los modos naturales de vibrar de los edificios : En el análisis modal espectral deberá considerarse el efecto de todos los modos naturales de vibración con período mayor o igual a 0.4 seg. , pero en ningún caso podrán considerarse menos que los tres primeros modos de traslación en cada dirección de análisis . En el Anexo No. 4 se muestran los cálculos de los modos naturales de vibración de las estructuras en estudio .

5.3.2.- Combinación de las respuestas modales : No es posible determinar el valor exacto de la respuesta máxima ; debido , en forma general , los valores máximos de cada modo se alcanzan en instantes diferentes de tiempo y la respuesta combinada alcanza su valor máximo también en un instante de tiempo diferente al de los modos . Debido a lo anterior es que se utilizan métodos aproximados para el cálculo de la respuesta , en general , los valores máximos de respuesta de cada modo se sumarán para obtener la respuesta máxima de todo el sistema .

Existen varios criterios para obtener el valor de la respuesta máxima del sistema (ref. 4) , los criterios más ampliamente utilizados para estimar el valor de la respuesta máxima , y que se utilizarán en este trabajo , son :

- a) La *square-root-of-sum-of-squares* (SRSS) desarrollado por E. Rosenbluth en 1951 (Ph. D. thesis) y que establece :

$$r_0 \cong \left\{ \sum_{n=1}^N r_{no}^2 \right\}^{1/2}$$

El pico de respuesta de cada modo es elevado al cuadrado , se suman los cuadrados de los picos de los modos , y la raíz cuadrada de la suma es la respuesta estimada del sistema . Este método ofrece excelentes resultados de respuestas estimadas para estructuras con frecuencias naturales que estén separadas al menos un 10 % entre sí

- b) La *complete quadratic combination* (CQC) para la combinación de los modos es aplicable a una clase de estructuras más amplia y supera las limitaciones del método SRSS . De acuerdo con el método CQC tenemos :

$$r_0 \cong \left\{ \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^N \rho_{in} r_{io} r_{no} \right\}^{1/2}$$

Cada uno de los términos del lado derecho de esta ecuación es el producto de los picos de respuesta en los modos i -ésimo y n -ésimo y el coeficiente de correlación ρ_{in} para estos dos modos , ρ_{in} varía entre los valores de 0 y 1 . En el caso particular de que $i = n$, se forman términos con N^2 y $\rho_{in} = 1$ por lo que podemos re-escribir la ecuación anterior como :

$$r_0 \cong \left\{ \sum_{n=1}^N r_{no}^2 + \sum_{\substack{n=1 \\ i \neq n}}^N \sum_{i=1}^N \rho_{in} r_{io} r_{no} \right\}^{1/2}$$

En esta ecuación se muestra que la primera suma del lado derecho es idéntica a la combinación del SRSS , donde cada término es obviamente positivo . La doble sumatoria incluye todos los términos $i \neq n$, los cuales pueden ser positivos o negativos .

La ecuación que emplearemos para el cálculo del coeficiente de correlación ρ_{in} . será la propuesta por *Der Kiureghian* (ref. 4) , la ecuación que se muestra ya está simplificada , considerando que $\zeta_i = \zeta_n = \zeta$, por lo que nos queda :

$$\rho_{in} = \frac{8 \zeta^2 (1 + \beta_{in}) \beta_{in}^{3/2}}{(1 - \beta_{in}^2)^2 + 4 \zeta^2 \beta_{in} (1 + \beta_{in})^2}$$

donde $\beta_{in} = \omega_i / \omega_n$, en la cual ω_i y ω_n representan las frecuencias angulares de los modos i -ésimo y n -ésimo , y ζ representa el valor del amortiguamiento , se tomará igual a 0.05 tal como lo sugiere la referencia 4 .

En el anexo , el No. 5 , se muestran los cálculos relativos a la obtención de la respuesta del sistema para las estructuras en estudio . Los cálculos ya muestran los resultados de las combinaciones de los modos . Los valores resultantes se pueden apreciar en las tablas No. IV.a. y IV.b. .

| Edificio | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso total Ton | 3,396.80 | 11,503.80 | 27,315.20 | 53,405.00 |
| T 1 ^{er} modo seg | 2.909 | 6.008 | 9.817 | 14.314 |
| Vb dinámico Ton | 237.15 | 515.59 | 892.47 | 1,370.66 |
| Vb dinámico / Peso Tot | 6.98 % | 4.48 % | 3.27 % | 2.57 % |

Tabla No. IV.a. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 1 al 4 , $h/b = 1.5$.

| Edificio | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| Peso total Ton | 1,223.30 | 4,141.50 | 9,833.30 | 19,225.80 |
| T 1 ^{er} modo seg | 1.7580 | 3.6470 | 5.9955 | 8.7330 |
| Vb dinámico Ton | 114.77 | 250.89 | 438.27 | 673.17 |
| Vb dinámico / Peso Tot | 9.38 % | 6.06 % | 4.46 % | 3.50 % |

Tabla No. IV.b. Resultados del análisis dinámico de los edificios No. 5 al 8 , $h/b = 2.5$.

5.3.3.- Revisión por cortante basal : El RCDF establece que , en la dirección de análisis considerada , la fuerza cortante basal V_o resultado del análisis dinámico debe ser mayor que el valor de $0.8 a W_o / Q'$, en caso contrario se incrementarán todas las fuerzas de diseño y desplazamientos laterales correspondientes en una proporción tal que V_o iguale a este valor . De acuerdo con lo anterior el cortante basal mínimo $V_{o \text{ min}}$ esta dado por la ecuación :

$$V_{o \text{ min}} = 0.8 a W_o / Q'$$

donde a es la ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico, W_o es el valor del peso de la construcción en la base de la estructura y Q' es un factor reductivo de fuerza sísmica con fines de diseño y es función del periodo natural (ref 5), en las Tablas No. V.a. y V.b. se muestran los resultados obtenidos.

| Edificio | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso total Ton | 3,396.80 | 11,503.80 | 27,315.20 | 53,405.00 |
| q | 0.642 | 0.396 | 0.285 | 0.222 |
| a | 0.205 | 0.127 | 0.091 | 0.071 |
| $V_{o\min} = 0.8 a W_o / Q'$ Ton | 278.54 | 584.39 | 994.27 | 1,516.70 |
| $V_{o\min} /$ Peso total | 8.20 % | 5.08 % | 3.64 % | 2.84 % |

Tabla No. V.a. Cálculo del cortante basal mínimo $V_{o\min}$ para análisis dinámico, edificios No. 1 al 4, $h/b = 1.5$.

| Edificio | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| Peso total Ton | 1,223.30 | 4,141.50 | 9,833.30 | 19,225.80 |
| q | 0.8988 | 0.5525 | 0.3966 | 0.3087 |
| a | 0.2876 | 0.1768 | 0.1269 | 0.0988 |
| $V_{o\min} = 0.8 a W_o / Q'$ Ton | 140.68 | 292.80 | 499.53 | 759.42 |
| $V_{o\min} /$ Peso total | 11.50 % | 7.07 % | 5.08 % | 3.95 % |

Tabla No. V.b. Cálculo del cortante basal mínimo $V_{o\min}$ para análisis dinámico, edificios No. 5 al 8, $h/b = 2.5$.

CAPITULO 6

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANÁLISIS DE LOS EDIFICIOS

A continuación se presentan las gráficas donde se comparan los resultados obtenidos en cada análisis , para las estructuras en estudio .

Las Figuras Nos. 8 y 9 nos muestran las comparaciones de los resultados del valor del cortante basal entre el análisis estático , el análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración de las estructuras y el análisis dinámico para las edificaciones con relaciones $h/b = 1.5$ y 2.5 respectivamente . En estas gráficas podemos darnos una clara idea de cómo se disparan los valores del análisis estático comparándolo con los resultados del análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración y del análisis dinámico conforme las estructuras son más altas .

Puede apreciarse que la reducción del valor del cortante basal , al considerar el periodo fundamental de vibración de la estructura , es mas significativa conforme la estructura es más alta , y tiende a ser mayor para la relación $h/b = 1.5$.

En la gráfica de la Figura No. 10 al comparar los resultados del cortante basal del análisis dinámico contra el valor mínimo del cortante basal especificado por el RCDF para el análisis dinámico , se observa que en todas las estructuras en estudio el valor mínimo del cortante basal resultó mayor que el calculado por el análisis dinámico y que conforme la estructura es más alta , la diferencia entre ellos tiende a ser menor independientemente de la relación h/b .

En la gráfica de la Figura No. 11 , se aprecia el resumen de los resultados de la relación cortante basal / peso total de la estructura para los 8 edificios en estudio , en ella se observa que los edificios con relación $h/b = 2.5$ tienen valores más altos que los que tienen una relación de $h/b = 1.5$, tanto para el método de análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración como para el análisis dinámico . Únicamente los resultados del análisis estático arrojan valores iguales del cortante basal para ambas relaciones de h/b .

La Tabla No. VI nos muestra una comparativa de los resultados del cortante basal de los análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración y del análisis dinámico con respecto al valor arrojado por el análisis estático de los edificios .

| ALTURA | 30 m. | | 45 m. | | 60 m. | | 75 m. | |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| EDIFICIO | 1 | 5 | 2 | 6 | 3 | 7 | 4 | 8 |
| H/B | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 2.5 |
| V bas EST / W tot | 16.00% | 16.00% | 16.00% | 16.00% | 16.00% | 16.00% | 16.00% | 16.00% |
| V bas MOD / W tot | 11.50% | 14.87% | 7.61% | 10.16% | 5.66% | 7.62% | 4.47% | 6.08% |
| V bas DIN / W tot | 6.98% | 9.38% | 4.48% | 6.06% | 3.27% | 4.46% | 2.57% | 3.50% |
| V bas EST / V bas MOD | 139% | 108% | 210% | 157% | 283% | 210% | 358% | 263% |
| V bas EST / V bas DIN | 229% | 171% | 357% | 264% | 489% | 359% | 623% | 457% |

Tabla No. VI Comparativa de resultados de cortante basal de análisis estático modificado por el periodo y análisis dinámico contra análisis estático .

La gráfica de la Figura No. 12 se elaboró con los resultados obtenidos en la Tabla No. VI , con la finalidad de apreciar más fácilmente las comparativas de los resultados de los análisis .

Finalmente se elaboraron dos gráficas , ver Figuras No. 13 y 14 , para poder comparar los resultados del cortante basal del análisis dinámico , el cual es producto de la combinación de los modos de vibrar de las estructuras , contra el valor del cortante basal de las estructuras para el primer modo de vibrar únicamente . Lo anterior se hizo como una forma de poder estimar que tanto influyen los modos más altos de vibrar de las estructuras en el resultado del cortante basal producto de la combinación de los resultados de los modos de vibrar .

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La participación de los modos más altos en las estructuras conforme estas son de mayor altura , queda de manifiesto en las Figuras No. 13 y 14 , esta tendencia se presenta para ambas relaciones de h/b .

CAPITULO 7

CONCLUSIONES

Con relación a la limitante de utilizar el análisis estático para edificaciones de hasta 60 m. de altura y con base en los cálculos aquí elaborados, se concluye que: para edificios con el mismo índice de rotación de los nudos, los resultados del cortante basal obtenidos por el análisis estático para edificaciones de 60 m de altura y mayores, son demasiado altos, en comparación con los obtenidos por los métodos de análisis estático modificado por el periodo fundamental de la estructura y del análisis dinámico.

Lo anterior se aprecia claramente en la Figura No. 12, donde los resultados de cortante basal para el análisis estático dan resultados arriba del 210 % en comparación con el análisis estático modificado por el periodo de vibrar, cuando la estructura es mayor que 60 m. de altura, para ambas relaciones de h/b .

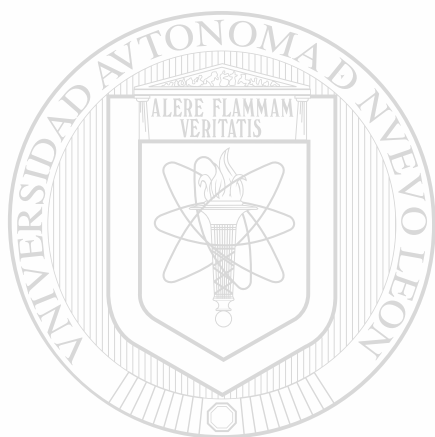
En la misma Figura, la No. 12, se observa que para la relación $h/b = 1.5$ el cortante basal del análisis estático es mayor que el 229 % del resultado del análisis dinámico para el edificio de 30 m. de altura, y que para los edificios de 60 m. de altura, y mayores, es superior al 490 %. Para los edificios con $h/b = 2.5$, estas relaciones de cortante basal del análisis estático al análisis dinámico son menos bruscas ya que hasta los 45 m. es cuando la relación es de 264 % y para los edificios de 60 m de altura y mayores alcanza el 359 %.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El método de análisis estático modificado por el periodo fundamental de vibración da una buena aproximación de los resultados del cortante basal, comparándolo con los resultados obtenidos del análisis dinámico, lo anterior considerando la cantidad de trabajo adicional que requiere el elaborar un análisis dinámico. Adicionalmente se concluye que el cociente de Schwartz ofrece una aproximación excelente del periodo fundamental de vibrar comparándolo con el calculado por el análisis dinámico.

Por lo anterior, se recomienda que para estructuras de 60 m. de altura y mayores, se elabore un análisis dinámico de las estructuras, y que para edificios de alturas entre los 30 y los 60 m. se calcule el valor del cortante basal, con el método del análisis estático modificado por el periodo de vibrar de las estructuras. Ambas recomendaciones son para las estructuras con $h/b = 1.5$ y 2.5 .

En el análisis dinámico de las estructuras se puede observar la participación de los modos más altos conforme las estructuras son de mayor altura. Lo anterior se aprecia de las gráficas No. 13 y 14, las cuales nos muestran que para las estructura de 30 m. de altura, la diferencia entre el cortante basal de la combinación de los modos y el cortante basal del 1^{er} modo de vibrar es baja, y esta diferencia va aumentando conforme aumentan las alturas de las estructuras a 45, 60 y 75 m..



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPITULO 8

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Departamento del Distrito Federal , Reglamento de Construcciones del Distrito Federal publicado el 2 de Agosto de 1993
- 2.- Blume John A. , Dynamic Characteristics of Multistory Buildings
Journal of Structural Division , Vol. 94 No. ST2 ,Febrero de 1968.
- 3.- Newmark N. M. y Rosenblueth E. , Fundamentos de Ingenieria Sísmica.
Editorial Diana , 1982.
- 4.- Chopra Anil K. , Dynamics of Stuctures , Theory and applications to earthquake engineering.
Editorial Prentice Hall , 1995.
- 5.- Departamento del Distrito Federal , Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo
publicado el 5 de Noviembre de 1987
- 6.- Instituto de Ingeniería de la UNAM , Comentarios a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo
publicado en Mayo de 1991
- 7.- Chopra Anil K. , Simplified Earthquake Analysis of Buildings
Published by ASCE , Proceedings of the Sessions at Structures Congress 1987 ,
Orlando Florida , August 1987
- 9.- Wakabayashi Minorv , Diseño de Estructuras Sismoresistentes
Editorial Mc-Graw Hill , 1988.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fig. No. 8 RESULTADOS DE CORTANTE BASAL EDIFICIOS CON H/B =1.5

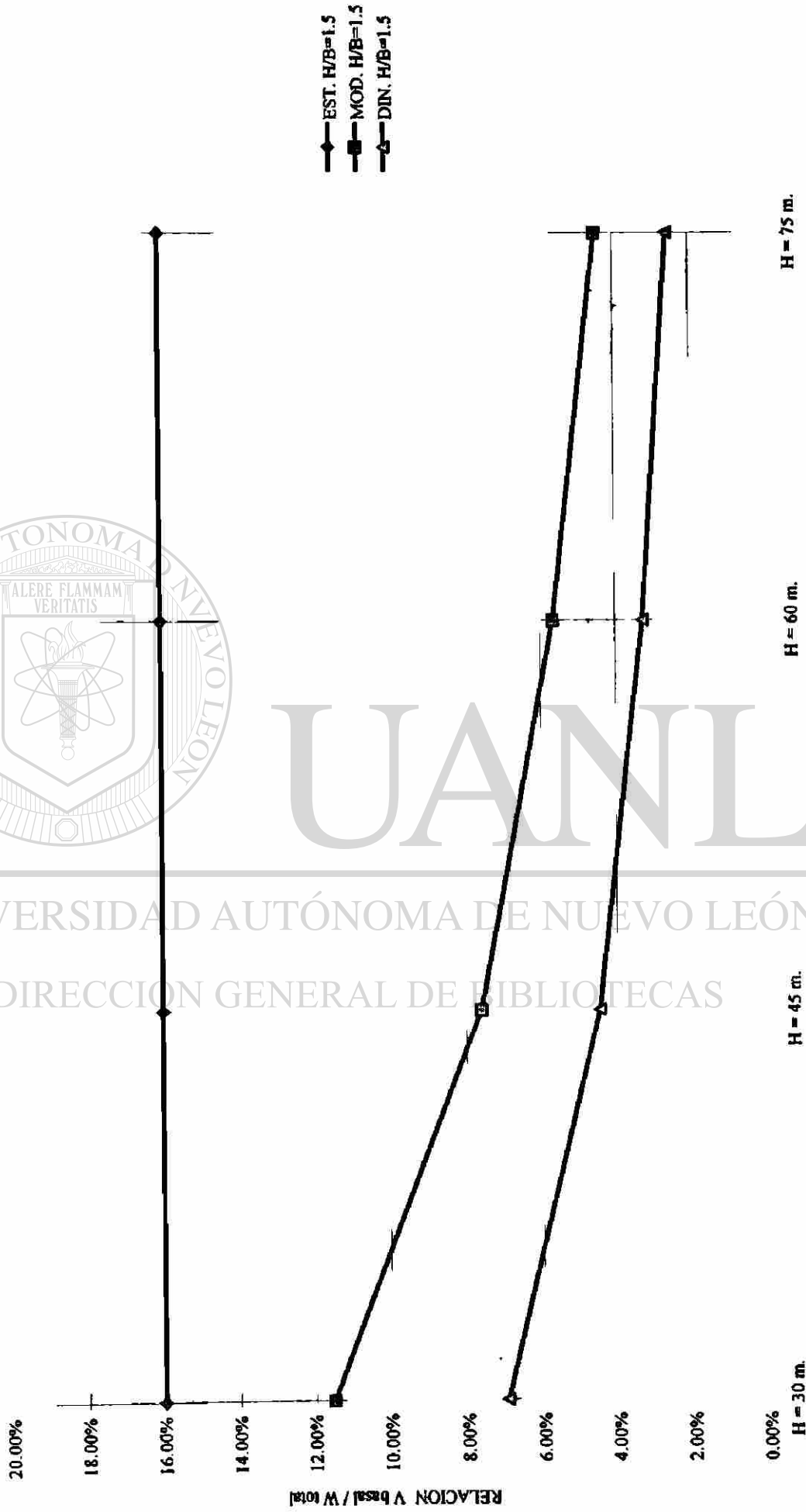


Fig. No. 9. RESULTADOS DE CORTANTE BASAL EDIFICIOS CON H/B = 2.5

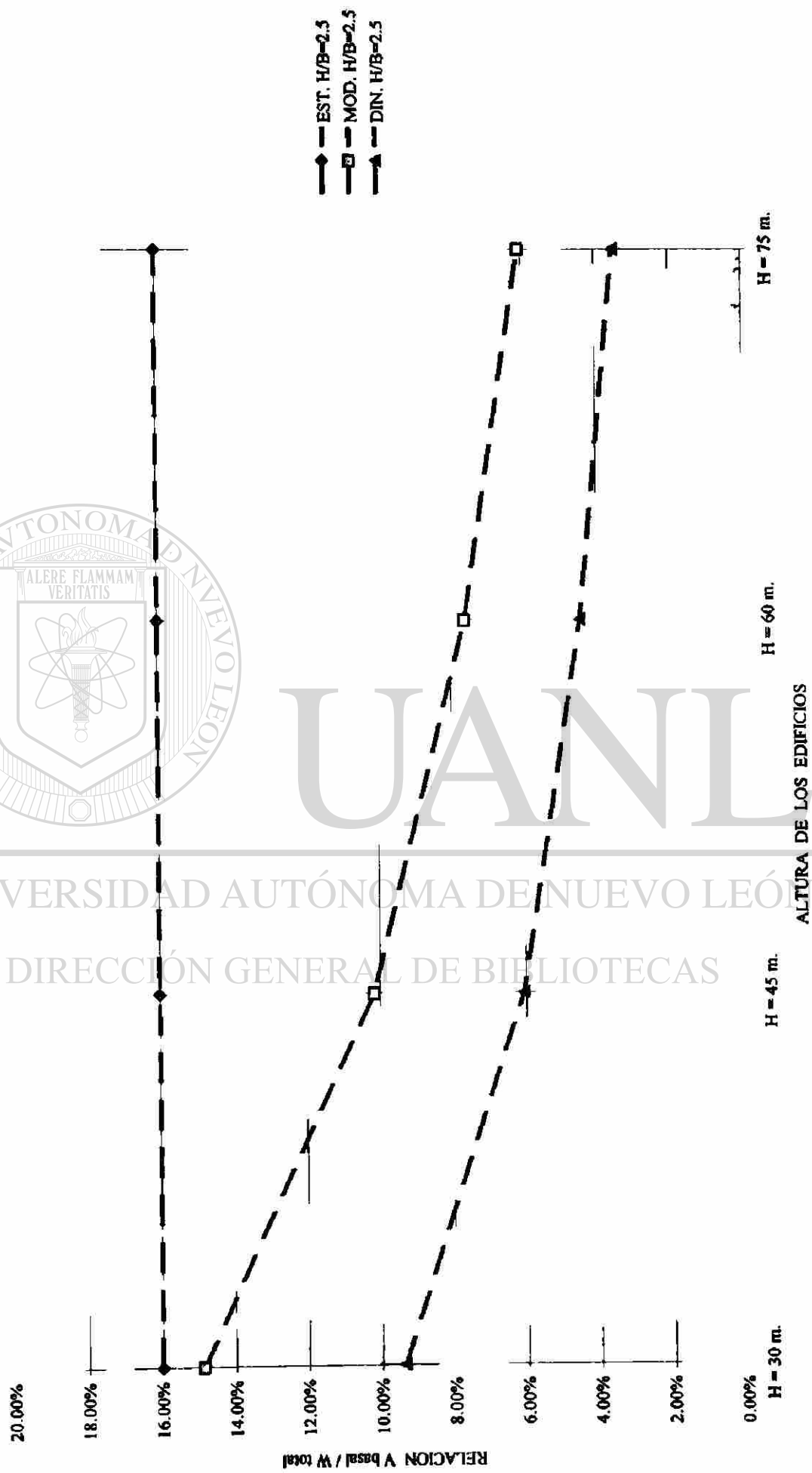
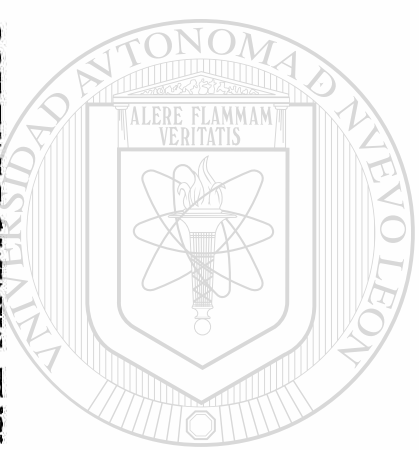
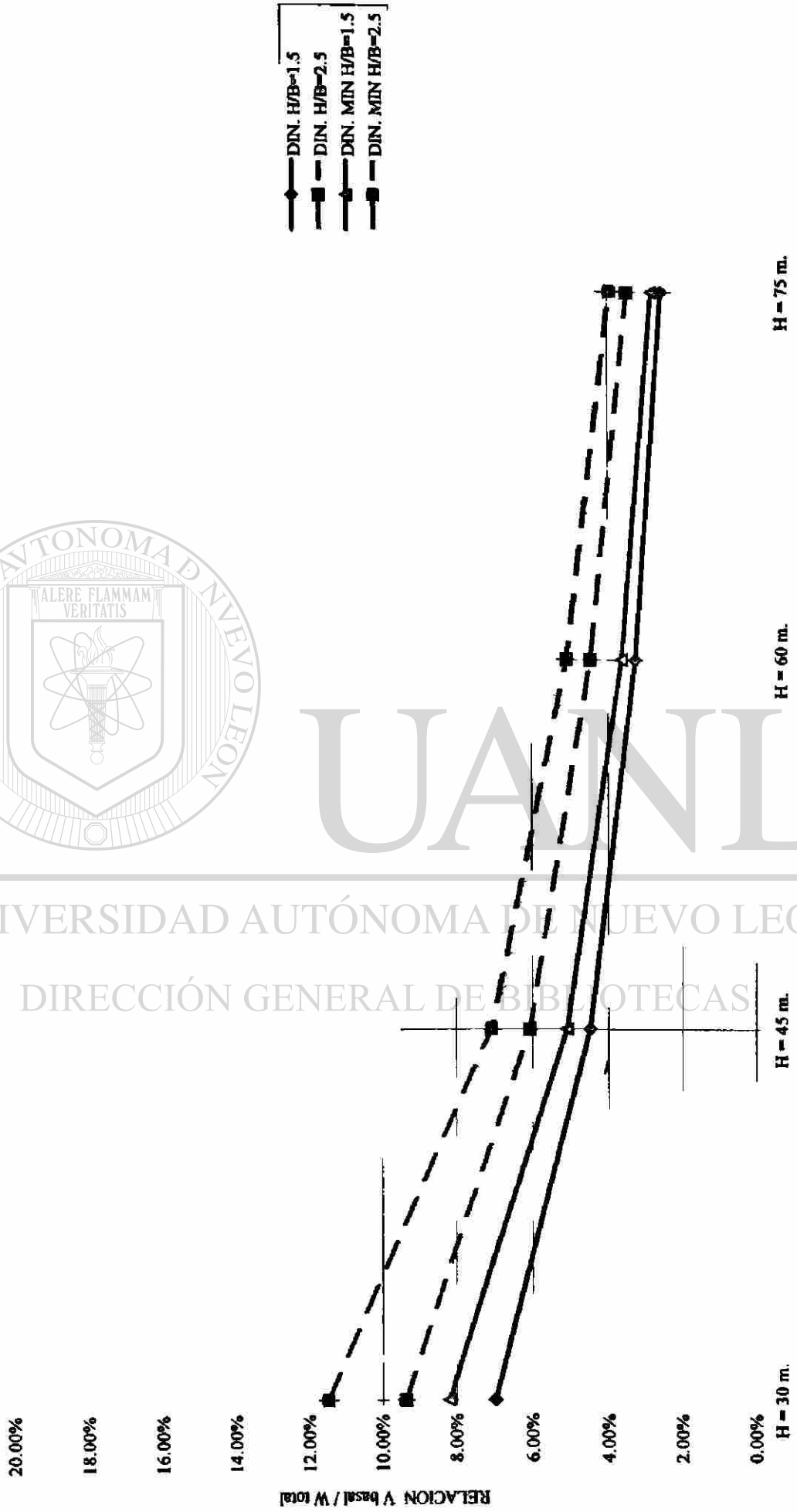


Fig. No. 10. CORTANTE BASAL MINIMO DINAMICO vs DINAMICO



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fig. No. 11. COMPARACION DEL CORTANTE BASAL $H/B = 1.5$ Y 2.5

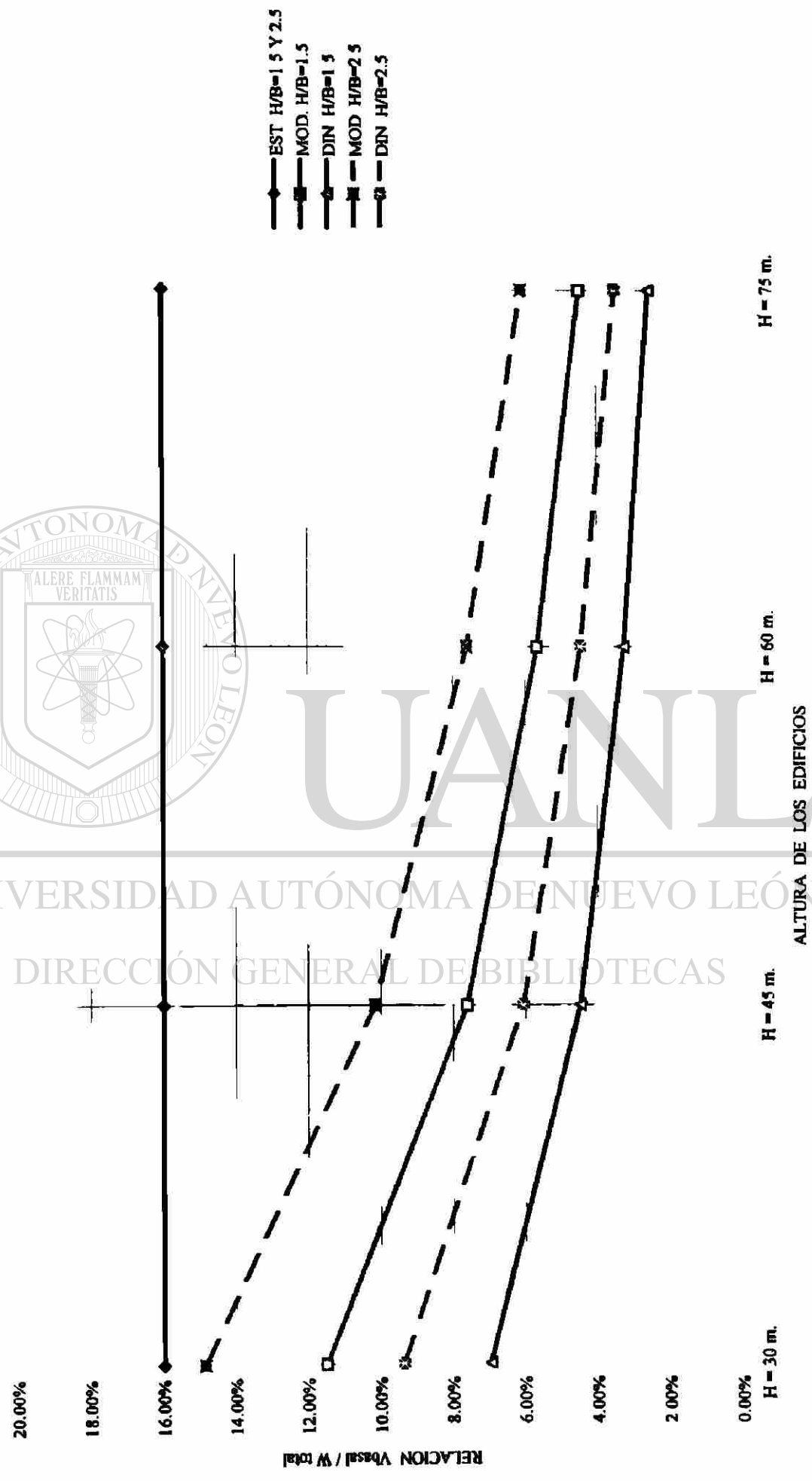


Fig. No. 12. COMPARACION DEL CORTANTE BASAL ESTATICO / MODIFICADO O DINAMICO

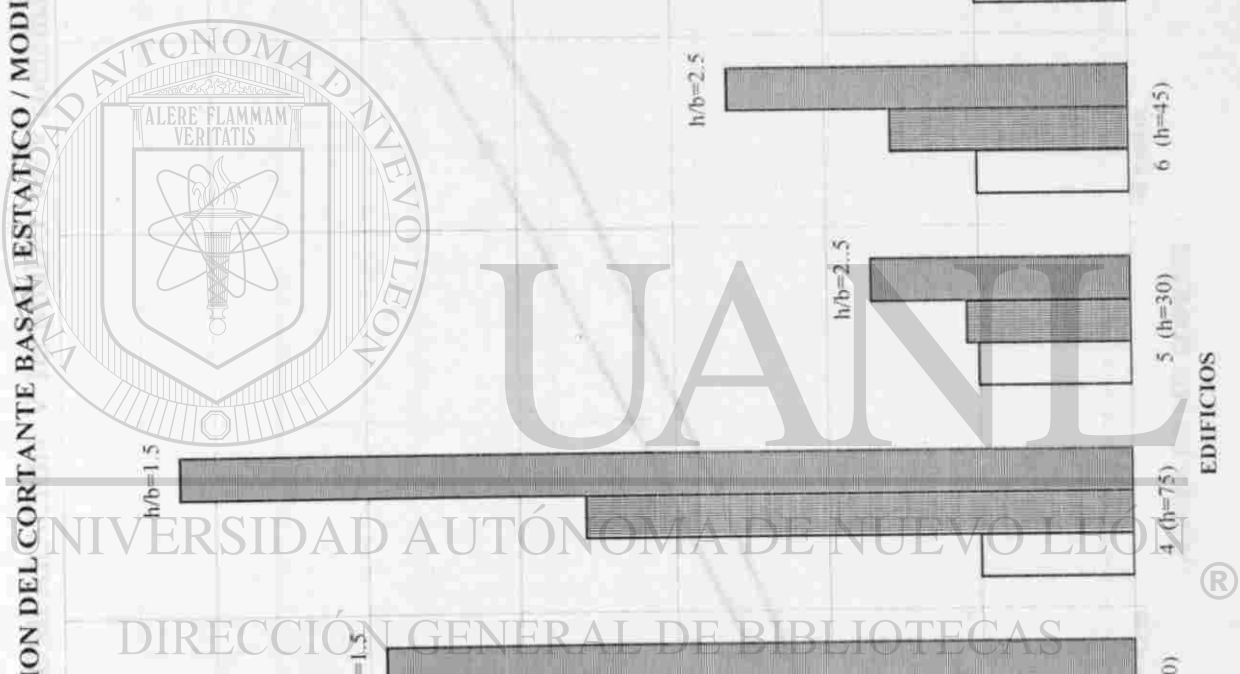
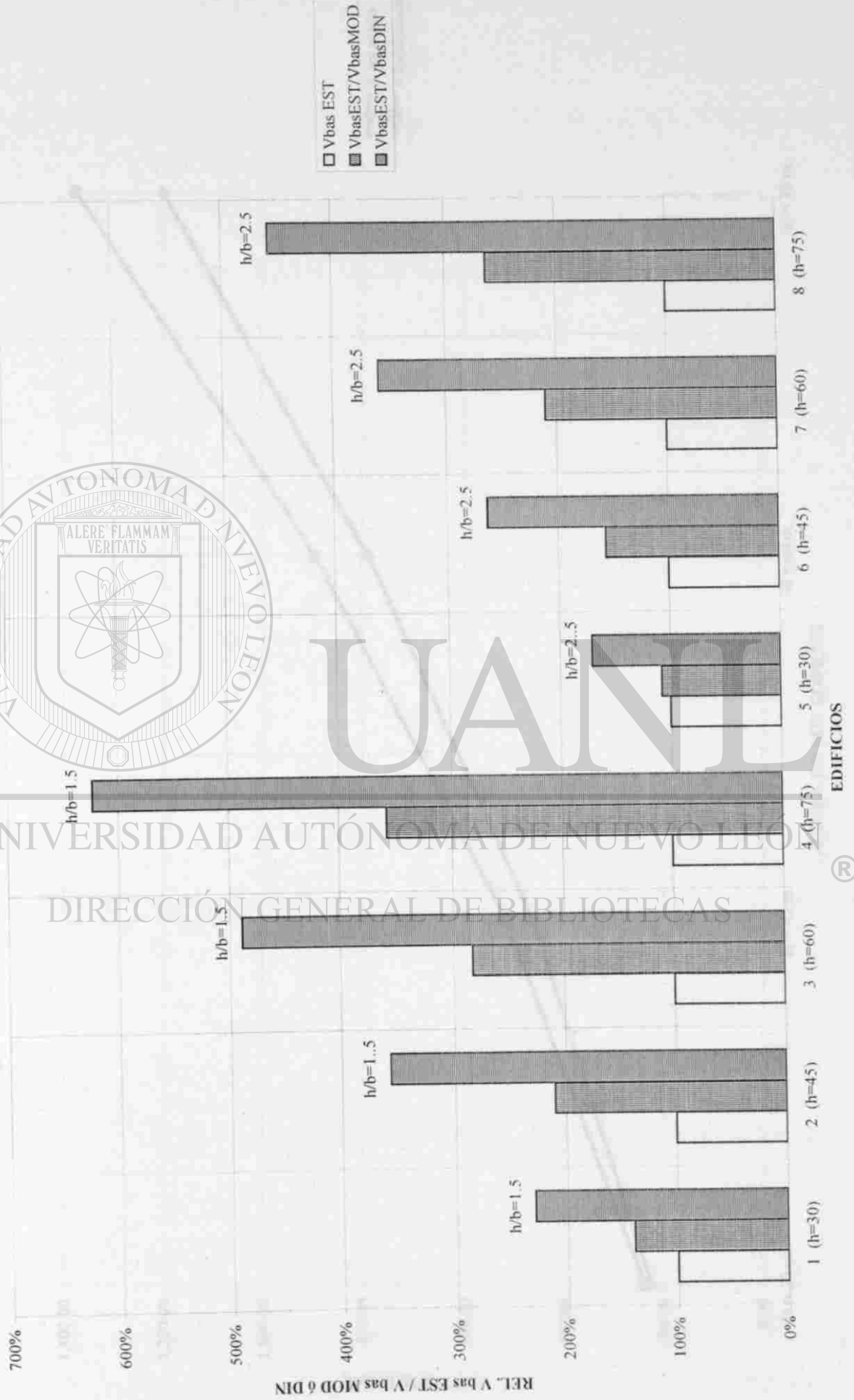
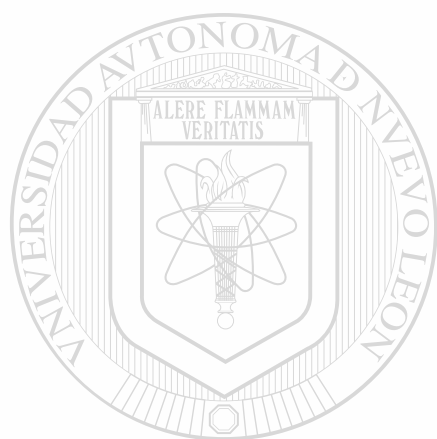


Fig. No. 13. COMPARACIÓN V 1er MODO vs V combinación H/B = 1.5



Fig. No. 14. COMPARACION V 1er MODO vs V combinacion H/B = 2.5



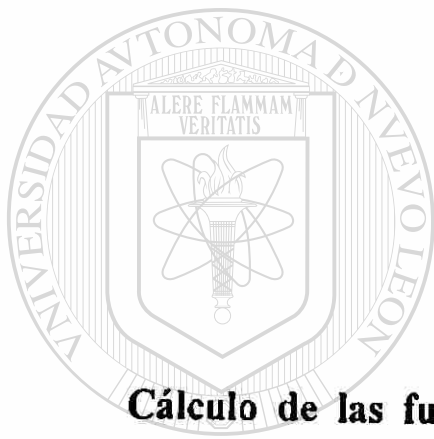


ANEXOS
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ANEXO 1

Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO 1

CÁLCULO DE FUERZAS CORTANTES UTILIZANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO

1.- Para la estimación de las cargas muertas y vivas se consideraron valores típicos de cargas en edificios , para el desarrollo del trabajo se tomaron como base los siguientes valores :

Cargas consideradas en condiciones de servicio

| | |
|------------------------------------|-------------------------|
| carga muerta en azotea y entrepiso | = 600 Kg/m ² |
| carga viva en entrepiso | = 180 Kg/m ² |
| carga viva en azotea | = 100 Kg/m ² |

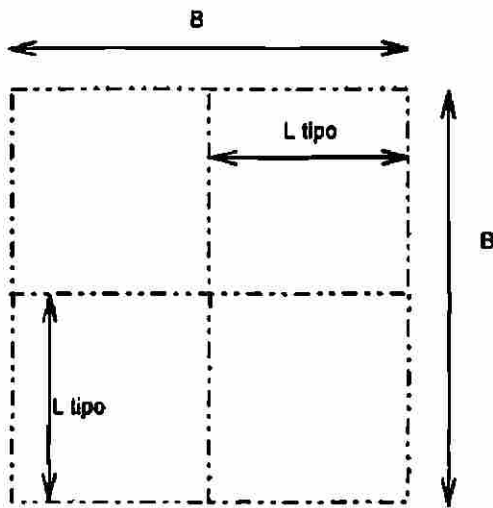
Cargas consideradas en el análisis

| | |
|---|-------------------------------|
| carga muerta en azotea y entrepiso | = 660 Kg/m ² |
| carga viva en entrepiso | = 198 Kg/m ² |
| carga viva en azotea | = 110 Kg/m ² |
| carga total para análisis en entrepiso | = 858 Kg/m² |
| carga total para análisis en azotea | = 770 Kg/m² |

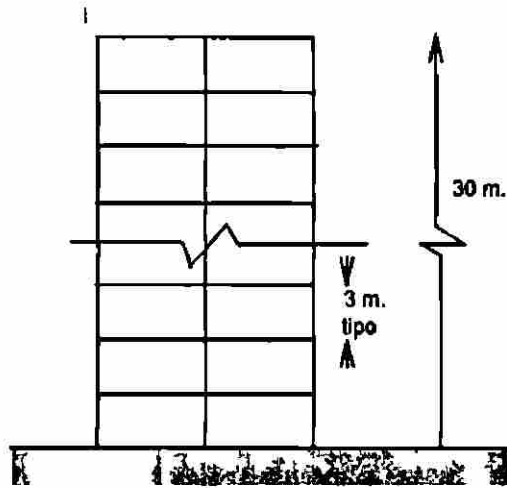
2.- Cálculo de los análisis estáticos de los edificios :

Las geometrías en planta y elevación de los edificios , así como los datos de inercia y área de los elementos estructurales , se muestran a continuación , los edificios 1 , 2 , 3 y 4 corresponden a la relación $h/b = 1.5$, y los edificios 5 , 6 , 7 y 8 a la relación $h/b = 2.5$.

Los resultados del análisis estático de los edificios son los siguientes :



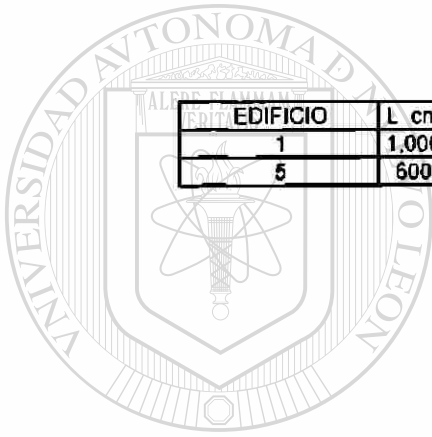
PLANTA



ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 1 Y 5

| EDIFICIO | L cm | B cm | lv cm | Av cm ² | lc cm | Ac cm ² |
|----------|-------|-------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| 1 | 1,000 | 2,000 | 1,350,000 | 4,500 | 1,080,000 | 3,600 |
| 5 | 600 | 1,200 | 810,000 | 3,200 | 1,080,000 | 3,600 |

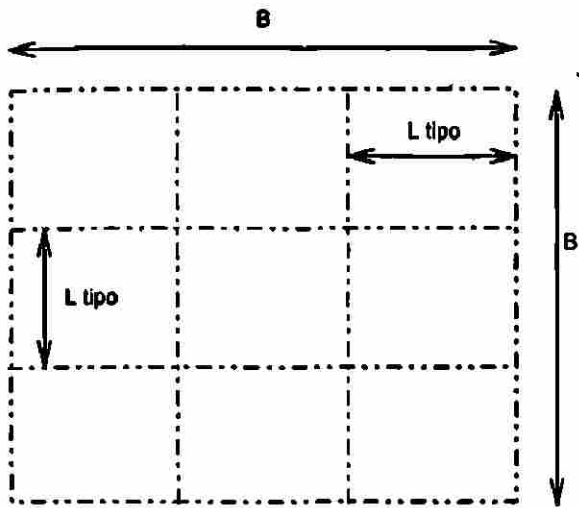


UANL

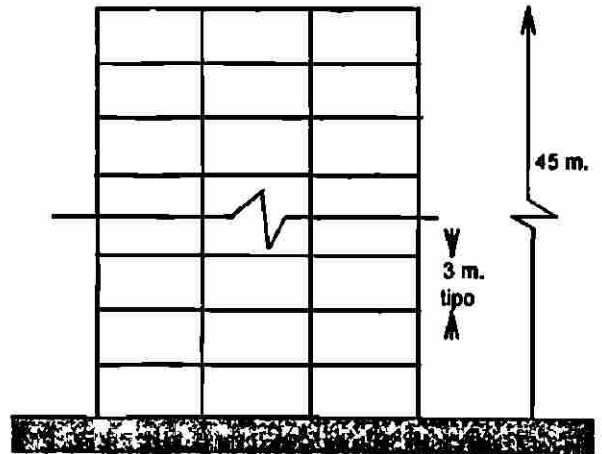
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





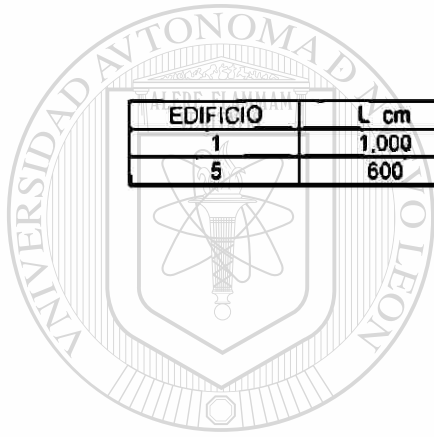
PLANTA



ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 2 Y 6

| EDIFICIO | L cm | B cm | Iv cm | Av cm ² | Ic cm | Ac cm ² |
|----------|-------|-------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| 1 | 1,000 | 2,000 | 1,350,000 | 4,500 | 1,080,000 | 3,600 |
| 5 | 600 | 1,200 | 810,000 | 3,200 | 1,080,000 | 3,600 |

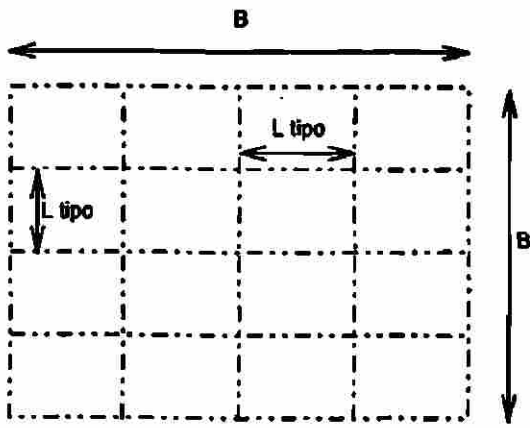


UANL

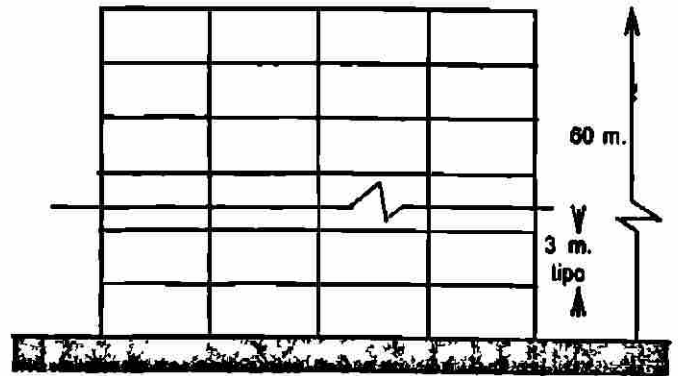
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





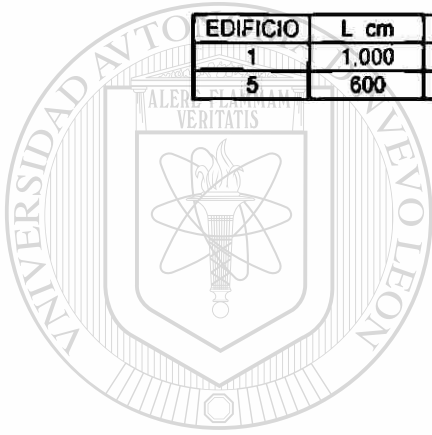
PLANTA



ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 3 Y 7

| EDIFICIO | L cm | B cm | lv cm | Av cm ² | lc cm | Ac cm ² |
|----------|-------|-------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| 1 | 1.000 | 2.000 | 1.350.000 | 4.500 | 1.080.000 | 3.600 |
| 5 | 600 | 1.200 | 810.000 | 3.200 | 1.080.000 | 3.600 |

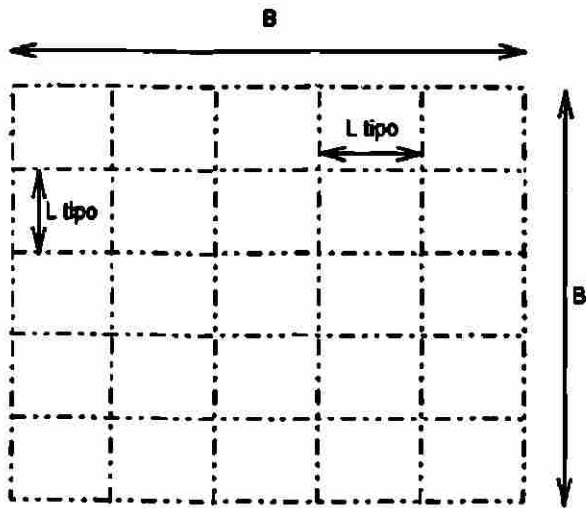


UANL

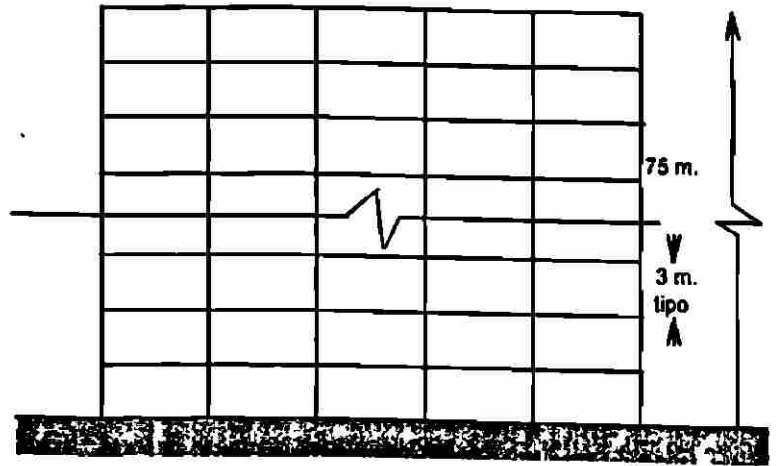
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



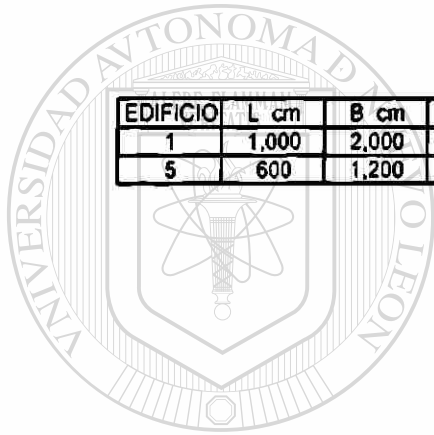
PLANTA



ELEVACION

PLANTA Y ELEVACION DEL EDIFICIO No. 4 Y 8

| EDIFICIO | L cm | B cm | lv cm | Av cm ² | lc cm | Ac cm ² |
|----------|-------|-------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| 1 | 1,000 | 2,000 | 1,350,000 | 4,500 | 1,080,000 | 3,600 |
| 5 | 600 | 1,200 | 810,000 | 3,200 | 1,080,000 | 3,600 |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

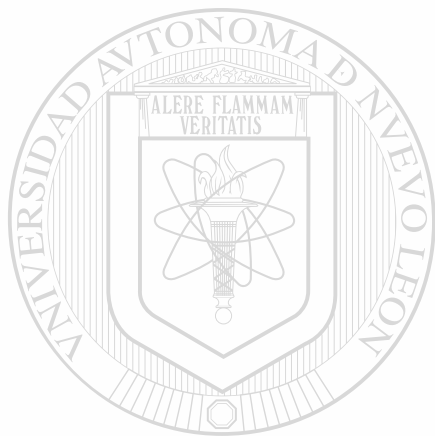
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EDIFICIO I
 EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m.) H/B = 1.5
 METODO ESTATICO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | ESTATICO Vix |
|-------|-----------------|-------|------------------|-------|-----------------|
| 10 | 308.00 | 30.00 | 9,240.00 | 90.37 | 90.37 |
| 9 | 343.20 | 27.00 | 9,266.40 | 90.62 | 180.99 |
| 8 | 343.20 | 24.00 | 8,236.80 | 80.55 | 261.55 |
| 7 | 343.20 | 21.00 | 7,207.20 | 70.49 | 332.03 |
| 6 | 343.20 | 18.00 | 6,177.60 | 60.42 | 392.45 |
| 5 | 343.20 | 15.00 | 5,148.00 | 50.35 | 442.79 |
| 4 | 343.20 | 12.00 | 4,118.40 | 40.28 | 483.07 |
| 3 | 343.20 | 9.00 | 3,088.80 | 30.21 | 513.28 |
| 2 | 343.20 | 6.00 | 2,059.20 | 20.14 | 533.42 |
| 1 | 343.20 | 3.00 | 1,029.60 | 10.07 | 543.49 |
| | <u>3,396.80</u> | | <u>55,572.00</u> | | |

$V_{b.est}/W_{tot} = 0.1600$



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

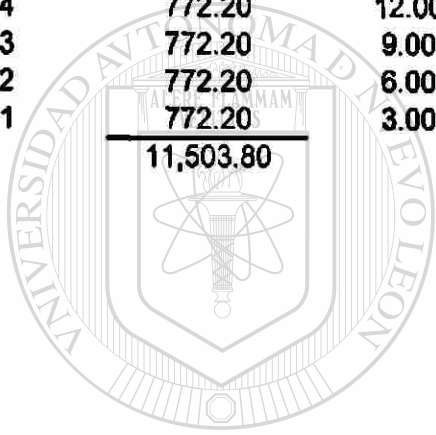


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO II
 EDIFICIO DE 15 NIVELES (H = 45 m.) H/B = 1.5
 METODO ESTATICO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | ESTATICO Vix |
|-------|------------------|-------|-------------------|--------|-----------------|
| 15 | 693.00 | 45.00 | 31,185.00 | 209.16 | 209.16 |
| 14 | 772.20 | 42.00 | 32,432.40 | 217.53 | 426.69 |
| 13 | 772.20 | 39.00 | 30,115.80 | 201.99 | 628.68 |
| 12 | 772.20 | 36.00 | 27,799.20 | 186.45 | 815.13 |
| 11 | 772.20 | 33.00 | 25,482.60 | 170.91 | 986.04 |
| 10 | 772.20 | 30.00 | 23,166.00 | 155.38 | 1,141.42 |
| 9 | 772.20 | 27.00 | 20,849.40 | 139.84 | 1,281.25 |
| 8 | 772.20 | 24.00 | 18,532.80 | 124.30 | 1,405.56 |
| 7 | 772.20 | 21.00 | 16,216.20 | 108.76 | 1,514.32 |
| 6 | 772.20 | 18.00 | 13,899.60 | 93.23 | 1,607.54 |
| 5 | 772.20 | 15.00 | 11,583.00 | 77.69 | 1,685.23 |
| 4 | 772.20 | 12.00 | 9,266.40 | 62.15 | 1,747.38 |
| 3 | 772.20 | 9.00 | 6,949.80 | 46.61 | 1,794.00 |
| 2 | 772.20 | 6.00 | 4,633.20 | 31.08 | 1,825.07 |
| 1 | 772.20 | 3.00 | 2,316.60 | 15.54 | 1,840.61 |
| | <u>11,503.80</u> | | <u>274,428.00</u> | | |

$V_{b.est}/W_{tot} = 0.1600$



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO III
 EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m.) H/B = 1.5
 METODO ESTATICO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | ESTATICO Vix |
|-------|------------------|-------|---------------------|---------------|-----------------|
| 20 | 1,232.00 | 60.00 | 73,920.00 | 377.23 | 377.23 |
| 19 | 1,372.80 | 57.00 | 78,249.60 | 399.32 | 776.55 |
| 18 | 1,372.80 | 54.00 | 74,131.20 | 378.30 | 1,154.85 |
| 17 | 1,372.80 | 51.00 | 70,012.80 | 357.29 | 1,512.14 |
| 16 | 1,372.80 | 48.00 | 65,894.40 | 336.27 | 1,848.41 |
| 15 | 1,372.80 | 45.00 | 61,776.00 | 315.25 | 2,163.66 |
| 14 | 1,372.80 | 42.00 | 57,657.60 | 294.24 | 2,457.90 |
| 13 | 1,372.80 | 39.00 | 53,539.20 | 273.22 | 2,731.12 |
| 12 | 1,372.80 | 36.00 | 49,420.80 | 252.20 | 2,983.32 |
| 11 | 1,372.80 | 33.00 | 45,302.40 | 231.19 | 3,214.50 |
| 10 | 1,372.80 | 30.00 | 41,184.00 | 210.17 | 3,424.67 |
| 9 | 1,372.80 | 27.00 | 37,065.60 | 189.15 | 3,613.82 |
| 8 | 1,372.80 | 24.00 | 32,947.20 | 168.13 | 3,781.96 |
| 7 | 1,372.80 | 21.00 | 28,828.80 | 147.12 | 3,929.08 |
| 6 | 1,372.80 | 18.00 | 24,710.40 | 126.10 | 4,055.18 |
| 5 | 1,372.80 | 15.00 | 20,592.00 | 105.08 | 4,160.26 |
| 4 | 1,372.80 | 12.00 | 16,473.60 | 84.07 | 4,244.33 |
| 3 | 1,372.80 | 9.00 | 12,355.20 | 63.05 | 4,307.38 |
| 2 | 1,372.80 | 6.00 | 8,236.80 | 42.03 | 4,349.42 |
| 1 | 1,372.80 | 3.00 | 4,118.40 | 21.02 | 4,370.43 |
| | <u>27,315.20</u> | | <u>856,416.00</u> | | |
| | | | Vb.est/Wtot= | 0.1600 | |

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO IV

EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m.) · H/B = 1.5

METODO ESTATICO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | ESTATICO Vix |
|-------|------------------|-------|---------------------|--------|-----------------|
| 25 | 1,925.00 | 75.00 | 144,375.00 | 594.57 | 594.57 |
| 24 | 2,145.00 | 72.00 | 154,440.00 | 636.02 | 1,230.59 |
| 23 | 2,145.00 | 69.00 | 148,005.00 | 609.52 | 1,840.10 |
| 22 | 2,145.00 | 66.00 | 141,570.00 | 583.02 | 2,423.12 |
| 21 | 2,145.00 | 63.00 | 135,135.00 | 556.52 | 2,979.64 |
| 20 | 2,145.00 | 60.00 | 128,700.00 | 530.02 | 3,509.65 |
| 19 | 2,145.00 | 57.00 | 122,265.00 | 503.51 | 4,013.17 |
| 18 | 2,145.00 | 54.00 | 115,830.00 | 477.01 | 4,490.18 |
| 17 | 2,145.00 | 51.00 | 109,395.00 | 450.51 | 4,940.70 |
| 16 | 2,145.00 | 48.00 | 102,960.00 | 424.01 | 5,364.71 |
| 15 | 2,145.00 | 45.00 | 96,525.00 | 397.51 | 5,762.22 |
| 14 | 2,145.00 | 42.00 | 90,090.00 | 371.01 | 6,133.23 |
| 13 | 2,145.00 | 39.00 | 83,655.00 | 344.51 | 6,477.74 |
| 12 | 2,145.00 | 36.00 | 77,220.00 | 318.01 | 6,795.75 |
| 11 | 2,145.00 | 33.00 | 70,785.00 | 291.51 | 7,087.26 |
| 10 | 2,145.00 | 30.00 | 64,350.00 | 265.01 | 7,352.27 |
| 9 | 2,145.00 | 27.00 | 57,915.00 | 238.51 | 7,590.77 |
| 8 | 2,145.00 | 24.00 | 51,480.00 | 212.01 | 7,802.78 |
| 7 | 2,145.00 | 21.00 | 45,045.00 | 185.51 | 7,988.28 |
| 6 | 2,145.00 | 18.00 | 38,610.00 | 159.00 | 8,147.29 |
| 5 | 2,145.00 | 15.00 | 32,175.00 | 132.50 | 8,279.79 |
| 4 | 2,145.00 | 12.00 | 25,740.00 | 106.00 | 8,385.80 |
| 3 | 2,145.00 | 9.00 | 19,305.00 | 79.50 | 8,465.30 |
| 2 | 2,145.00 | 6.00 | 12,870.00 | 53.00 | 8,518.30 |
| 1 | 2,145.00 | 3.00 | 6,435.00 | 26.50 | 8,544.80 |
| | <u>53,405.00</u> | | <u>2,074,875.00</u> | | |

$V_{b.est}/W_{tot} = 0.1600$

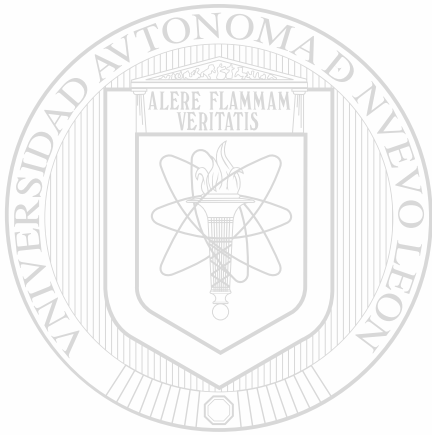
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EDIFICIO V
 EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m.) H/B = 2.5
 METODO ESTATICO

| NIVEL | | | | ESTATICO | |
|-------|-----------------|-------|------------------|----------|--------|
| | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix |
| 10 | 110.90 | 30.00 | 3,327.00 | 32.54 | 32.54 |
| 9 | 123.60 | 27.00 | 3,337.20 | 32.64 | 65.18 |
| 8 | 123.60 | 24.00 | 2,966.40 | 29.01 | 94.19 |
| 7 | 123.60 | 21.00 | 2,595.60 | 25.39 | 119.57 |
| 6 | 123.60 | 18.00 | 2,224.80 | 21.76 | 141.33 |
| 5 | 123.60 | 15.00 | 1,854.00 | 18.13 | 159.46 |
| 4 | 123.60 | 12.00 | 1,483.20 | 14.51 | 173.97 |
| 3 | 123.60 | 9.00 | 1,112.40 | 10.88 | 184.85 |
| 2 | 123.60 | 6.00 | 741.60 | 7.25 | 192.10 |
| 1 | 123.60 | 3.00 | 370.80 | 3.63 | 195.73 |
| | <u>1,223.30</u> | | <u>20,013.00</u> | | |

$Vb.est/Wtot = 0.1600$



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

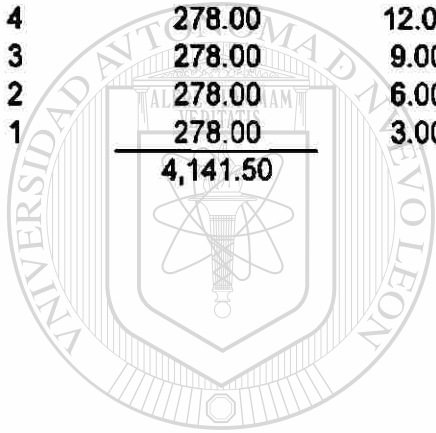
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EDIFICIO VI
 EDIFICIO DE 15 NIVELES (H = 45 m.) H/B = 2.5
 METODO ESTATICO

| NIVEL | | | | | ESTATICO | |
|-------|-----------------|-------|------------------|-------|----------|--|
| | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix | |
| 15 | 249.50 | 45.00 | 11,227.50 | 75.30 | 75.30 | |
| 14 | 278.00 | 42.00 | 11,676.00 | 78.31 | 153.61 | |
| 13 | 278.00 | 39.00 | 10,842.00 | 72.72 | 226.33 | |
| 12 | 278.00 | 36.00 | 10,008.00 | 67.12 | 293.46 | |
| 11 | 278.00 | 33.00 | 9,174.00 | 61.53 | 354.99 | |
| 10 | 278.00 | 30.00 | 8,340.00 | 55.94 | 410.92 | |
| 9 | 278.00 | 27.00 | 7,506.00 | 50.34 | 461.27 | |
| 8 | 278.00 | 24.00 | 6,672.00 | 44.75 | 506.02 | |
| 7 | 278.00 | 21.00 | 5,838.00 | 39.16 | 545.17 | |
| 6 | 278.00 | 18.00 | 5,004.00 | 33.56 | 578.73 | |
| 5 | 278.00 | 15.00 | 4,170.00 | 27.97 | 606.70 | |
| 4 | 278.00 | 12.00 | 3,336.00 | 22.37 | 629.08 | |
| 3 | 278.00 | 9.00 | 2,502.00 | 16.78 | 645.86 | |
| 2 | 278.00 | 6.00 | 1,668.00 | 11.19 | 657.05 | |
| 1 | 278.00 | 3.00 | 834.00 | 5.59 | 662.64 | |
| | <u>4,141.50</u> | | <u>98,797.50</u> | | | |

$V_{b.est}/W_{tot} = 0.1600$



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EDIFICIO VII
 EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m.) · H/B = 2.5
 METODO ESTATICO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | ESTATICO Vix |
|-------|-----------------|-------|-------------------|--------|-----------------|
| 20 | 443.50 | 60.00 | 26,610.00 | 135.80 | 135.80 |
| 19 | 494.20 | 57.00 | 28,169.40 | 143.75 | 279.55 |
| 18 | 494.20 | 54.00 | 26,686.80 | 136.19 | 415.74 |
| 17 | 494.20 | 51.00 | 25,204.20 | 128.62 | 544.36 |
| 16 | 494.20 | 48.00 | 23,721.60 | 121.06 | 665.41 |
| 15 | 494.20 | 45.00 | 22,239.00 | 113.49 | 778.90 |
| 14 | 494.20 | 42.00 | 20,756.40 | 105.92 | 884.83 |
| 13 | 494.20 | 39.00 | 19,273.80 | 98.36 | 983.18 |
| 12 | 494.20 | 36.00 | 17,791.20 | 90.79 | 1,073.97 |
| 11 | 494.20 | 33.00 | 16,308.60 | 83.23 | 1,157.20 |
| 10 | 494.20 | 30.00 | 14,826.00 | 75.66 | 1,232.86 |
| 9 | 494.20 | 27.00 | 13,343.40 | 68.09 | 1,300.95 |
| 8 | 494.20 | 24.00 | 11,860.80 | 60.53 | 1,361.48 |
| 7 | 494.20 | 21.00 | 10,378.20 | 52.96 | 1,414.44 |
| 6 | 494.20 | 18.00 | 8,895.60 | 45.40 | 1,459.84 |
| 5 | 494.20 | 15.00 | 7,413.00 | 37.83 | 1,497.67 |
| 4 | 494.20 | 12.00 | 5,930.40 | 30.26 | 1,527.93 |
| 3 | 494.20 | 9.00 | 4,447.80 | 22.70 | 1,550.63 |
| 2 | 494.20 | 6.00 | 2,965.20 | 15.13 | 1,565.76 |
| 1 | 494.20 | 3.00 | 1,482.60 | 7.57 | 1,573.33 |
| | <u>9,833.30</u> | | <u>308,304.00</u> | | |

Vb.est/Wtot= 0.1600

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EDIFICIO VIII

EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m.) H/B = 2.5

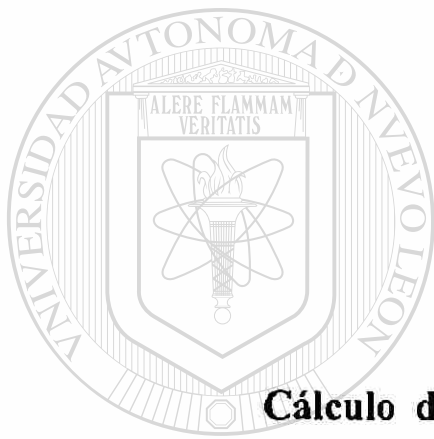
METODO ESTATICO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | ESTATICO | |
|-------|------------------|-------|-------------------|----------|----------|
| | | | | Pix | Vix |
| 25 | 693.00 | 75.00 | 51,975.00 | 214.04 | 214.04 |
| 24 | 772.20 | 72.00 | 55,598.40 | 228.97 | 443.01 |
| 23 | 772.20 | 69.00 | 53,281.80 | 219.43 | 662.44 |
| 22 | 772.20 | 66.00 | 50,965.20 | 209.89 | 872.32 |
| 21 | 772.20 | 63.00 | 48,648.60 | 200.35 | 1,072.67 |
| 20 | 772.20 | 60.00 | 46,332.00 | 190.81 | 1,263.48 |
| 19 | 772.20 | 57.00 | 44,015.40 | 181.27 | 1,444.74 |
| 18 | 772.20 | 54.00 | 41,698.80 | 171.72 | 1,616.47 |
| 17 | 772.20 | 51.00 | 39,382.20 | 162.18 | 1,778.65 |
| 16 | 772.20 | 48.00 | 37,065.60 | 152.64 | 1,931.29 |
| 15 | 772.20 | 45.00 | 34,749.00 | 143.10 | 2,074.40 |
| 14 | 772.20 | 42.00 | 32,432.40 | 133.56 | 2,207.96 |
| 13 | 772.20 | 39.00 | 30,115.80 | 124.02 | 2,331.99 |
| 12 | 772.20 | 36.00 | 27,799.20 | 114.48 | 2,446.47 |
| 11 | 772.20 | 33.00 | 25,482.60 | 104.94 | 2,551.41 |
| 10 | 772.20 | 30.00 | 23,166.00 | 95.40 | 2,646.82 |
| 9 | 772.20 | 27.00 | 20,849.40 | 85.86 | 2,732.68 |
| 8 | 772.20 | 24.00 | 18,532.80 | 76.32 | 2,809.00 |
| 7 | 772.20 | 21.00 | 16,216.20 | 66.78 | 2,875.78 |
| 6 | 772.20 | 18.00 | 13,899.60 | 57.24 | 2,933.02 |
| 5 | 772.20 | 15.00 | 11,583.00 | 47.70 | 2,980.73 |
| 4 | 772.20 | 12.00 | 9,266.40 | 38.16 | 3,018.89 |
| 3 | 772.20 | 9.00 | 6,949.80 | 28.62 | 3,047.51 |
| 2 | 772.20 | 6.00 | 4,633.20 | 19.08 | 3,066.59 |
| 1 | 772.20 | 3.00 | 2,316.60 | 9.54 | 3,076.13 |
| | <u>19,225.80</u> | | <u>746,955.00</u> | | |

$Vb.est/Wtot= 0.1600$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





ANEXO 2

Cálculo de las rigideces de las estructuras

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

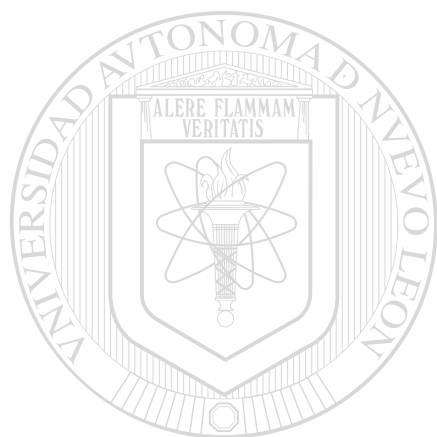


ANEXO 2

CÁLCULO DE LAS RIGIDECES DE LAS ESTRUCTURAS

1.- Determinación de la rigidez de las estructuras : La rigidez de las columnas al cortante para los edificios en estudio se calculará en base a un análisis planar de los edificios colocando en los modelos de análisis cargas laterales en cada entrepiso , la rigidez de las columnas se calcularán (a partir de los resultados del análisis) como la carga lateral necesaria para producir un desplazamiento unitario en las columnas del entrepiso en cuestión. Así sucesivamente se calcularan las rigideces de cada nivel .

Los resultados de estos cálculos para la determinación de la rigidez aparecen a continuación .



UANL

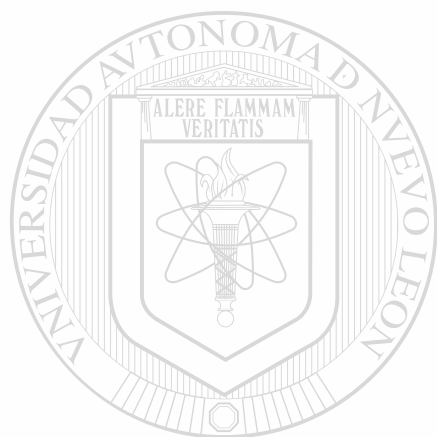
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO I
EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m.) H/B = 1.5
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|-------|-----------------|--------|---------|
| 10 | 308 | 30 | 22.4 |
| 9 | 343.2 | 27 | 25.6 |
| 8 | 343.2 | 24 | 29.4 |
| 7 | 343.2 | 21 | 34.4 |
| 6 | 343.2 | 18 | 41.3 |
| 5 | 343.2 | 15 | 51.7 |
| 4 | 343.2 | 12 | 68.7 |
| 3 | 343.2 | 9 | 101.6 |
| 2 | 343.2 | 6 | 188 |
| 1 | 343.2 | 3 | 662.5 |
| | <u>3,396.80</u> | | |



UANL

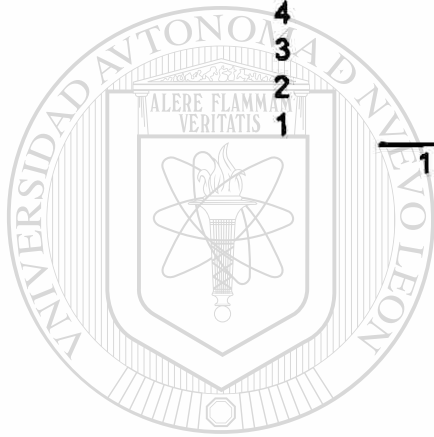
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO II
EDIFICIO DE 15 NIVELES (H = 45 m.) **H/B = 1.5**
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|-------|------------------|--------|----------|
| 15 | 693 | 45 | 25.5 |
| 14 | 772.2 | 42 | 27.8 |
| 13 | 772.2 | 39 | 30.2 |
| 12 | 772.2 | 36 | 33.2 |
| 11 | 772.2 | 33 | 36.6 |
| 10 | 772.2 | 30 | 39.7 |
| 9 | 772.2 | 27 | 46.1 |
| 8 | 772.2 | 24 | 52.8 |
| 7 | 772.2 | 21 | 61.7 |
| 6 | 772.2 | 18 | 74 |
| 5 | 772.2 | 15 | 92.3 |
| 4 | 772.2 | 12 | 122.5 |
| 3 | 772.2 | 9 | 180.7 |
| 2 | 772.2 | 6 | 333.2 |
| 1 | 772.2 | 3 | 1,156.80 |
| | 11,503.80 | | |



UANL

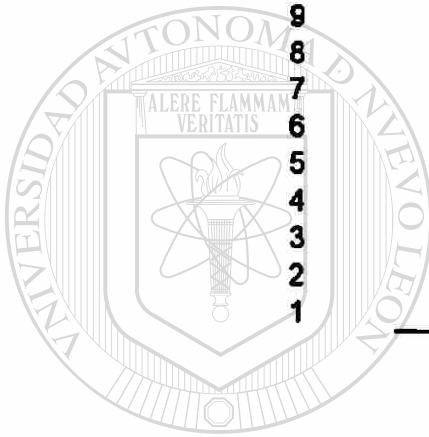
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO III
EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m.) **H/B = 1.5**
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|-------|------------------|--------|----------|
| 20 | 1,232.00 | 60 | 29.3 |
| 19 | 1,372.80 | 57 | 31.1 |
| 18 | 1,372.80 | 54 | 33.2 |
| 17 | 1,372.80 | 51 | 35.5 |
| 16 | 1,372.80 | 48 | 38 |
| 15 | 1,372.80 | 45 | 40.9 |
| 14 | 1,372.80 | 42 | 44.2 |
| 13 | 1,372.80 | 39 | 48.1 |
| 12 | 1,372.80 | 36 | 52.6 |
| 11 | 1,372.80 | 33 | 58 |
| 10 | 1,372.80 | 30 | 64.6 |
| 9 | 1,372.80 | 27 | 72.9 |
| 8 | 1,372.80 | 24 | 83.4 |
| 7 | 1,372.80 | 21 | 97.4 |
| 6 | 1,372.80 | 18 | 116.9 |
| 5 | 1,372.80 | 15 | 146 |
| 4 | 1,372.80 | 12 | 193.9 |
| 3 | 1,372.80 | 9 | 287.3 |
| 2 | 1,372.80 | 6 | 535.9 |
| 1 | 1,372.80 | 3 | 1,978.50 |
| | <u>27,315.20</u> | | |



UANL

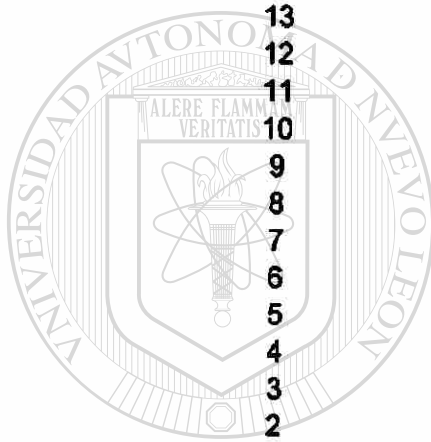
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO IV
 EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m.) H/B = 1.5
 RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|-------|------------------|--------|----------|
| 25 | 1,925.00 | 75 | 33.2 |
| 24 | 2,145.00 | 72 | 34.9 |
| 23 | 2,145.00 | 69 | 36.7 |
| 22 | 2,145.00 | 66 | 38.6 |
| 21 | 2,145.00 | 63 | 40.7 |
| 20 | 2,145.00 | 60 | 43 |
| 19 | 2,145.00 | 57 | 45.6 |
| 18 | 2,145.00 | 54 | 47.7 |
| 17 | 2,145.00 | 51 | 51.7 |
| 16 | 2,145.00 | 48 | 55.3 |
| 15 | 2,145.00 | 45 | 59.4 |
| 14 | 2,145.00 | 42 | 64.2 |
| 13 | 2,145.00 | 39 | 69.7 |
| 12 | 2,145.00 | 36 | 76.2 |
| 11 | 2,145.00 | 33 | 84 |
| 10 | 2,145.00 | 30 | 93.5 |
| 9 | 2,145.00 | 27 | 105.3 |
| 8 | 2,145.00 | 24 | 120.4 |
| 7 | 2,145.00 | 21 | 140.4 |
| 6 | 2,145.00 | 18 | 168.4 |
| 5 | 2,145.00 | 15 | 209.9 |
| 4 | 2,145.00 | 12 | 278.4 |
| 3 | 2,145.00 | 9 | 411.1 |
| 2 | 2,145.00 | 6 | 760.8 |
| 1 | 2,145.00 | 3 | 2,729.30 |
| | 53,405.00 | | |



JANL

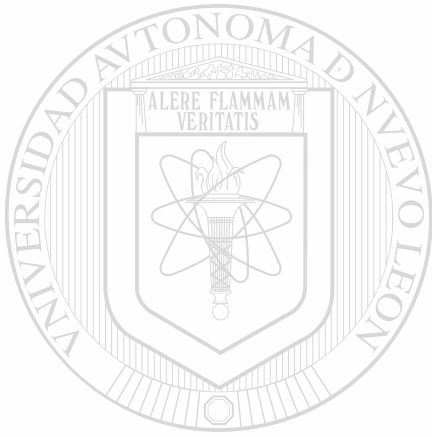
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EDIFICIO V
EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m.) **H/B = 2.5**
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|--------------|-----------------|---------------|----------------|
| 10 | 110.9 | 30 | 21.07 |
| 9 | 123.6 | 27 | 24.26 |
| 8 | 123.6 | 24 | 28.16 |
| 7 | 123.6 | 21 | 33.27 |
| 6 | 123.6 | 18 | 40.35 |
| 5 | 123.6 | 15 | 50.81 |
| 4 | 123.6 | 12 | 67.92 |
| 3 | 123.6 | 9 | 113.16 |
| 2 | 123.6 | 6 | 187.45 |
| 1 | 123.6 | 3 | 661.92 |
| | <u>1,223.30</u> | | |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO VI
EDIFICIO DE 15 NIVELES (H = 45 m.) **H/B = 2.5**
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|--------------|-----------------|---------------|----------------|
| 15 | 249.5 | 45 | 23.65 |
| 14 | 278 | 42 | 25.96 |
| 13 | 278 | 39 | 28.51 |
| 12 | 278 | 36 | 31.5 |
| 11 | 278 | 33 | 35.06 |
| 10 | 278 | 30 | 39.38 |
| 9 | 278 | 27 | 44.73 |
| 8 | 278 | 24 | 51.55 |
| 7 | 278 | 21 | 60.55 |
| 6 | 278 | 18 | 73.04 |
| 5 | 278 | 15 | 91.55 |
| 4 | 278 | 12 | 121.91 |
| 3 | 278 | 9 | 180.55 |
| 2 | 278 | 6 | 334.47 |
| 1 | 278 | 3 | 1,178.92 |
| | 4,141.50 | | |



UANL

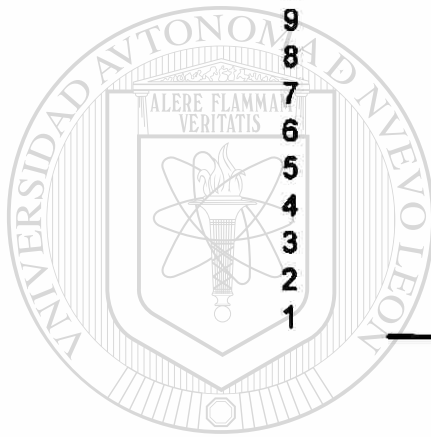
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**EDIFICIO VII
EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m.) H/B = 2.5
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA**

| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|-------|----------------|--------|----------|
| 20 | 443.5 | 60 | 26.81 |
| 19 | 494.2 | 57 | 28.76 |
| 18 | 494.2 | 54 | 30.83 |
| 17 | 494.2 | 51 | 33.15 |
| 16 | 494.2 | 48 | 35.75 |
| 15 | 494.2 | 45 | 38.71 |
| 14 | 494.2 | 42 | 42.1 |
| 13 | 494.2 | 39 | 46.03 |
| 12 | 494.2 | 36 | 50.64 |
| 11 | 494.2 | 33 | 56.14 |
| 10 | 494.2 | 30 | 62.83 |
| 9 | 494.2 | 27 | 71.12 |
| 8 | 494.2 | 24 | 81.71 |
| 7 | 494.2 | 21 | 95.73 |
| 6 | 494.2 | 18 | 115.19 |
| 5 | 494.2 | 15 | 144.08 |
| 4 | 494.2 | 12 | 191.49 |
| 3 | 494.2 | 9 | 283.16 |
| 2 | 494.2 | 6 | 523.81 |
| 1 | 494.2 | 3 | 1,475.58 |
| | <hr/> 9,833.30 | | |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO VIII
EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m.) H/B = 2.5
RIGIDEZ A CORTANTE CALCULADA

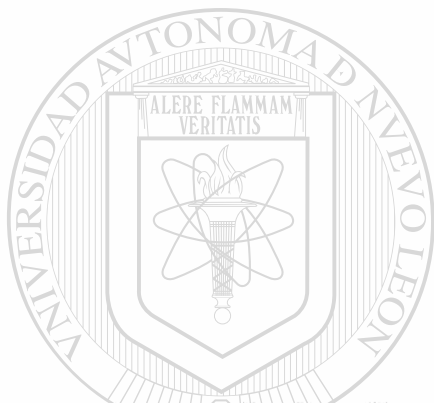
| NIVEL | Wix Ton. | Hix m. | Rix T-m |
|-------|----------|--------|----------|
| 25 | 693 | 75 | 30.18 |
| 24 | 772.2 | 72 | 31.94 |
| 23 | 772.2 | 69 | 33.77 |
| 22 | 772.2 | 66 | 35.75 |
| 21 | 772.2 | 63 | 37.92 |
| 20 | 772.2 | 60 | 40.31 |
| 19 | 772.2 | 57 | 42.95 |
| 18 | 772.2 | 54 | 45.88 |
| 17 | 772.2 | 51 | 49.17 |
| 16 | 772.2 | 48 | 52.87 |
| 15 | 772.2 | 45 | 57.08 |
| 14 | 772.2 | 42 | 61.92 |
| 13 | 772.2 | 39 | 67.53 |
| 12 | 772.2 | 36 | 74.13 |
| 11 | 772.2 | 33 | 82 |
| 10 | 772.2 | 30 | 91.58 |
| 9 | 772.2 | 27 | 103.48 |
| 8 | 772.2 | 24 | 118.69 |
| 7 | 772.2 | 21 | 138.84 |
| 6 | 772.2 | 18 | 166.84 |
| 5 | 772.2 | 15 | 208.44 |
| 4 | 772.2 | 12 | 276.74 |
| 3 | 772.2 | 9 | 408.82 |
| 2 | 772.2 | 6 | 755.56 |
| 1 | 772.2 | 3 | 2,658.73 |

19,225.80

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ANEXO 3

Cálculo de las fuerzas cortantes utilizando el análisis estático

modificado por el periodo fundamental de vibración

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



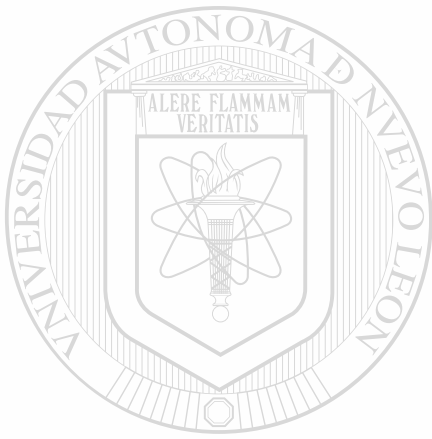
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO 3

CÁLCULO DE LAS FUERZAS CORTANTES UTILIZANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO MODIFICADO POR EL PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN

Una vez obtenida la rigidez a cortante de los edificios se procede al cálculo de la reducción de las fuerzas cortantes resultantes del análisis estático tomando en cuenta el valor aproximado del periodo fundamental de vibración de la estructura .

El resumen de los cálculos arriba mencionados se encuentra en las siguientes páginas .



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO 1
EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m.)
METODO ESTATICO MODIFICADO

H/B = 1.5

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix | ESTATICO |
|-------|----------|-------|-----------|-------|--------|----------|
| 10 | 306.00 | 30.00 | 9,240.00 | 90.37 | 90.37 | |
| 9 | 343.20 | 27.00 | 9,266.40 | 90.62 | 180.99 | |
| 8 | 343.20 | 24.00 | 8,236.80 | 80.55 | 261.55 | |
| 7 | 343.20 | 21.00 | 7,207.20 | 70.49 | 332.03 | |
| 6 | 343.20 | 18.00 | 6,177.60 | 60.42 | 392.45 | |
| 5 | 343.20 | 15.00 | 5,148.00 | 50.35 | 442.79 | |
| 4 | 343.20 | 12.00 | 4,118.40 | 40.28 | 483.07 | |
| 3 | 343.20 | 9.00 | 3,088.80 | 30.21 | 513.28 | |
| 2 | 343.20 | 6.00 | 2,059.20 | 20.14 | 533.42 | |
| 1 | 343.20 | 3.00 | 1,029.60 | 10.07 | 543.49 | |
| | 3,396.80 | | 55,572.00 | | | |

Vb.est/Wtot = 0.1600

$$q = 0.642$$

$$K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / (\sum Wi hi^2) = 0.029900$$

$$K2 = 1.5rq(1-q) \sum W / (\sum Wi hi^2) = 0.000674$$

CALCULO DEL PERIODO

| Rix | Vix/Rix | Xix | Wix*Xi^2 | Pix*Xix | Wi*hi^2 | ESTATICO MODIFICADO |
|-------|---------|-------|----------|----------|-----------|---------------------|
| 22.4 | 4.03 | 63.46 | 1.2E+6 | 5.7E+3 | 277,200 | 44.20 |
| 25.6 | 7.07 | 59.43 | 1.2E+6 | 5.4E+3 | 250,193 | 44.33 |
| 29.4 | 8.90 | 52.36 | 940.8E+3 | 4.2E+3 | 197,683 | 39.40 |
| 34.4 | 9.65 | 43.46 | 648.2E+3 | 3.1E+3 | 151,351 | 34.48 |
| 41.3 | 9.50 | 33.81 | 392.3E+3 | 2.0E+3 | 111,197 | 29.55 |
| 51.7 | 8.56 | 24.31 | 202.8E+3 | 1.2E+3 | 77,220 | 24.63 |
| 68.7 | 7.03 | 15.74 | 85.0E+3 | 634.0E+0 | 49,421 | 19.70 |
| 101.6 | 5.05 | 8.71 | 26.0E+3 | 263.1E+0 | 27,799 | 14.78 |
| 188 | 2.84 | 3.66 | 4.6E+3 | 73.7E+0 | 12,355 | 9.85 |
| 662.5 | 0.82 | 0.82 | 231.0E+0 | 8.3E+0 | 3,089 | 4.93 |
| | | | 4.8E+6 | 22.6E+3 | 1,157,508 | |

T = 2.913806 seg

c/Q = 0.16

V Considerando el T

| ESTATICO MODIFICADO | K1c/QWhi^2 | K2c/QWhi^2 | Pix mod | Vix mod |
|---------------------|------------|------------|---------|---------|
| 44.20 | 29.90 | 29.90 | 74.11 | 74.11 |
| 44.33 | 26.99 | 26.99 | 71.32 | 145.42 |
| 39.40 | 21.32 | 21.32 | 60.73 | 206.15 |
| 34.48 | 16.33 | 16.33 | 50.81 | 256.96 |
| 29.55 | 12.00 | 12.00 | 41.55 | 298.51 |
| 24.63 | 8.33 | 8.33 | 32.96 | 331.46 |
| 19.70 | 5.33 | 5.33 | 25.03 | 356.50 |
| 14.78 | 3.00 | 3.00 | 17.78 | 374.27 |
| 9.85 | 1.33 | 1.33 | 11.18 | 385.46 |
| 4.93 | 0.33 | 0.33 | 5.26 | 390.72 |

Vb.em/W = 0.1150

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EDIFICIO II
EDIFICIO DE 15 NIVELES (H = 45 m.)
METODO ESTATICO MODIFICADO

H/B = 1.5

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix | ESTATICO |
|-------|-----------|-------|------------|--------|----------|----------|
| 15 | 693.00 | 45.00 | 31,185.00 | 209.16 | 209.16 | |
| 14 | 772.20 | 42.00 | 32,432.40 | 217.53 | 426.69 | |
| 13 | 772.20 | 39.00 | 30,115.80 | 201.99 | 628.68 | |
| 12 | 772.20 | 36.00 | 27,799.20 | 186.45 | 815.13 | |
| 11 | 772.20 | 33.00 | 25,482.60 | 170.91 | 986.04 | |
| 10 | 772.20 | 30.00 | 23,166.00 | 155.38 | 1,141.42 | |
| 9 | 772.20 | 27.00 | 20,849.40 | 139.84 | 1,281.25 | |
| 8 | 772.20 | 24.00 | 18,532.80 | 124.30 | 1,405.56 | |
| 7 | 772.20 | 21.00 | 16,216.20 | 108.76 | 1,514.32 | |
| 6 | 772.20 | 18.00 | 13,899.60 | 93.23 | 1,607.54 | |
| 5 | 772.20 | 15.00 | 11,583.00 | 77.69 | 1,685.23 | |
| 4 | 772.20 | 12.00 | 9,266.40 | 62.15 | 1,747.38 | |
| 3 | 772.20 | 9.00 | 6,949.80 | 46.61 | 1,794.00 | |
| 2 | 772.20 | 6.00 | 4,633.20 | 31.08 | 1,825.07 | |
| 1 | 772.20 | 3.00 | 2,316.60 | 15.54 | 1,840.61 | |
| | 11,503.80 | | 274,428.00 | | | |

Vb.est/Wtot= 0.1600

q = 0.396

$$K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / (\sum W_i h_i^2) = 0.009919$$

$$K2 = 1.5 q(1-q) \sum W / (\sum W_i h_i^2) = 0.000325$$

CALCULO DEL PERIODO

| Rix | Vix/Rix | Xix | Wix*Xix2 | Pix*Xix |
|---------|---------|----------|----------|----------|
| 25.5 | 8.20 | 274.81 | 52.3E+6 | 57.5E+3 |
| 27.8 | 15.35 | 266.61 | 54.9E+6 | 58.0E+3 |
| 30.2 | 20.82 | 251.26 | 48.8E+6 | 50.8E+3 |
| 33.2 | 24.55 | 230.44 | 41.0E+6 | 43.0E+3 |
| 36.6 | 26.94 | 205.89 | 32.7E+6 | 35.2E+3 |
| 39.7 | 28.75 | 178.95 | 24.7E+6 | 27.8E+3 |
| 46.1 | 27.79 | 150.20 | 17.4E+6 | 21.0E+3 |
| 52.8 | 26.62 | 122.41 | 11.6E+6 | 15.2E+3 |
| 61.7 | 24.54 | 95.79 | 7.1E+6 | 10.4E+3 |
| 74.0 | 21.72 | 71.24 | 3.9E+6 | 6.6E+3 |
| 92.3 | 18.26 | 49.52 | 1.9E+6 | 3.8E+3 |
| 122.5 | 14.26 | 31.26 | 754.6E+3 | 1.9E+3 |
| 180.7 | 9.93 | 17.00 | 223.1E+3 | 792.3E+0 |
| 333.2 | 5.48 | 7.07 | 38.6E+3 | 218.7E+0 |
| 1,156.8 | 1.59 | 1.59 | 2.0E+3 | 24.7E+0 |
| | | 297.4E+6 | 332.3E+3 | |

T = 6.017019 seg

c/Q = 0.16

V Considerando el T

| ESTATICO MODIFICADO | | | | |
|---------------------|-----------|-------------|---------|---------|
| W*hi^2 | K1c/QW*hi | K2c/QW*hi^2 | Pix mod | Vix mod |
| 1,403,325 | 49.49 | 73.06 | 122.55 | 122.55 |
| 1,362,161 | 51.47 | 70.91 | 122.39 | 244.94 |
| 1,174,516 | 47.80 | 61.14 | 108.94 | 353.88 |
| 1,000,771 | 44.12 | 52.10 | 96.22 | 450.10 |
| 840,926 | 40.44 | 43.78 | 84.22 | 534.32 |
| 694,980 | 36.77 | 36.18 | 72.95 | 607.26 |
| 562,934 | 33.09 | 29.31 | 62.40 | 669.66 |
| 444,787 | 29.41 | 23.16 | 52.57 | 722.23 |
| 340,540 | 25.74 | 17.73 | 43.47 | 755.69 |
| 250,193 | 22.08 | 13.02 | 35.08 | 800.78 |
| 173,745 | 18.38 | 8.05 | 27.43 | 828.21 |
| 111,197 | 14.71 | 5.79 | 20.50 | 848.70 |
| 62,548 | 11.03 | 3.26 | 14.29 | 862.99 |
| 27,799 | 7.35 | 1.45 | 8.80 | 871.79 |
| 6,950 | 3.68 | 0.36 | 4.04 | 875.83 |
| 8,457,372 | | | | |

Vb.em/W= 0.0761



EDIFICIO III
EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m.)
METODO ESTATICO MODIFICADO

H/B = 1.5

CALCULO DEL PERIODO

V Considerando el T

| NIVEL | ESTATICO | | | | ESTATICO MODIFICADO | | | | Vb.em/Wz | | | | | | |
|-------|-----------|-------|------------|--------|---------------------|---------|--------|--------|----------|----------|------------|------------------|----------|-----------------------|---------|
| | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix | Rix | Mx/Rix | Xix | | Wix*Xi | Pix*Xi | Wih ² | K1c/QWih | K2c/QWih ² | Pix mod |
| 20 | 1,232.00 | 60.00 | 73,920.00 | 377.23 | 377.23 | 29.3 | 12.87 | 739.96 | 674.6E+6 | 279.1E+3 | 4,435,200 | 56.40 | 113.13 | 169.52 | 169.52 |
| 19 | 1,372.80 | 57.00 | 78,249.60 | 399.32 | 776.55 | 31.1 | 24.97 | 727.08 | 725.7E+6 | 290.3E+3 | 4,460,227 | 59.70 | 113.77 | 173.47 | 342.99 |
| 18 | 1,372.80 | 54.00 | 74,131.20 | 378.30 | 1,154.85 | 33.2 | 34.78 | 702.12 | 676.7E+6 | 265.6E+3 | 4,003,085 | 56.56 | 102.11 | 158.66 | 501.65 |
| 17 | 1,372.80 | 51.00 | 70,012.80 | 357.29 | 1,512.14 | 35.5 | 42.60 | 667.33 | 611.3E+6 | 238.4E+3 | 3,570,653 | 53.42 | 91.08 | 144.49 | 646.15 |
| 16 | 1,372.80 | 48.00 | 65,894.40 | 336.27 | 1,848.41 | 38.0 | 48.64 | 624.74 | 535.8E+6 | 210.1E+3 | 3,162,931 | 50.27 | 80.68 | 130.95 | 777.10 |
| 15 | 1,372.80 | 45.00 | 61,776.00 | 315.25 | 2,163.66 | 40.9 | 52.90 | 576.09 | 455.6E+6 | 181.6E+3 | 2,779,920 | 47.13 | 70.91 | 118.04 | 895.14 |
| 14 | 1,372.80 | 42.00 | 57,657.60 | 294.24 | 2,457.90 | 44.2 | 55.61 | 523.19 | 375.8E+6 | 153.9E+3 | 2,421,619 | 43.99 | 61.77 | 105.76 | 1000.89 |
| 13 | 1,372.80 | 39.00 | 53,539.20 | 273.22 | 2,731.12 | 48.1 | 56.78 | 467.58 | 300.1E+6 | 127.8E+3 | 2,088,029 | 40.85 | 53.26 | 94.11 | 1095.00 |
| 12 | 1,372.80 | 36.00 | 49,420.80 | 252.20 | 2,983.32 | 52.6 | 56.72 | 410.80 | 231.7E+6 | 103.6E+3 | 1,779,149 | 37.71 | 45.38 | 83.09 | 1178.09 |
| 11 | 1,372.80 | 33.00 | 45,302.40 | 231.19 | 3,214.50 | 58.0 | 55.42 | 354.09 | 172.1E+6 | 81.9E+3 | 1,494,979 | 34.56 | 38.13 | 72.70 | 1250.78 |
| 10 | 1,372.80 | 30.00 | 41,184.00 | 210.17 | 3,424.67 | 64.6 | 53.01 | 298.66 | 122.5E+6 | 62.8E+3 | 1,235,520 | 31.42 | 31.51 | 62.94 | 1313.72 |
| 9 | 1,372.80 | 27.00 | 37,065.60 | 189.15 | 3,613.82 | 72.9 | 49.57 | 245.65 | 82.8E+6 | 46.5E+3 | 1,000,771 | 28.28 | 25.53 | 53.81 | 1367.52 |
| 8 | 1,372.80 | 24.00 | 32,947.20 | 168.13 | 3,781.96 | 83.4 | 45.35 | 196.08 | 52.8E+6 | 33.0E+3 | 790,733 | 25.14 | 20.17 | 45.31 | 1412.83 |
| 7 | 1,372.80 | 21.00 | 28,828.80 | 147.12 | 3,929.08 | 97.4 | 40.34 | 150.73 | 31.2E+6 | 22.2E+3 | 605,405 | 22.00 | 15.44 | 37.44 | 1450.27 |
| 6 | 1,372.80 | 18.00 | 24,710.40 | 126.10 | 4,055.18 | 116.9 | 34.69 | 110.39 | 16.7E+6 | 13.9E+3 | 444,787 | 18.85 | 11.35 | 30.20 | 1480.46 |
| 5 | 1,372.80 | 15.00 | 20,592.00 | 105.08 | 4,160.26 | 146.0 | 28.49 | 75.70 | 7.9E+6 | 8.0E+3 | 308,880 | 15.71 | 7.88 | 23.59 | 1504.05 |
| 4 | 1,372.80 | 12.00 | 16,473.60 | 84.07 | 4,244.33 | 193.9 | 21.89 | 47.21 | 3.1E+6 | 4.0E+3 | 197,683 | 12.57 | 5.04 | 17.61 | 1521.66 |
| 3 | 1,372.80 | 9.00 | 12,355.20 | 63.05 | 4,307.38 | 287.3 | 14.99 | 25.32 | 879.9E+3 | 1.6E+3 | 111,197 | 9.43 | 2.84 | 12.26 | 1533.93 |
| 2 | 1,372.80 | 6.00 | 8,236.80 | 42.03 | 4,349.42 | 535.9 | 8.12 | 10.33 | 146.3E+3 | 434.0E+0 | 49,421 | 6.28 | 1.26 | 7.54 | 1541.47 |
| 1 | 1,372.80 | 3.00 | 4,118.40 | 21.02 | 4,370.43 | 1,978.5 | 2.21 | 2.21 | 6.7E+3 | 46.4E+0 | 12,355 | 3.14 | 0.32 | 3.46 | 1544.93 |
| | 27,315.20 | | 856,416.00 | | | | | | 5.1E+9 | 2.1E+6 | 34,952,644 | | | | |

Vb.es/Wtot = 0.1600

T = 9.832953 seg

Vb.em/Wz = 0.0566

q = 0.285

K1 = q(1-r(1-q))ΣW / (ΣWih²) = 0.004768

K2 = 1.5rq(1-q)ΣW / (ΣWih²) = 0.000159

c/Q = 0.16



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN



EDIFICIO IV
EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m.) H/B = 1.5
METODO ESTATICO MODIFICADO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix | Rix |
|-------|------------------|-------|---------------------|--------|----------|---------|
| 25 | 1,925.00 | 75.00 | 144,375.00 | 594.57 | 594.57 | 33.2 |
| 24 | 2,145.00 | 72.00 | 154,440.00 | 636.02 | 1,230.59 | 34.9 |
| 23 | 2,145.00 | 69.00 | 148,005.00 | 609.52 | 1,840.10 | 36.7 |
| 22 | 2,145.00 | 66.00 | 141,570.00 | 583.02 | 2,423.12 | 38.6 |
| 21 | 2,145.00 | 63.00 | 135,135.00 | 556.52 | 2,979.64 | 40.7 |
| 20 | 2,145.00 | 60.00 | 128,700.00 | 530.02 | 3,509.65 | 43.0 |
| 19 | 2,145.00 | 57.00 | 122,265.00 | 503.51 | 4,013.17 | 45.8 |
| 18 | 2,145.00 | 54.00 | 115,830.00 | 477.01 | 4,480.18 | 47.7 |
| 17 | 2,145.00 | 51.00 | 109,395.00 | 450.51 | 4,940.70 | 51.7 |
| 16 | 2,145.00 | 48.00 | 102,960.00 | 424.01 | 5,364.71 | 55.3 |
| 15 | 2,145.00 | 45.00 | 96,525.00 | 397.51 | 5,762.22 | 58.4 |
| 14 | 2,145.00 | 42.00 | 90,090.00 | 371.01 | 6,133.23 | 64.2 |
| 13 | 2,145.00 | 39.00 | 83,655.00 | 344.51 | 6,477.74 | 69.7 |
| 12 | 2,145.00 | 36.00 | 77,220.00 | 318.01 | 6,795.75 | 76.2 |
| 11 | 2,145.00 | 33.00 | 70,785.00 | 291.51 | 7,087.26 | 84.0 |
| 10 | 2,145.00 | 30.00 | 64,350.00 | 265.01 | 7,352.27 | 93.5 |
| 9 | 2,145.00 | 27.00 | 57,915.00 | 238.51 | 7,590.77 | 105.3 |
| 8 | 2,145.00 | 24.00 | 51,480.00 | 212.01 | 7,802.78 | 120.4 |
| 7 | 2,145.00 | 21.00 | 45,045.00 | 185.51 | 7,988.28 | 140.4 |
| 6 | 2,145.00 | 18.00 | 38,610.00 | 159.00 | 8,147.28 | 168.4 |
| 5 | 2,145.00 | 15.00 | 32,175.00 | 132.50 | 8,279.79 | 209.9 |
| 4 | 2,145.00 | 12.00 | 25,740.00 | 106.00 | 8,385.80 | 278.4 |
| 3 | 2,145.00 | 9.00 | 19,305.00 | 79.50 | 8,465.30 | 411.1 |
| 2 | 2,145.00 | 6.00 | 12,870.00 | 53.00 | 8,518.30 | 760.8 |
| 1 | 2,145.00 | 3.00 | 6,435.00 | 26.50 | 8,544.80 | 2,729.3 |
| | <u>53,405.00</u> | | <u>2,074,875.00</u> | | | |

Vb.est/Wtot= 0.1600

q = 0.222
 $K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / (\sum W_i h_i^2) = 0.002751$
 $K2 = 1.5 r q (1-q) \sum W / (\sum W_i h_i^2) = 0.000088$

CALCULO DEL PERIODO

| Vix/Rix | Xix | Wix*Xb2 | Pix*Xix | Wih ² | K1c/QWih | K2c/QWih ² | Pix mod | Vix mod |
|---------|---------|----------------|---------------|--------------------|----------|-----------------------|---------|---------|
| 17.91 | 1579.96 | 4.8E+9 | 939.4E+3 | 10,828,125 | 63.55 | 151.60 | 215.15 | 215.15 |
| 35.26 | 1562.05 | 5.2E+9 | 993.5E+3 | 11,119,680 | 67.98 | 155.68 | 223.66 | 438.81 |
| 50.14 | 1526.79 | 5.0E+9 | 930.6E+3 | 10,212,345 | 65.14 | 142.98 | 208.13 | 646.94 |
| 62.78 | 1476.65 | 4.7E+9 | 860.9E+3 | 9,343,620 | 62.31 | 130.82 | 193.13 | 840.07 |
| 73.21 | 1413.87 | 4.3E+9 | 786.8E+3 | 8,513,505 | 59.48 | 119.20 | 178.68 | 1018.74 |
| 81.62 | 1340.66 | 3.9E+9 | 710.6E+3 | 7,722,000 | 56.65 | 108.11 | 164.78 | 1183.50 |
| 88.01 | 1259.04 | 3.4E+9 | 633.9E+3 | 6,989,105 | 53.82 | 97.57 | 151.39 | 1334.89 |
| 94.13 | 1171.03 | 2.9E+9 | 558.6E+3 | 6,254,820 | 50.98 | 87.57 | 138.56 | 1473.45 |
| 95.56 | 1076.90 | 2.5E+9 | 485.2E+3 | 5,578,145 | 48.15 | 78.11 | 126.26 | 1599.71 |
| 97.01 | 981.34 | 2.1E+9 | 416.1E+3 | 4,942,080 | 45.32 | 69.19 | 114.51 | 1714.22 |
| 97.01 | 884.32 | 1.7E+9 | 351.5E+3 | 4,343,625 | 42.49 | 60.81 | 103.30 | 1817.52 |
| 95.53 | 787.32 | 1.3E+9 | 292.1E+3 | 3,783,780 | 39.65 | 52.98 | 92.63 | 1910.15 |
| 92.94 | 691.78 | 1.0E+9 | 238.3E+3 | 3,262,545 | 36.82 | 45.68 | 82.50 | 1992.65 |
| 89.18 | 598.85 | 789.2E+6 | 190.4E+3 | 2,779,920 | 33.99 | 38.92 | 72.91 | 2065.56 |
| 84.37 | 509.66 | 557.2E+6 | 148.6E+3 | 2,335,905 | 31.16 | 32.70 | 63.66 | 2129.42 |
| 78.63 | 425.29 | 388.0E+6 | 112.7E+3 | 1,930,500 | 28.32 | 27.03 | 56.35 | 2184.77 |
| 72.09 | 346.66 | 257.8E+6 | 82.7E+3 | 1,563,705 | 25.49 | 21.89 | 47.38 | 2232.16 |
| 64.81 | 274.57 | 161.7E+6 | 58.2E+3 | 1,235,520 | 22.66 | 17.30 | 39.96 | 2272.11 |
| 56.90 | 209.76 | 94.4E+6 | 38.9E+3 | 945,945 | 19.83 | 13.24 | 33.07 | 2305.19 |
| 48.38 | 152.87 | 50.1E+6 | 24.3E+3 | 694,980 | 16.99 | 9.73 | 26.72 | 2331.91 |
| 39.45 | 104.49 | 23.4E+6 | 13.8E+3 | 482,625 | 14.16 | 6.76 | 20.92 | 2352.83 |
| 30.12 | 65.04 | 9.1E+6 | 6.9E+3 | 308,880 | 11.33 | 4.32 | 15.65 | 2368.48 |
| 20.59 | 34.92 | 2.6E+6 | 2.8E+3 | 173,745 | 8.50 | 2.43 | 10.93 | 2379.41 |
| 11.20 | 14.33 | 440.3E+3 | 759.4E+0 | 77,220 | 5.86 | 1.08 | 6.75 | 2386.16 |
| 3.13 | 3.13 | 21.0E+3 | 83.0E+0 | 19,305 | 2.83 | 0.27 | 3.10 | 2389.26 |
| | | <u>45.1E+9</u> | <u>8.9E+6</u> | <u>105,422.625</u> | | | | |

T = 14.33684 seg

c/Q = 0.16

Vb.est/Wm= 0.0447

ESTATICO MODIFICADO

| Wih ² | K1c/QWih | K2c/QWih ² | Pix mod | Vix mod |
|--------------------|----------|-----------------------|---------|---------|
| 10,828,125 | 63.55 | 151.60 | 215.15 | 215.15 |
| 11,119,680 | 67.98 | 155.68 | 223.66 | 438.81 |
| 10,212,345 | 65.14 | 142.98 | 208.13 | 646.94 |
| 9,343,620 | 62.31 | 130.82 | 193.13 | 840.07 |
| 8,513,505 | 59.48 | 119.20 | 178.68 | 1018.74 |
| 7,722,000 | 56.65 | 108.11 | 164.78 | 1183.50 |
| 6,989,105 | 53.82 | 97.57 | 151.39 | 1334.89 |
| 6,254,820 | 50.98 | 87.57 | 138.56 | 1473.45 |
| 5,578,145 | 48.15 | 78.11 | 126.26 | 1599.71 |
| 4,942,080 | 45.32 | 69.19 | 114.51 | 1714.22 |
| 4,343,625 | 42.49 | 60.81 | 103.30 | 1817.52 |
| 3,783,780 | 39.65 | 52.98 | 92.63 | 1910.15 |
| 3,262,545 | 36.82 | 45.68 | 82.50 | 1992.65 |
| 2,779,920 | 33.99 | 38.92 | 72.91 | 2065.56 |
| 2,335,905 | 31.16 | 32.70 | 63.66 | 2129.42 |
| 1,930,500 | 28.32 | 27.03 | 56.35 | 2184.77 |
| 1,563,705 | 25.49 | 21.89 | 47.38 | 2232.16 |
| 1,235,520 | 22.66 | 17.30 | 39.96 | 2272.11 |
| 945,945 | 19.83 | 13.24 | 33.07 | 2305.19 |
| 694,980 | 16.99 | 9.73 | 26.72 | 2331.91 |
| 482,625 | 14.16 | 6.76 | 20.92 | 2352.83 |
| 308,880 | 11.33 | 4.32 | 15.65 | 2368.48 |
| 173,745 | 8.50 | 2.43 | 10.93 | 2379.41 |
| 77,220 | 5.86 | 1.08 | 6.75 | 2386.16 |
| 19,305 | 2.83 | 0.27 | 3.10 | 2389.26 |
| <u>105,422.625</u> | | | | |

EDIFICIO V

EDIFICIO DE 10 NIVELES (H = 30 m) H/B = 2.5

METODO ESTATICO MODIFICADO

| ESTATICO | | ESTATICO | | | |
|----------|----------|----------|-----------|-------|--------|
| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix |
| 10 | 110.90 | 30.00 | 3,327.00 | 32.54 | 32.54 |
| 9 | 123.60 | 27.00 | 3,337.20 | 32.64 | 65.18 |
| 8 | 123.60 | 24.00 | 2,966.40 | 29.01 | 94.19 |
| 7 | 123.60 | 21.00 | 2,595.60 | 25.39 | 119.57 |
| 6 | 123.60 | 18.00 | 2,224.80 | 21.76 | 141.33 |
| 5 | 123.60 | 15.00 | 1,854.00 | 18.13 | 159.46 |
| 4 | 123.60 | 12.00 | 1,483.20 | 14.51 | 173.97 |
| 3 | 123.60 | 9.00 | 1,112.40 | 10.88 | 184.85 |
| 2 | 123.60 | 6.00 | 741.60 | 7.25 | 192.10 |
| 1 | 123.60 | 3.00 | 370.80 | 3.63 | 195.73 |
| | 1,223.30 | | 20,013.00 | | |

Vb.est/Wtot= 0.1600

q = 0.899

K1 = q(1-r(1-q))ΣW / (ΣWi hi^2) = 0.051234

K2 = 1.5rq(1-q)ΣW / (ΣWi hi^2) = 0.000267

CALCULO DEL PERIODO

| Rix | Vix/Rix | Xix | Wix^2 | Pix^2 | Xix*Wix | Pix*Xix |
|--------|---------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 21.07 | 1.54 | 23.33 | 60.3E+3 | 759.0E+0 | 759.0E+0 | 759.0E+0 |
| 24.26 | 2.69 | 21.78 | 58.6E+3 | 710.9E+0 | 710.9E+0 | 710.9E+0 |
| 28.16 | 3.35 | 18.10 | 45.1E+3 | 554.0E+0 | 554.0E+0 | 554.0E+0 |
| 33.27 | 3.59 | 15.75 | 30.7E+3 | 399.8E+0 | 399.8E+0 | 399.8E+0 |
| 40.35 | 3.50 | 12.16 | 18.3E+3 | 264.5E+0 | 264.5E+0 | 264.5E+0 |
| 50.81 | 3.14 | 8.65 | 9.3E+3 | 156.9E+0 | 156.9E+0 | 156.9E+0 |
| 67.92 | 2.56 | 5.52 | 3.8E+3 | 80.0E+0 | 80.0E+0 | 80.0E+0 |
| 113.16 | 1.63 | 2.95 | 1.1E+3 | 32.1E+0 | 32.1E+0 | 32.1E+0 |
| 187.45 | 1.02 | 1.32 | 215.5E+0 | 9.6E+0 | 9.6E+0 | 9.6E+0 |
| 661.92 | 0.30 | 0.30 | 10.8E+0 | 1.1E+0 | 1.1E+0 | 1.1E+0 |
| | | | 227.3E+3 | 3.0E+3 | 3.0E+3 | 3.0E+3 |

T = 1.760296 seg

c/Q = 0.16

V Considerando el T

ESTATICO MODIFICADO

| Wih^2 | K1c/QWih | K2c/QWih^2 | Pix mod | Vix mod |
|---------|----------|------------|---------|---------|
| 99,810 | 27.27 | 4.26 | 31.54 | 31.54 |
| 90,104 | 27.36 | 3.85 | 31.20 | 62.74 |
| 71,194 | 24.32 | 3.04 | 27.36 | 90.10 |
| 54,508 | 21.28 | 2.33 | 23.61 | 113.70 |
| 40,046 | 18.24 | 1.71 | 19.95 | 133.65 |
| 27,810 | 15.20 | 1.19 | 16.39 | 150.04 |
| 17,798 | 12.16 | 0.76 | 12.82 | 162.95 |
| 10,012 | 9.12 | 0.43 | 9.55 | 172.50 |
| 4,450 | 6.08 | 0.19 | 6.27 | 178.77 |
| 1,112 | 3.04 | 0.05 | 3.08 | 181.86 |
| 416,844 | | | | |

Vb.em/Ws = 0.1487



EDIFICIO VI

EDIFICIO DE 15 NIVELES (H = 45 m.) H/B = 2.5

METODO ESTATICO MODIFICADO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix | ESTATICO |
|-------|----------|-------|-----------|-------|--------|----------|
| 15 | 249.50 | 45.00 | 11,227.50 | 75.30 | 75.30 | |
| 14 | 278.00 | 42.00 | 11,676.00 | 78.31 | 153.61 | |
| 13 | 278.00 | 39.00 | 10,842.00 | 72.72 | 226.33 | |
| 12 | 278.00 | 36.00 | 10,008.00 | 67.12 | 293.46 | |
| 11 | 278.00 | 33.00 | 9,174.00 | 61.53 | 354.99 | |
| 10 | 278.00 | 30.00 | 8,340.00 | 55.94 | 410.92 | |
| 9 | 278.00 | 27.00 | 7,506.00 | 50.34 | 461.27 | |
| 8 | 278.00 | 24.00 | 6,672.00 | 44.75 | 506.02 | |
| 7 | 278.00 | 21.00 | 5,838.00 | 39.16 | 545.17 | |
| 6 | 278.00 | 18.00 | 5,004.00 | 33.56 | 578.73 | |
| 5 | 278.00 | 15.00 | 4,170.00 | 27.97 | 606.70 | |
| 4 | 278.00 | 12.00 | 3,336.00 | 22.37 | 629.08 | |
| 3 | 278.00 | 9.00 | 2,502.00 | 16.78 | 645.86 | |
| 2 | 278.00 | 6.00 | 1,668.00 | 11.19 | 657.05 | |
| 1 | 278.00 | 3.00 | 834.00 | 5.59 | 662.64 | |
| | 4,141.50 | | 98,797.50 | | | |

$Vb.est/Wtot = 0.1600$

$q = 0.553$

$K1 = q \cdot 1 - r(1-q) \sum W / (\sum W_i \cdot h_i^2) = 0.016252$

$K2 = 1.5 \cdot r q (1-q) \sum W / (\sum W_i \cdot h_i^2) = 0.000336$

CALCULO DEL PERIODO

| Rix | Vix/Rix | Xix | Wix*Xi^2 | Pix*Xi | ESTATICO MODIFICADO |
|----------|---------|--------|----------|----------|---------------------|
| 23.65 | 3.18 | 101.86 | 2.6E+6 | 7.7E+3 | 505,238 |
| 25.96 | 5.92 | 98.68 | 2.7E+6 | 7.7E+3 | 490,392 |
| 28.51 | 7.94 | 92.76 | 2.4E+6 | 6.7E+3 | 422,838 |
| 31.50 | 9.31 | 84.82 | 2.0E+6 | 5.7E+3 | 360,288 |
| 35.06 | 10.12 | 75.51 | 1.6E+6 | 4.6E+3 | 302,742 |
| 39.38 | 10.44 | 65.38 | 1.2E+6 | 3.7E+3 | 250,200 |
| 44.73 | 10.31 | 54.95 | 899.4E+3 | 2.8E+3 | 202,662 |
| 51.55 | 9.82 | 44.64 | 553.9E+3 | 2.0E+3 | 160,128 |
| 60.55 | 9.00 | 34.82 | 337.0E+3 | 1.4E+3 | 122,598 |
| 73.04 | 7.92 | 25.81 | 185.3E+3 | 866.4E+0 | 90,072 |
| 91.55 | 6.63 | 17.89 | 89.0E+3 | 500.4E+0 | 62,550 |
| 121.91 | 5.16 | 11.26 | 35.3E+3 | 252.0E+0 | 40,032 |
| 180.55 | 3.58 | 6.10 | 10.4E+3 | 102.4E+0 | 22,518 |
| 334.47 | 1.96 | 2.53 | 1.8E+3 | 28.3E+0 | 10,008 |
| 1,178.92 | 0.56 | 0.56 | 87.8E+0 | 3.1E+0 | 2,502 |
| | | | 14.5E+6 | 44.0E+3 | 3,044,768 |

$T = 3.652278 \text{ seg}$

$c/Q = 0.16$

V Considerando el T

| Wt*hi^2 | K1c/QWthi | K2c/QWthi^2 | Pix mod | Vix mod |
|-----------|-----------|-------------|---------|---------|
| 505,238 | 29.19 | 27.19 | 56.38 | 56.38 |
| 490,392 | 30.36 | 26.39 | 56.75 | 113.13 |
| 422,838 | 28.19 | 22.75 | 50.94 | 164.07 |
| 360,288 | 26.02 | 19.39 | 45.41 | 209.48 |
| 302,742 | 23.86 | 16.29 | 40.15 | 249.63 |
| 250,200 | 21.69 | 13.46 | 35.15 | 284.78 |
| 202,662 | 19.52 | 10.90 | 30.42 | 315.20 |
| 160,128 | 17.35 | 8.62 | 25.97 | 341.17 |
| 122,598 | 15.18 | 6.60 | 21.78 | 362.94 |
| 90,072 | 13.01 | 4.85 | 17.96 | 380.80 |
| 62,550 | 10.84 | 3.37 | 14.21 | 395.01 |
| 40,032 | 8.67 | 2.15 | 10.83 | 405.84 |
| 22,518 | 6.51 | 1.21 | 7.72 | 413.56 |
| 10,008 | 4.34 | 0.54 | 4.88 | 418.43 |
| 2,502 | 2.17 | 0.13 | 2.30 | 420.74 |
| 3,044,768 | | | | |

$Vb.em/W = 0.1016$

DIFICIO VII
EDIFICIO DE 20 NIVELES (H = 60 m)
METODO ESTATICO MODIFICADO

H/B = 2.5

ESTATICO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix |
|-------|----------|-------|------------|--------|----------|
| 20 | 443.50 | 60.00 | 26,610.00 | 135.80 | 135.80 |
| 19 | 494.20 | 57.00 | 28,169.40 | 143.75 | 279.55 |
| 18 | 494.20 | 54.00 | 26,686.80 | 136.19 | 415.74 |
| 17 | 494.20 | 51.00 | 25,204.20 | 128.62 | 544.36 |
| 16 | 494.20 | 48.00 | 23,721.60 | 121.06 | 665.41 |
| 15 | 494.20 | 45.00 | 22,239.00 | 113.49 | 778.90 |
| 14 | 494.20 | 42.00 | 20,756.40 | 105.92 | 884.83 |
| 13 | 494.20 | 39.00 | 19,273.80 | 98.36 | 983.18 |
| 12 | 494.20 | 36.00 | 17,791.20 | 90.79 | 1,073.97 |
| 11 | 494.20 | 33.00 | 16,308.60 | 83.23 | 1,157.20 |
| 10 | 494.20 | 30.00 | 14,826.00 | 75.66 | 1,232.86 |
| 9 | 494.20 | 27.00 | 13,343.40 | 68.09 | 1,300.95 |
| 8 | 494.20 | 24.00 | 11,860.80 | 60.53 | 1,361.48 |
| 7 | 494.20 | 21.00 | 10,378.20 | 52.96 | 1,414.44 |
| 6 | 494.20 | 18.00 | 8,895.60 | 45.40 | 1,459.84 |
| 5 | 494.20 | 15.00 | 7,413.00 | 37.83 | 1,497.67 |
| 4 | 494.20 | 12.00 | 5,930.40 | 30.26 | 1,527.93 |
| 3 | 494.20 | 9.00 | 4,447.80 | 22.70 | 1,550.63 |
| 2 | 494.20 | 6.00 | 2,965.20 | 15.13 | 1,565.76 |
| 1 | 494.20 | 3.00 | 1,482.60 | 7.57 | 1,573.33 |
| | 5,833.30 | | 308,304.00 | | |

Vb.es/Wtot= 0.1600

q = 0.397

K1 = q(1-r(1-q))ΣW/(ΣW_ih_i²) = 0.007562

K2 = 1.5rq(1-q)ΣW/(ΣW_ih_i²) = 0.000187

T = 6.004562 seg

c/Q = 0.16

CALCULO DEL PERIODO

| Rix | Vix/Rix | Xix | W _i *X _i ² | Pix*Xix |
|----------|---------|--------|---|----------|
| 26.81 | 5.06 | 277.56 | 34.2E+6 | 37.7E+3 |
| 28.76 | 9.72 | 272.49 | 36.7E+6 | 39.2E+3 |
| 30.83 | 13.48 | 262.78 | 34.1E+6 | 35.8E+3 |
| 33.15 | 16.42 | 249.29 | 30.7E+6 | 32.1E+3 |
| 35.75 | 18.61 | 232.87 | 26.8E+6 | 28.2E+3 |
| 38.71 | 20.12 | 214.26 | 22.7E+6 | 24.3E+3 |
| 42.10 | 21.02 | 194.13 | 18.6E+6 | 20.6E+3 |
| 46.03 | 21.36 | 173.11 | 14.8E+6 | 17.0E+3 |
| 50.64 | 21.21 | 151.75 | 11.4E+6 | 13.8E+3 |
| 56.14 | 20.61 | 130.54 | 8.4E+6 | 10.9E+3 |
| 62.83 | 19.62 | 109.93 | 6.0E+6 | 8.3E+3 |
| 71.12 | 18.29 | 90.31 | 4.0E+6 | 6.1E+3 |
| 81.71 | 16.66 | 72.02 | 2.6E+6 | 4.4E+3 |
| 95.73 | 14.78 | 55.35 | 1.5E+6 | 2.9E+3 |
| 115.19 | 12.67 | 40.58 | 813.8E+3 | 1.8E+3 |
| 144.08 | 10.39 | 27.91 | 384.8E+3 | 1.1E+3 |
| 191.49 | 7.98 | 17.51 | 151.5E+3 | 529.9E+0 |
| 283.16 | 5.48 | 9.53 | 44.9E+3 | 216.3E+0 |
| 523.81 | 2.99 | 4.06 | 8.1E+3 | 61.4E+0 |
| 1,475.58 | 1.07 | 1.07 | 561.8E+0 | 8.1E+0 |
| | | | 253.9E+6 | 284.9E+3 |

ESTATICO MODIFICADO

| W _i h _i ² | K1c/QW _i h _i | K2c/QW _i h _i ² | Pix mod | Vix mod |
|--|------------------------------------|---|---------|---------|
| 1,596,600 | 32.20 | 47.78 | 79.97 | 79.97 |
| 1,605,656 | 34.08 | 48.05 | 82.13 | 162.11 |
| 1,441,087 | 32.29 | 43.12 | 75.41 | 237.52 |
| 1,285,414 | 30.50 | 38.47 | 68.96 | 306.48 |
| 1,198,637 | 28.70 | 34.07 | 62.78 | 369.26 |
| 1,000,755 | 26.91 | 29.95 | 56.86 | 426.11 |
| 871,769 | 25.11 | 26.09 | 51.20 | 477.32 |
| 751,678 | 23.32 | 22.49 | 45.81 | 523.13 |
| 640,483 | 21.53 | 19.17 | 40.69 | 563.82 |
| 538,184 | 19.73 | 16.10 | 35.84 | 599.66 |
| 444,780 | 17.94 | 13.31 | 31.25 | 630.91 |
| 360,272 | 16.15 | 10.78 | 26.93 | 667.84 |
| 284,659 | 14.35 | 8.52 | 22.87 | 680.71 |
| 217,942 | 12.56 | 6.52 | 19.08 | 699.78 |
| 160,121 | 10.76 | 4.79 | 15.55 | 715.34 |
| 111,195 | 8.97 | 3.33 | 12.30 | 727.64 |
| 71,165 | 7.18 | 2.13 | 9.31 | 736.94 |
| 40,030 | 5.38 | 1.20 | 6.58 | 743.52 |
| 17,791 | 3.59 | 0.53 | 4.12 | 747.64 |
| 4,448 | 1.79 | 0.13 | 1.93 | 749.57 |
| 12,582.666 | | | | |

Vb.em/Ws

0.0762

V Considerando el T

EDIFICIO VIII
EDIFICIO DE 25 NIVELES (H = 75 m) H/B = 2.5
METODO ESTATICO MODIFICADO

| NIVEL | Wix | Hix | Wix*Hix | Pix | Vix | ESTATICO |
|-------|-----------|-------|------------|--------|----------|----------|
| 25 | 693.00 | 75.00 | 51,975.00 | 214.04 | 214.04 | |
| 24 | 772.20 | 72.00 | 55,598.40 | 228.97 | 443.01 | |
| 23 | 772.20 | 69.00 | 53,281.80 | 219.43 | 662.44 | |
| 22 | 772.20 | 66.00 | 50,965.20 | 209.89 | 872.32 | |
| 21 | 772.20 | 63.00 | 48,648.60 | 200.35 | 1,072.67 | |
| 20 | 772.20 | 60.00 | 46,332.00 | 190.81 | 1,263.48 | |
| 19 | 772.20 | 57.00 | 44,015.40 | 181.27 | 1,444.74 | |
| 18 | 772.20 | 54.00 | 41,698.80 | 171.72 | 1,616.47 | |
| 17 | 772.20 | 51.00 | 39,382.20 | 162.18 | 1,778.65 | |
| 16 | 772.20 | 48.00 | 37,065.60 | 152.64 | 1,931.29 | |
| 15 | 772.20 | 45.00 | 34,749.00 | 143.10 | 2,074.40 | |
| 14 | 772.20 | 42.00 | 32,432.40 | 133.56 | 2,207.96 | |
| 13 | 772.20 | 39.00 | 30,115.80 | 124.02 | 2,331.99 | |
| 12 | 772.20 | 36.00 | 27,799.20 | 114.48 | 2,446.47 | |
| 11 | 772.20 | 33.00 | 25,482.60 | 104.94 | 2,551.41 | |
| 10 | 772.20 | 30.00 | 23,166.00 | 95.40 | 2,646.82 | |
| 9 | 772.20 | 27.00 | 20,849.40 | 85.86 | 2,732.68 | |
| 8 | 772.20 | 24.00 | 18,532.80 | 76.32 | 2,809.00 | |
| 7 | 772.20 | 21.00 | 16,216.20 | 66.78 | 2,875.78 | |
| 6 | 772.20 | 18.00 | 13,899.60 | 57.24 | 2,933.02 | |
| 5 | 772.20 | 15.00 | 11,583.00 | 47.70 | 2,980.73 | |
| 4 | 772.20 | 12.00 | 9,266.40 | 38.16 | 3,018.89 | |
| 3 | 772.20 | 9.00 | 6,949.80 | 28.62 | 3,047.51 | |
| 2 | 772.20 | 6.00 | 4,633.20 | 19.08 | 3,066.59 | |
| 1 | 772.20 | 3.00 | 2,316.60 | 9.54 | 3,076.13 | |
| | 19,225.80 | | 745,955.00 | | | |

Vb.est/Wtot= 0.1600

q = 0.309
 $K1 = q(1-r(1-q)) \sum W / (\sum Wi hi^2) = 0.004283$
 $K2 = 1.5rq(1-q) \sum W / (\sum Wi hi^2) = 0.000108$

CALCULO DEL PERIODO

| Rix | Vix/Rix | Xix | Wix*Xi^2 | Pix*Xix | Wih^2 | K1c/QWih | K2c/QWih^2 | Vix mod |
|----------|---------|--------|----------|----------|------------|----------|------------|---------|
| 30.18 | 7.09 | 591.99 | 242.9E+6 | 126.7E+3 | 3,898.125 | 35.62 | 67.42 | 103.04 |
| 31.94 | 13.87 | 584.90 | 264.2E+6 | 133.9E+3 | 4,003.085 | 38.10 | 69.24 | 107.34 |
| 33.77 | 19.62 | 571.03 | 251.8E+6 | 125.3E+3 | 3,676.444 | 36.52 | 63.59 | 100.11 |
| 35.75 | 24.40 | 551.42 | 234.8E+6 | 115.7E+3 | 3,363.703 | 34.93 | 58.18 | 93.11 |
| 37.92 | 28.29 | 527.01 | 214.5E+6 | 105.6E+3 | 3,064.862 | 33.34 | 53.01 | 86.35 |
| 40.31 | 31.35 | 498.73 | 192.1E+6 | 95.2E+3 | 2,779.920 | 31.75 | 48.08 | 79.84 |
| 42.95 | 33.64 | 467.38 | 168.7E+6 | 84.7E+3 | 2,508.878 | 30.17 | 43.39 | 73.56 |
| 45.88 | 35.23 | 433.74 | 145.3E+6 | 74.5E+3 | 2,251.735 | 28.58 | 38.95 | 67.53 |
| 49.17 | 36.18 | 398.51 | 122.6E+6 | 64.6E+3 | 2,008.492 | 26.99 | 34.74 | 61.73 |
| 52.87 | 36.53 | 362.33 | 101.4E+6 | 55.3E+3 | 1,779.149 | 25.40 | 30.77 | 56.18 |
| 57.08 | 36.34 | 325.80 | 82.0E+6 | 46.6E+3 | 1,563.705 | 23.81 | 27.05 | 50.86 |
| 61.92 | 35.66 | 289.46 | 64.7E+6 | 38.7E+3 | 1,362.161 | 22.23 | 23.56 | 45.79 |
| 67.53 | 34.53 | 253.80 | 49.7E+6 | 31.5E+3 | 1,174.516 | 20.64 | 20.31 | 40.95 |
| 74.13 | 33.00 | 219.27 | 37.1E+6 | 25.1E+3 | 1,000.771 | 19.05 | 17.31 | 36.36 |
| 82.00 | 31.11 | 186.26 | 26.8E+6 | 19.5E+3 | 840.926 | 17.46 | 14.55 | 32.01 |
| 91.58 | 28.90 | 155.15 | 18.6E+6 | 14.8E+3 | 694.980 | 15.88 | 12.02 | 27.90 |
| 103.48 | 26.41 | 126.25 | 12.3E+6 | 10.8E+3 | 562.934 | 14.29 | 9.74 | 24.03 |
| 118.69 | 23.67 | 99.84 | 7.7E+6 | 7.6E+3 | 444.787 | 12.70 | 7.69 | 20.39 |
| 138.84 | 20.71 | 76.17 | 4.5E+6 | 5.1E+3 | 340.540 | 11.11 | 5.89 | 17.00 |
| 166.84 | 17.58 | 55.46 | 2.4E+6 | 3.2E+3 | 250.193 | 9.53 | 4.33 | 13.85 |
| 208.44 | 14.30 | 37.88 | 1.1E+6 | 1.8E+3 | 173.745 | 7.94 | 3.01 | 10.94 |
| 276.74 | 10.91 | 23.58 | 429.3E+3 | 899.8E+0 | 111.197 | 6.35 | 1.92 | 8.27 |
| 408.82 | 7.45 | 12.67 | 124.0E+3 | 362.6E+0 | 62.548 | 4.76 | 1.08 | 5.84 |
| 755.56 | 4.06 | 5.22 | 21.0E+3 | 99.5E+0 | 27.799 | 3.18 | 0.48 | 3.66 |
| 2,658.73 | 1.16 | 1.16 | 1.0E+3 | 11.0E+0 | 6.950 | 1.59 | 0.12 | 1.71 |
| | | | 2.2E+9 | 1.2E+6 | 37,952.145 | | | |

T = 8.746296 seg

c/Q = 0.16

Vb.em/W= 0.0608

V Considerando el T

ESTATICO MODIFICADO

| Wih^2 | K1c/QWih | K2c/QWih^2 | Pix mod | Vix mod |
|-----------|----------|------------|---------|---------|
| 3,898.125 | 35.62 | 67.42 | 103.04 | 103.04 |
| 4,003.085 | 38.10 | 69.24 | 107.34 | 210.35 |
| 3,676.444 | 36.52 | 63.59 | 100.11 | 310.45 |
| 3,363.703 | 34.93 | 58.18 | 93.11 | 403.60 |
| 3,064.862 | 33.34 | 53.01 | 86.35 | 489.95 |
| 2,779.920 | 31.75 | 48.08 | 79.84 | 569.75 |
| 2,508.878 | 30.17 | 43.39 | 73.56 | 643.35 |
| 2,251.735 | 28.58 | 38.95 | 67.53 | 710.88 |
| 2,008.492 | 26.99 | 34.74 | 61.73 | 772.61 |
| 1,779.149 | 25.40 | 30.77 | 56.18 | 828.78 |
| 1,563.705 | 23.81 | 27.05 | 50.86 | 879.64 |
| 1,362.161 | 22.23 | 23.56 | 45.79 | 925.43 |
| 1,174.516 | 20.64 | 20.31 | 40.95 | 966.39 |
| 1,000.771 | 19.05 | 17.31 | 36.36 | 1002.75 |
| 840.926 | 17.46 | 14.55 | 32.01 | 1034.76 |
| 694.980 | 15.88 | 12.02 | 27.90 | 1062.65 |
| 562.934 | 14.29 | 9.74 | 24.03 | 1086.68 |
| 444.787 | 12.70 | 7.69 | 20.39 | 1107.07 |
| 340.540 | 11.11 | 5.89 | 17.00 | 1124.08 |
| 250.193 | 9.53 | 4.33 | 13.85 | 1137.93 |
| 173.745 | 7.94 | 3.01 | 10.94 | 1148.88 |
| 111.197 | 6.35 | 1.92 | 8.27 | 1157.15 |
| 62.548 | 4.76 | 1.08 | 5.84 | 1162.99 |
| 27.799 | 3.18 | 0.48 | 3.66 | 1166.65 |
| 6.950 | 1.59 | 0.12 | 1.71 | 1168.36 |



ANEXO 4

Cálculo de los modos naturales de vibración de las estructuras

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

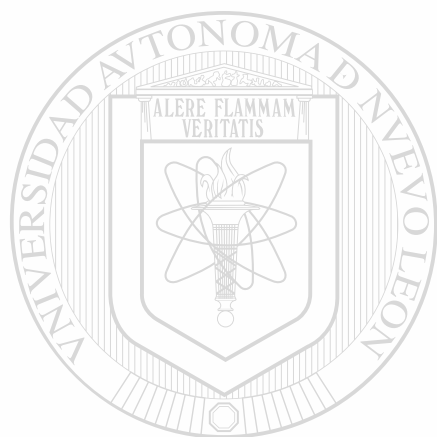


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO 4

CÁLCULO DE LOS MODOS NATURALES DE VIBRACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

A continuación se muestran los resultados de los cálculos de los modos naturales de vibración de los edificios No. 1 al 8 , se calcularon solamente los modos con periodo mayor o igual a 0.4 seg. .



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO 10 NIVELES
EDIFICIO No. 1 H/B = 1.5

| C O R T A N T E S | | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 223.812 | 69.531 | 30.471 | 16.798 | 10.187 |
| 2 | 223.261 | 68.352 | 29.174 | 15.53 | 9.059 |
| 3 | 220.772 | 63.088 | 23.502 | 10.132 | 4.398 |
| 4 | 214.738 | 50.85 | 11.307 | -0.253 | -3.437 |
| 5 | 203.605 | 30.296 | -5.528 | -10.454 | -7.604 |
| 6 | 186.046 | 3.159 | -19.348 | -10.544 | -0.986 |
| 7 | 161.137 | -24.837 | -19.959 | 2.131 | 7.383 |
| 8 | 128.586 | -44.722 | -4.21 | 11.709 | 0.014 |
| 9 | 88.9 | -47.519 | 15.577 | 1.373 | -7.389 |
| 10 | 43.547 | -29.464 | 18.207 | -11.644 | 6.374 |
| Periodos | 2.9095 | 1.1088 | 0.6999 | 0.5256 | 0.434 |
| Diferencia | | 162.40% | 58.42% | 33.16% | 21.11% |

| D E S P L A Z A M I E N T O S | | | | | |
|--------------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 0.00338 | 0.00105 | 0.00046 | 0.00025 | 0.00015 |
| 2 | 0.01525 | 0.00469 | 0.00201 | 0.00108 | 0.00064 |
| 3 | 0.03698 | 0.01089 | 0.00432 | 0.00208 | 0.00107 |
| 4 | 0.06824 | 0.0183 | 0.00597 | 0.00204 | 0.00057 |
| 5 | 0.10762 | 0.02416 | 0.0049 | 0.00002 | -0.0009 |
| 6 | 0.15267 | 0.02492 | 0.00022 | -0.00253 | -0.00114 |
| 7 | 0.19951 | 0.0177 | -0.00559 | -0.00192 | 0.001 |
| 8 | 0.24325 | 0.00249 | -0.00702 | 0.00207 | 0.00101 |
| 9 | 0.27798 | -0.01607 | -0.00093 | 0.0026 | -0.00188 |
| 10 | 0.29742 | -0.02923 | 0.0072 | -0.00259 | 0.00097 |

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EDIFICIO 15 NIVELES
EDIFICIO No. 2 H/B = 1.5

| nivel | C | O | R | T | A | N | T | E | S | | |
|------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 462.892 | 178.232 | 103.122 | 59.917 | 38.389 | 26.223 | 19.207 | 13.127 | 12.705 | 13.764 | 16.203 |
| 2 | 462.547 | 177.303 | 101.733 | 58.413 | 36.891 | 24.786 | 17.851 | 12.002 | 11.415 | 12.105 | 13.771 |
| 3 | 461.006 | 173.163 | 95.588 | 51.818 | 30.394 | 18.634 | 12.122 | 7.307 | 6.101 | 5.38 | 4.164 |
| 4 | 457.272 | 163.241 | 81.202 | 36.896 | 16.303 | 5.945 | 0.917 | -1.386 | -3.179 | -5.496 | -9.444 |
| 5 | 450.32 | 145.28 | 56.49 | 13.228 | -3.787 | -9.819 | -10.9 | -8.97 | -9.411 | -10.116 | -9.667 |
| 6 | 439.17 | 117.822 | 22.243 | -14.602 | -22.039 | -18.841 | -13.076 | -6.91 | -3.666 | 0.548 | 8.294 |
| 7 | 422.908 | 80.758 | -16.686 | -36.702 | -26.835 | -11.724 | -0.828 | 4.405 | 7.898 | 10.18 | 6.796 |
| 8 | 400.745 | 35.798 | -51.402 | -41.528 | -11.994 | 7.437 | 12.516 | 8.644 | 4.426 | -3.191 | -13.825 |
| 9 | 372.049 | -13.254 | -70.952 | -23.515 | 13.103 | 17.67 | 6.509 | -3.345 | -8.892 | -8.135 | 11.014 |
| 10 | 336.401 | -60.57 | -66.526 | 9.31 | 25.367 | 3.607 | -11.024 | -8.142 | 0.446 | 11.528 | -5.627 |
| 11 | 293.46 | -98.682 | -35.996 | 35.325 | 8.783 | -16.215 | -5.888 | 7.389 | 8.464 | -9.295 | 2.341 |
| 12 | 243.614 | -120.526 | 9.856 | 33.313 | -18.638 | -7.955 | 12.381 | 2.909 | -10.682 | 5.296 | -0.795 |
| 13 | 187.451 | -120.468 | 51.083 | 2.164 | -20.712 | 15.493 | 0.207 | -10.256 | 7.965 | -2.355 | 0.227 |
| 14 | 125.942 | -96.343 | 65.96 | -31.066 | 8.176 | 6.423 | -12.527 | 10.241 | -4.367 | 0.867 | -0.056 |
| 15 | 60.535 | -51.31 | 43.874 | -31.846 | 23.786 | -17.292 | 11.524 | -5.777 | 1.752 | -0.258 | 0.012 |
| Periodos | 6.0077 | 2.2695 | 1.4124 | 1.0345 | 0.8296 | 0.7002 | 0.617 | 0.5599 | 0.5144 | 0.4721 | 0.4231 |
| Diferencia | | 164.71% | 60.68% | 36.53% | 24.70% | 18.48% | 13.48% | 10.20% | 8.85% | 8.96% | 11.58% |

| nivel | D | E | S | P | L | A | Z | A | M | I | E | N | T | O | S |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 0.004 | 0.00154 | 0.00089 | 0.00052 | 0.00033 | 0.00023 | 0.00017 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00012 | 0.00014 | | | | |
| 2 | 0.01788 | 0.00686 | 0.00394 | 0.00227 | 0.00144 | 0.00097 | 0.0007 | 0.00047 | 0.00045 | 0.00048 | 0.00055 | | | | |
| 3 | 0.0434 | 0.01644 | 0.00923 | 0.00514 | 0.00312 | 0.002 | 0.00137 | 0.00088 | 0.00079 | 0.00078 | 0.00078 | | | | |
| 4 | 0.08072 | 0.02977 | 0.01586 | 0.00815 | 0.00445 | 0.00249 | 0.00145 | 0.00076 | 0.00053 | 0.00033 | 0.00001 | | | | |
| 5 | 0.12951 | 0.04551 | 0.02198 | 0.00958 | 0.00404 | 0.00142 | 0.00027 | -0.00021 | -0.00049 | -0.00076 | -0.00103 | | | | |
| 6 | 0.18886 | 0.06143 | 0.02499 | 0.00761 | 0.00106 | -0.00112 | -0.0015 | -0.00114 | -0.00098 | -0.00069 | 0.00009 | | | | |
| 7 | 0.2574 | 0.07452 | 0.02229 | 0.00166 | -0.00329 | -0.00302 | -0.00163 | -0.00043 | 0.0003 | 0.00096 | 0.00119 | | | | |
| 8 | 0.3333 | 0.0813 | 0.01255 | -0.0062 | -0.00556 | -0.00161 | 0.00074 | 0.00121 | 0.00113 | 0.00035 | -0.00143 | | | | |
| 9 | 0.41401 | 0.07843 | -0.00284 | -0.0113 | -0.00272 | 0.00222 | 0.00215 | 0.00048 | -0.00079 | -0.00141 | 0.00096 | | | | |
| 10 | 0.49874 | 0.06317 | -0.0196 | -0.00896 | 0.00367 | 0.00313 | -0.00063 | -0.00157 | -0.00068 | 0.00149 | -0.00046 | | | | |
| 11 | 0.57892 | 0.03621 | -0.02943 | 0.00069 | 0.00607 | -0.0013 | -0.00224 | 0.00045 | 0.00163 | -0.00105 | 0.00018 | | | | |
| 12 | 0.6523 | -0.0001 | -0.02646 | 0.01073 | 0.00046 | -0.0037 | 0.00149 | 0.00133 | -0.00159 | 0.00055 | -0.00006 | | | | |
| 13 | 0.71437 | -0.03999 | -0.00955 | 0.01144 | -0.0064 | 0.00143 | 0.00156 | -0.00207 | 0.00105 | -0.00023 | 0.00002 | | | | |
| 14 | 0.75967 | -0.07464 | 0.01418 | 0.00027 | -0.00346 | 0.00374 | -0.00295 | 0.00182 | -0.00052 | 0.00008 | 0 | | | | |
| 15 | 0.78341 | -0.09476 | 0.03138 | -0.01222 | 0.00587 | -0.00304 | 0.00157 | -0.00065 | 0.00017 | -0.00002 | 0 | | | | |

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|------------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 788.244 | 301.715 | 184.999 | 132.077 | 93.218 | 65.956 | 48.627 | 36.84 | 27.97 | 21.617 | 18.393 | 18.45 | 19.905 | 21.767 | 24.439 | 28.009 |
| 2 | 788.015 | 301.101 | 184.013 | 130.751 | 91.725 | 64.438 | 47.131 | 35.405 | 26.651 | 20.428 | 17.243 | 17.145 | 18.294 | 19.715 | 21.688 | 24.107 |
| 3 | 786.944 | 298.223 | 179.411 | 124.58 | 84.811 | 57.445 | 40.28 | 28.879 | 20.692 | 15.092 | 12.114 | 11.364 | 11.219 | 10.8 | 9.922 | 7.805 |
| 4 | 784.303 | 291.166 | 168.23 | 109.798 | 68.544 | 41.347 | 24.894 | 14.605 | 8.013 | 4.04 | 1.77 | 0.048 | -2.108 | -5.127 | -8.535 | -15.985 |
| 5 | 779.349 | 278.06 | 147.911 | 83.77 | 41.08 | 15.54 | 1.691 | -5.473 | -8.521 | -9.279 | -9.703 | -11.302 | -13.694 | -16.121 | -18.04 | -17.051 |
| 6 | 771.327 | 257.282 | 116.918 | 46.347 | 4.701 | -15.115 | -22.217 | -22.662 | -19.61 | -15.683 | -12.957 | -11.821 | -10.265 | -6.519 | 0.977 | 14.075 |
| 7 | 759.526 | 227.641 | 75.39 | 1.05 | -32.951 | -39.881 | -34.554 | -24.911 | -15.048 | -7.49 | -2.503 | 1.809 | 7.222 | 13.486 | 18.132 | 12.013 |
| 8 | 743.254 | 188.586 | 25.707 | -44.46 | -59.886 | -46.003 | -25.293 | -7.45 | 3.929 | 9.07 | 11.129 | 12.84 | 12.838 | 7.863 | -8.177 | -24.046 |
| 9 | 721.869 | 140.423 | -27.222 | -79.384 | -64.074 | -27.008 | 2.432 | 16.896 | 18.511 | 13.977 | 8.257 | 2.33 | -6.188 | -15.299 | -13.99 | 19.37 |
| 10 | 694.818 | 84.502 | -76.217 | -92.682 | -40.419 | 8.856 | 28.126 | 23.38 | 9.401 | -2.068 | -8.623 | -12.652 | -11.626 | 0.887 | 20.94 | -10.455 |
| 11 | 661.593 | 23.313 | -112.784 | -77.487 | 3.057 | 38.478 | 27.313 | 1.972 | -13.286 | -14.45 | -8.995 | -0.231 | 11.747 | 14.512 | -16.329 | 4.331 |
| 12 | 621.836 | -39.495 | -128.867 | -35.761 | 44.863 | 37.892 | -2.17 | -22.056 | -14.601 | 0.275 | 9.813 | 12.748 | 2.697 | -18.536 | 9.109 | -1.467 |
| 13 | 575.294 | -99.28 | -119.14 | 19.467 | 59.65 | 4.503 | -29.141 | -13.769 | 9.983 | 14.431 | 5.548 | -8.163 | -14.561 | 14.151 | -4.024 | 0.421 |
| 14 | 521.904 | -150.751 | -83.322 | 66.657 | 35.152 | -33.149 | -19.228 | 16.579 | 15.203 | -4.067 | -12.982 | 14.372 | 16.643 | -8.041 | 1.478 | -0.105 |
| 15 | 461.743 | -188.484 | -27.645 | 83.898 | -14.541 | -36.651 | 17.17 | 18.02 | -11.669 | -12.558 | 4.813 | 15.113 | -12.433 | 3.702 | -0.466 | 0.023 |
| 16 | 395.111 | -207.656 | 35.153 | 60.402 | -52.97 | 0.651 | 28.01 | -14.494 | -11.922 | 12.349 | 8.054 | -15.113 | 7.155 | -1.44 | 0.129 | -0.005 |
| 17 | 322.519 | -204.819 | 88.205 | 5.338 | -47.242 | 37.173 | -6.026 | -17.613 | 17.096 | 1.898 | -14.918 | 11.049 | -3.399 | 0.487 | -0.032 | 0.001 |
| 18 | 244.713 | -178.743 | 115.083 | -52.712 | 0.644 | 26.014 | -29.727 | 17.504 | 1.182 | -14.369 | 14.082 | -6.338 | 1.376 | 0.145 | 0.007 | 0 |
| 19 | 162.691 | -130.983 | 105.448 | -79.231 | 47.915 | -20.824 | 1.084 | 11.989 | -18.054 | 16.456 | -9.375 | 2.985 | -0.483 | 0.039 | -0.001 | 0 |
| 20 | 77.667 | -86.26 | 60.092 | -55.156 | 46.379 | -37.173 | 29.773 | -23.235 | 16.872 | -10.29 | 4.45 | -1.122 | 0.144 | -0.009 | 0 | 0 |
| Periodos | 9.8172 | 3.7035 | 2.2901 | 1.6679 | 1.3206 | 1.1015 | 0.9526 | 0.8467 | 0.7695 | 0.7126 | 0.6584 | 0.6284 | 0.5874 | 0.5442 | 0.498 | 0.4477 |
| Diferencia | 165.07% | 61.72% | 37.30% | 26.30% | 19.89% | 15.63% | 12.51% | 10.03% | 7.98% | 6.61% | 6.37% | 6.98% | 7.94% | 8.28% | 11.24% | |

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0.00398 | 0.00152 | 0.00094 | 0.00067 | 0.00047 | 0.00033 | 0.00025 | 0.00019 | 0.00014 | 0.00011 | 0.00009 | 0.00009 | 0.0001 | 0.00011 | 0.00012 | 0.00014 |
| 2 | 0.01869 | 0.00714 | 0.00437 | 0.00311 | 0.00218 | 0.00154 | 0.00113 | 0.00085 | 0.00064 | 0.00049 | 0.00041 | 0.00041 | 0.00044 | 0.00048 | 0.00053 | 0.00059 |
| 3 | 0.04608 | 0.01752 | 0.01061 | 0.00744 | 0.00513 | 0.00354 | 0.00253 | 0.00185 | 0.00136 | 0.00102 | 0.00084 | 0.00081 | 0.00083 | 0.00085 | 0.00087 | 0.00086 |
| 4 | 0.08653 | 0.03254 | 0.01929 | 0.01311 | 0.00867 | 0.00567 | 0.00381 | 0.00261 | 0.00177 | 0.00122 | 0.00093 | 0.00081 | 0.00072 | 0.00059 | 0.00038 | 0.00004 |
| 5 | 0.13991 | 0.05159 | 0.02942 | 0.01884 | 0.01148 | 0.00673 | 0.00393 | 0.00223 | 0.00119 | 0.00059 | 0.00026 | 0.00004 | -0.00021 | -0.00051 | -0.00085 | -0.00113 |
| 6 | 0.20589 | 0.07359 | 0.03942 | 0.02281 | 0.01189 | 0.00544 | 0.00203 | 0.00029 | -0.00049 | -0.00075 | -0.00085 | -0.00097 | -0.00109 | -0.00107 | -0.00077 | 0.00007 |
| 7 | 0.28387 | 0.09697 | 0.04716 | 0.02292 | 0.0085 | 0.00134 | -0.00152 | -0.00227 | -0.00203 | -0.00152 | -0.0011 | -0.00079 | -0.00035 | 0.00031 | 0.00109 | 0.00131 |
| 8 | 0.37299 | 0.11958 | 0.05024 | 0.01759 | 0.00132 | -0.00417 | -0.00455 | -0.00316 | -0.00156 | -0.00043 | 0.00023 | 0.00075 | 0.00119 | 0.00123 | 0.00035 | -0.00158 |
| 9 | 0.47201 | 0.13884 | 0.04651 | 0.0087 | -0.00747 | -0.00788 | -0.00422 | -0.00084 | 0.00098 | 0.00146 | 0.00136 | 0.00107 | 0.00034 | -0.00087 | -0.00157 | 0.00108 |
| 10 | 0.57957 | 0.15192 | 0.03471 | -0.00765 | -0.01372 | -0.00651 | 0.00013 | 0.00278 | 0.00243 | 0.00114 | 0.00003 | -0.00089 | -0.00146 | -0.00073 | 0.00167 | -0.00054 |
| 11 | 0.69364 | 0.15594 | 0.01527 | -0.02101 | -0.0132 | 0.00013 | 0.00484 | 0.00312 | 0.00014 | -0.00135 | -0.00152 | -0.00093 | 0.00057 | 0.00177 | -0.00114 | 0.00021 |
| 12 | 0.81186 | 0.14843 | -0.00923 | -0.02781 | -0.00467 | 0.00733 | 0.00443 | -0.00108 | -0.00263 | -0.0013 | 0.00034 | 0.0015 | 0.00108 | -0.00175 | 0.00059 | -0.00007 |
| 13 | 0.93146 | 0.12779 | -0.034 | -0.02376 | 0.00773 | 0.00827 | -0.00163 | -0.00394 | -0.00056 | 0.0017 | 0.0015 | -0.00021 | -0.00195 | 0.00119 | -0.00025 | 0.00002 |
| 14 | 1.04954 | 0.09369 | -0.05285 | -0.00868 | 0.01569 | 0.00077 | -0.00598 | -0.00019 | 0.00288 | 0.00078 | -0.00144 | -0.00141 | 0.00182 | -0.00063 | 0.00009 | 0 |
| 15 | 1.16243 | 0.0476 | -0.05961 | 0.01183 | 0.01213 | -0.00819 | -0.00178 | 0.00422 | 0.00003 | -0.00229 | -0.00026 | 0.00211 | -0.00122 | 0.00028 | -0.00003 | 0 |
| 16 | 1.26641 | -0.00705 | -0.05036 | 0.02773 | -0.00181 | -0.00802 | 0.00559 | 0.0004 | -0.00311 | 0.00096 | 0.00186 | -0.00187 | 0.00066 | -0.0001 | 0.00001 | 0 |
| 17 | 1.35726 | -0.06474 | -0.02552 | 0.02923 | -0.01512 | 0.00245 | -0.00389 | -0.00456 | 0.00171 | 0.00015 | -0.00234 | 0.00124 | -0.0003 | 0.00003 | 0 | 0 |
| 18 | 1.43097 | -0.11858 | 0.00915 | 0.01335 | -0.01492 | 0.01029 | -0.00506 | 0.00072 | 0.00206 | -0.00283 | 0.0019 | -0.00067 | 0.00012 | -0.00001 | 0 | 0 |
| 19 | 1.48328 | -0.1607 | 0.04305 | -0.01212 | 0.00048 | 0.00359 | -0.00471 | 0.00457 | -0.00374 | 0.00246 | -0.00112 | 0.00029 | -0.00004 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 1.50979 | -0.18331 | 0.06356 | -0.03095 | 0.01631 | -0.0091 | 0.00545 | -0.00336 | 0.00202 | -0.00105 | 0.0004 | -0.00009 | 0.00001 | 0 | 0 | 0 |

EDIFICIO 25 NIVELES
EDIFICIO # 4 . H/8#1.5

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | C | O | R | T | A | N | T | E | S | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| 1 | 1196 226 | 459 743 | 281 387 | 202 624 | 156 464 | 126 520 | 98 599 | 75 777 | 60 699 | 47 895 | 39 077 | 30 969 | 25 259 | 24 6 | 23 961 | 26 672 | 26 673 | 26 673 | 33 776 | 37 778 | 43 313 | 51 807 | |
| 2 | 1196 038 | 459 245 | 280 583 | 201 526 | 155 088 | 124 924 | 96 898 | 74 089 | 59 028 | 46 307 | 37 573 | 29 615 | 24 027 | 23 281 | 22 542 | 25 103 | 26 543 | 26 543 | 30 425 | 33 326 | 37 012 | 41 988 | |
| 3 | 1195 185 | 456 955 | 276 904 | 196 511 | 148 872 | 117 636 | 89 207 | 66 508 | 51 524 | 39 249 | 30 679 | 23 617 | 18 595 | 17 483 | 16 334 | 17 405 | 16 988 | 16 311 | 14 798 | 11 368 | 11 368 | 3 618 | |
| 4 | 1193 114 | 451 371 | 267 971 | 184 427 | 134 018 | 100 443 | 71 306 | 49 127 | 34 599 | 23 598 | 16 282 | 10 785 | 7 145 | 5 462 | 3 703 | 2 101 | -0 417 | -8 498 | -15 304 | -25 228 | -39 304 | -9 196 | |
| 5 | 1189 245 | 440 983 | 251 533 | 162 548 | 107 887 | 70 762 | 41 355 | 21 056 | 8 332 | 0 319 | -4 444 | -8 701 | -7 719 | -9 43 | -11 077 | -14 559 | -17 869 | -25 079 | -32 735 | -25 873 | -39 304 | -9 196 | |
| 6 | 1182 968 | 424 363 | 225 751 | 129 214 | 69 129 | 29 411 | 2 135 | -13 091 | -20 919 | -23 098 | -22 965 | -20 358 | -17 691 | -17 748 | -17 327 | -18 757 | -18 06 | -16 378 | -9 454 | 2 309 | 22 418 | 43 575 | |
| 7 | 1173 74 | 400 276 | 189 514 | 84 534 | 20 788 | -17 984 | -37 682 | -42 53 | -40 832 | -34 189 | -27 143 | -19 591 | -13 688 | -10 642 | -8 947 | -2 842 | 3 494 | 11 784 | 21 304 | 27 946 | 17 855 | -37 598 | |
| 8 | 1190 997 | 387 734 | 142 752 | 30 951 | -60 946 | -80 946 | -64 872 | -53 618 | -38 884 | -23 336 | -11 015 | -2 177 | 3 285 | 7 957 | 11 431 | 16 838 | 20 002 | 19 5 | 11 16 | -10 369 | -37 2 | 19 806 | |
| 9 | 1144 19 | 326 141 | 86 743 | -26 434 | -76 799 | -86 387 | -66 713 | -37 729 | -12 659 | 4 942 | 14 726 | 17 395 | 16 628 | 16 57 | 14 463 | 11 389 | 2 825 | -10 325 | -23 97 | -20 98 | 30 415 | -7 519 | |
| 10 | 1122 799 | 275 384 | 24 312 | -80 107 | -105 134 | -83 43 | -38 747 | -0 135 | 22 602 | 28 998 | 26 772 | 17 257 | 8 984 | 2 554 | -4 708 | -13 292 | -19 761 | 2 26 | 32 485 | 32 485 | -16 849 | 2 283 | |
| 11 | 1096 355 | 215 857 | -40 147 | -121 109 | -106 688 | -89 586 | 8 716 | 37 548 | 39 693 | 25 138 | 7 854 | -4 901 | -11 454 | -15 459 | -15 739 | -12 431 | 0 51 | 18 663 | 21 974 | -25 732 | 8 983 | -0 542 | |
| 12 | 1064 4 | 148 733 | -100 86 | -140 791 | -97 257 | 4 636 | 51 297 | 48 151 | 21 263 | -5 856 | -19 889 | -20 068 | -13 732 | -6 539 | 3 514 | 15 02 | 19 58 | 3 263 | -28 827 | 14 521 | -2 392 | 0 127 | |
| 13 | 1028 574 | 75 823 | -181 289 | -133 149 | -24 828 | 56 835 | 62 206 | 20 477 | -18 142 | -29 768 | -20 205 | -3 827 | 7 963 | 14 94 | 15 314 | 7 056 | -13 451 | -22 065 | 22 346 | -6 463 | 0 684 | -0 024 | |
| 14 | 982 537 | -0 313 | -184 771 | -97 257 | 36 77 | 80 750 | 31 127 | -24 994 | -37 981 | -15 441 | 9 94 | 18 985 | 14 45 | 5 051 | -8 399 | -19 098 | -7 353 | 25 962 | -12 902 | 2 412 | -0 175 | 0 004 | |
| 15 | 932 051 | -76 433 | -195 811 | -38 982 | 84 718 | 61 137 | -22 763 | -48 881 | -13 35 | 20 534 | 23 815 | 8 516 | -8 008 | -16 332 | -10 968 | 8 195 | 21 967 | -19 721 | 6 02 | -0 77 | 0 039 | -0 001 | |
| 16 | 874 953 | -148 741 | -181 145 | 29 032 | 98 673 | 5 892 | -58 624 | -20 958 | 28 178 | 25 395 | -4 439 | -19 051 | -12 302 | 2 532 | 16 307 | 10 699 | -23 697 | 11 533 | -2 378 | 0 216 | -0 008 | 0 | |
| 17 | 811 185 | -213 072 | -140 835 | 89 283 | 70 1 | -83 041 | -44 609 | 27 923 | 31 402 | -11 077 | -24 258 | -3 516 | 13 986 | 14 715 | -4 083 | -21 558 | 17 526 | -5 54 | 0 815 | -0 054 | 0 001 | 0 | |
| 18 | 740 614 | -265 188 | -78 466 | 123 962 | 9 211 | -76 463 | 10 | 44 086 | -11 029 | -28 265 | 5 226 | 20 133 | 4 28 | -14 756 | -11 707 | 21 105 | -8 984 | 2 22 | -0 241 | 0 012 | 0 | 0 | |
| 19 | 683 902 | -300 822 | -5 01 | 120 229 | -56 281- | -44 398 | 84 746 | 4 281 | -36 079 | 7 88 | 23 188 | -8 576 | -17 373 | 1 045 | 20 34 | -15 728 | 4 946 | -0 805 | 0 088 | -0 002 | 0 | 0 | |
| 20 | 580 851 | -316 901 | 70 306 | 77 505 | -92 356 | 21 367 | 43 009 | -41 225 | -1 655 | 28 471 | -12 289 | -16 079 | 11 657 | 13 492 | -19 71 | 9 41 | -2 117 | 0 26 | -0 016 | 0 | 0 | 0 | |
| 21 | 492 104 | -311 132 | 132 871 | 8 127 | -77 24 | 69 933 | -15 785 | -28 634 | 35 663 | -10 532 | -17 745 | 19 032 | 4 624 | -19 879 | 14 33 | -4 771 | 0 801 | -0 078 | 0 004 | 0 | 0 | 0 | |
| 22 | 388 272 | -282 701 | 169 979 | -84 204 | -16 892 | 59 023 | -56 332 | 26 575 | 7 114 | -26 244 | 22 613 | -1 647 | -17 522 | 18 39 | -8 539 | 2 169 | -0 272 | 0 02 | -0 001 | 0 | 0 | 0 | |
| 23 | 300 084 | -232 559 | 172 748 | -111 938 | 53 886 | -4 815 | -28 219 | 40 079 | -35 286 | 19 239 | 1 411 | -17 235 | 20 72 | -12 964 | 4 349 | -0 829 | 0 084 | -0 005 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 24 | 198 481 | -163 631 | 138 811 | -114 568 | 89 668 | -84 112 | 36 069 | -12 572 | -5 413 | 17 539 | -23 832 | 23 207 | -16 145 | 7 377 | -1 917 | 0 291 | -0 024 | 0 001 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 25 | 94 43 | -80 807 | 73 859 | -86 85 | 64 215 | -59 822 | 91 734 | -43 401 | 36 121 | -29 393 | 22 68 | -15 667 | 8 53 | -3 216 | 0 698 | -0 085 | 0 006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Periodos | 14 3136 | 5 3962 | 3 3271 | 2 416 | 1 9031 | 1 5792 | 1 3545 | 1 1937 | 1 0716 | 0 9793 | 0 9084 | 0 8506 | 0 8055 | 0 768 | 0 7308 | 0 6931 | 0 6525 | 0 6103 | 0 5699 | 0 5182 | 0 4683 | 0 4065 | |
| | 165 25% | | 62 18% | 37 71% | 26 85% | 20 51% | 16 59% | 13 47% | 11 39% | 9 43% | 8 04% | 6 56% | 5 80% | 4 86% | 5 08% | 5 44% | 6 22% | 6 91% | 7 85% | 8 20% | 11 13% | 14 15% | |



EDIFICIO 25 NIVELES
EDIFICIO #4 , HUB=1.5

| Nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 1 | 0.00438 | 0.00168 | 0.00103 | 0.00074 | 0.00057 | 0.00046 | 0.00036 | 0.00028 | 0.00022 | 0.00018 | 0.00014 | 0.00011 | 0.00008 | 0.00006 | 0.00009 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00012 | 0.00014 | 0.00018 | 0.00018 |
| 2 | 0.0201 | 0.00772 | 0.00472 | 0.00339 | 0.00261 | 0.00211 | 0.00163 | 0.00125 | 0.001 | 0.00078 | 0.00064 | 0.0005 | 0.00041 | 0.00036 | 0.00038 | 0.00048 | 0.00045 | 0.00048 | 0.00052 | 0.00058 | 0.00065 | 0.00074 |
| 3 | 0.04918 | 0.01884 | 0.01145 | 0.00817 | 0.00623 | 0.00497 | 0.0038 | 0.00287 | 0.00225 | 0.00174 | 0.00139 | 0.00108 | 0.00086 | 0.00082 | 0.00078 | 0.00099 | 0.00085 | 0.00092 | 0.00094 | 0.00094 | 0.00092 | 0.00082 |
| 4 | 0.09203 | 0.03505 | 0.02108 | 0.0148 | 0.01105 | 0.00857 | 0.00637 | 0.00463 | 0.00349 | 0.00259 | 0.00197 | 0.00146 | 0.00112 | 0.00091 | 0.00086 | 0.00088 | 0.00086 | 0.00082 | 0.00082 | 0.00082 | 0.00082 | 0.00082 |
| 5 | 0.14869 | 0.05606 | 0.03306 | 0.02254 | 0.01618 | 0.01185 | 0.00834 | 0.00564 | 0.00399 | 0.0029 | 0.00178 | 0.00114 | 0.00075 | 0.00057 | 0.00057 | 0.00058 | 0.00057 | 0.00058 | 0.00058 | 0.00058 | 0.00058 | 0.00058 |
| 6 | 0.21894 | 0.08126 | 0.04647 | 0.03021 | 0.02028 | 0.01369 | 0.00846 | 0.00486 | 0.00285 | 0.00123 | 0.0004 | -0.00006 | -0.0003 | -0.00049 | -0.00054 | -0.00117 | -0.00108 | -0.00114 | -0.00114 | -0.0008 | 0.00011 | 0.00157 |
| 7 | 0.30294 | 0.10977 | 0.05997 | 0.03823 | 0.02178 | 0.01241 | 0.00578 | 0.00183 | -0.00028 | -0.0012 | -0.00153 | -0.00146 | -0.00128 | -0.00124 | -0.00114 | -0.00109 | -0.00108 | -0.00108 | 0.00038 | 0.00119 | 0.00139 | 0.00157 |
| 8 | 0.39897 | 0.14031 | 0.07182 | 0.0388 | 0.01918 | 0.00735 | 0.00039 | -0.00262 | -0.00349 | -0.00314 | -0.00245 | -0.00164 | -0.001 | -0.00062 | -0.00019 | 0.00029 | 0.00085 | 0.00129 | 0.00033 | 0.00033 | 0.00017 | 0.00052 |
| 9 | 0.50763 | 0.17128 | 0.08006 | 0.03828 | 0.01189 | -0.00085 | -0.00594 | -0.00621 | -0.00469 | -0.00287 | -0.00105 | 0.00001 | 0.00058 | 0.00096 | 0.00119 | 0.00137 | 0.00112 | 0.00031 | -0.00097 | -0.00166 | 0.00119 | 0.00019 |
| 10 | 0.62771 | 0.20073 | 0.08266 | 0.02773 | 0.00064 | -0.00978 | -0.01001 | -0.00622 | -0.00227 | 0.00043 | 0.00171 | 0.00188 | 0.00153 | 0.00123 | 0.00068 | -0.00095 | -0.001 | -0.00156 | -0.00073 | -0.00181 | 0.00119 | 0.00019 |
| 11 | 0.75823 | 0.22643 | 0.07788 | 0.01331 | -0.01205 | -0.01568 | -0.00905 | -0.0075 | 0.00342 | 0.00342 | 0.00264 | 0.00127 | 0.00017 | -0.00081 | -0.00119 | -0.00153 | -0.00094 | 0.00066 | 0.00188 | 0.00185 | 0.00024 | 0.00005 |
| 12 | 0.89791 | 0.24595 | 0.06464 | -0.00517 | -0.02228 | -0.01507 | -0.00232 | 0.00457 | 0.00524 | 0.00268 | 0.00003 | -0.00138 | -0.00163 | -0.00147 | -0.00073 | 0.00044 | 0.00163 | 0.00109 | -0.0018 | 0.00065 | -0.00026 | 0.00005 |
| 13 | 1.0452 | 0.25663 | 0.04294 | -0.02427 | -0.02594 | -0.00891 | 0.00681 | 0.00751 | 0.00264 | -0.00159 | -0.00287 | -0.00191 | -0.00049 | 0.00068 | 0.00147 | 0.00044 | 0.00145 | -0.00207 | 0.00131 | -0.00028 | 0.00002 | 0.00002 |
| 14 | 1.19824 | 0.25678 | 0.01416 | -0.03942 | -0.02012 | 0.00567 | 0.01145 | 0.00361 | -0.00328 | -0.004 | -0.00132 | 0.00105 | 0.00176 | 0.00146 | 0.00016 | -0.00152 | -0.00145 | 0.00197 | 0.00107 | 0.00001 | -0.00001 | 0.00001 |
| 15 | 1.35515 | 0.24391 | -0.01861 | -0.04598 | -0.00586 | 0.01586 | 0.00762 | -0.00428 | -0.00552 | -0.00054 | 0.00269 | 0.00214 | 0.00025 | -0.00129 | -0.00189 | -0.00014 | 0.00225 | -0.00135 | 0.00031 | -0.00003 | 0.00001 | 0.00001 |
| 16 | 1.51337 | 0.21701 | -0.05156 | -0.04073 | 0.01199 | 0.01703 | -0.00296 | -0.00807 | -0.00043 | 0.00405 | 0.00189 | -0.00113 | -0.00198 | -0.00083 | 0.00126 | 0.0018 | -0.00203 | 0.00074 | 0.00012 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00002 |
| 17 | 1.67028 | 0.1759 | -0.07882 | -0.02346 | 0.02555 | 0.00677 | -0.01161 | -0.00267 | 0.00564 | 0.00191 | -0.00281 | -0.00198 | 0.00073 | 0.00201 | 0.00047 | -0.00237 | 0.00136 | -0.00033 | 0.00004 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 18 | 1.82558 | 0.12021 | -0.09546 | 0.00252 | 0.02748 | -0.00926 | -0.00951 | 0.00657 | -0.00333 | -0.00402 | -0.00171 | 0.00224 | 0.00163 | -0.00108 | -0.00188 | 0.00205 | -0.00074 | 0.00013 | -0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 19 | 1.97117 | 0.05424 | -0.09658 | 0.02869 | 0.01514 | -0.019 | 0.00249 | 0.00751 | -0.00458 | -0.00229 | 0.00338 | 0.0008 | -0.00218 | -0.00085 | 0.00248 | -0.0014 | 0.00035 | -0.00005 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 20 | 2.10626 | -0.01948 | -0.08023 | 0.04691 | -0.00634 | -0.01403 | 0.0125 | -0.00208 | -0.00486 | 0.00433 | 0.00052 | -0.00294 | 0.00053 | 0.00229 | -0.00211 | 0.00079 | -0.00014 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 21 | 2.22717 | -0.06991 | -0.04759 | 0.04891 | -0.02532 | 0.00315 | 0.00862 | -0.00911 | 0.0038 | 0.00175 | -0.00384 | 0.00173 | 0.00166 | -0.00262 | 0.00141 | -0.00036 | 0.00005 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 22 | 2.30035 | -0.16914 | -0.00355 | 0.03228 | -0.0297 | 0.01844 | -0.00596 | -0.00223 | 0.00584 | -0.00505 | 0.00202 | 0.00131 | -0.00287 | 0.00214 | -0.0008 | 0.00016 | -0.00002 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 23 | 2.41211 | -0.23251 | 0.04352 | 0.00176 | -0.01501 | 0.01713 | -0.01366 | 0.00869 | -0.00397 | 0.00019 | 0.0024 | -0.00338 | 0.00277 | -0.00139 | 0.00039 | -0.00008 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 24 | 2.46898 | -0.2794 | 0.08329 | -0.03105 | 0.01068 | -0.01124 | -0.00333 | 0.00509 | -0.00553 | 0.00521 | -0.00443 | 0.0326 | -0.00185 | 0.00072 | -0.00016 | 0.00002 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 25 | 2.49742 | -0.30374 | 0.10554 | -0.05173 | 0.03002 | -0.01928 | 0.01225 | -0.00796 | 0.00535 | -0.00364 | 0.0024 | -0.147 | 0.00071 | -0.00024 | 0.00005 | -0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |



EDIFICIO 10 NIVELES
EDIFICIO No. 5 H/B = 2.5

| nivel | C O R T A N T E S | | | | |
|-------|-------------------|---------|--------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 111.352 | 25.328 | 11.445 | 0 | 0 |
| 2 | 111.081 | 24.907 | 10.969 | 0 | 0 |
| 3 | 109.856 | 23.027 | 8.886 | 0 | 0 |
| 4 | 107.069 | 18.911 | 4.645 | 0 | 0 |
| 5 | 101.748 | 11.736 | -1.475 | 0 | 0 |
| 6 | 93.199 | 2.023 | -6.797 | 0 | 0 |
| 7 | 80.935 | -8.241 | -7.491 | 0 | 0 |
| 8 | 64.756 | -15.783 | -1.997 | 0 | 0 |
| 9 | 44.875 | -17.167 | 5.445 | 0 | 0 |
| 10 | 22.018 | -10.776 | 6.72 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|------------|-------|---------|--------|---------|---------|
| Periodos | 1.758 | 0.6728 | 0.4255 | 0 | 0 |
| Diferencia | | 161.30% | 58.12% | #DIV/0! | #DIV/0! |

| nivel | D E S P L A Z A M I E N T O S | | | | |
|-------|-------------------------------|----------|----------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 0.00168 | 0.00038 | 0.00017 | 0 | 0 |
| 2 | 0.00761 | 0.00171 | 0.00076 | 0 | 0 |
| 3 | 0.01731 | 0.00375 | 0.00154 | 0 | 0 |
| 4 | 0.03308 | 0.00653 | 0.00223 | 0 | 0 |
| 5 | 0.0531 | 0.00884 | 0.00194 | 0 | 0 |
| 6 | 0.0762 | 0.00934 | 0.00025 | 0 | 0 |
| 7 | 0.10053 | 0.00686 | -0.002 | 0 | 0 |
| 8 | 0.12352 | 0.00126 | -0.00271 | 0 | 0 |
| 9 | 0.14202 | -0.00582 | -0.00046 | 0 | 0 |
| 10 | 0.15247 | -0.01093 | 0.00273 | 0 | 0 |

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

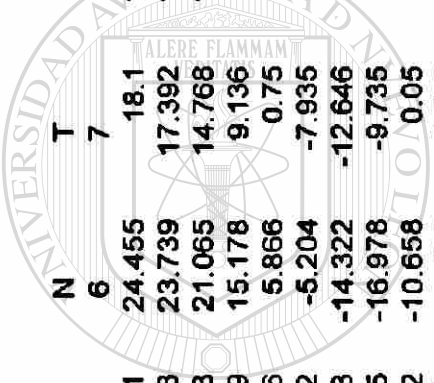
EDIFICIO 15 NIVELES
EDIFICIO No. 6 H/B = 2.5

| C O R T A N T E S | | | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 230.937 | 84.871 | 37.716 | 21.624 | 13.962 | 9.56 |
| 2 | 230.772 | 84.452 | 37.234 | 21.113 | 13.447 | 9.068 |
| 3 | 230.027 | 82.565 | 35.08 | 18.841 | 11.183 | 6.929 |
| 4 | 228.21 | 78.018 | 30.004 | 13.658 | 6.225 | 2.46 |
| 5 | 224.819 | 69.749 | 21.227 | 5.351 | -0.955 | -3.235 |
| 6 | 219.361 | 57.05 | 8.964 | -4.586 | -7.681 | -6.784 |
| 7 | 211.378 | 39.808 | -5.144 | -12.772 | -9.832 | -4.692 |
| 8 | 200.458 | 18.742 | -17.975 | -15.075 | -4.92 | 2.105 |
| 9 | 186.268 | -4.438 | -25.563 | -9.222 | 4.144 | 6.423 |
| 10 | 168.574 | -27.041 | -24.558 | 2.381 | 9.178 | 2.021 |
| 11 | 147.281 | -45.651 | -14.177 | 12.298 | 4.074 | -5.497 |
| 12 | 122.452 | -56.688 | 2.284 | 12.432 | -6.085 | -3.493 |
| 13 | 94.355 | -57.258 | 17.654 | 1.56 | -7.841 | 5.245 |
| 14 | 63.474 | -46.149 | 23.715 | -10.839 | 2.366 | 2.811 |
| 15 | 30.536 | -24.701 | 16.04 | -11.593 | 8.608 | -6.199 |
| Periodos | 3.647 | 1.387 | 0.8626 | 0.6334 | 0.5071 | 0.4292 |
| Diferencia | | 162.94% | 60.79% | 36.19% | 24.91% | 18.15% |

| D E S P L A Z A M I E N T O S | | | | | | |
|-------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0.00196 | 0.00072 | 0.00032 | 0.00018 | 0.00012 | 0.00008 |
| 2 | 0.00886 | 0.00324 | 0.00143 | 0.00081 | 0.00052 | 0.00035 |
| 3 | 0.0216 | 0.00782 | 0.00338 | 0.00186 | 0.00114 | 0.00074 |
| 4 | 0.04032 | 0.01422 | 0.00584 | 0.00298 | 0.00165 | 0.00094 |
| 5 | 0.06488 | 0.02184 | 0.00816 | 0.00356 | 0.00155 | 0.00058 |
| 6 | 0.09491 | 0.02965 | 0.00938 | 0.00294 | 0.00049 | -0.00034 |
| 7 | 0.12982 | 0.03622 | 0.00853 | 0.00083 | -0.00113 | -0.00112 |
| 8 | 0.1687 | 0.03986 | 0.00505 | -0.0021 | -0.00208 | -0.00071 |
| 9 | 0.21035 | 0.03886 | -0.00067 | -0.00416 | -0.00116 | 0.00072 |
| 10 | 0.25315 | 0.032 | -0.0069 | -0.00356 | 0.00117 | 0.00124 |
| 11 | 0.29516 | 0.01898 | -0.01095 | -0.00005 | 0.00234 | -0.00033 |
| 12 | 0.33404 | 0.00098 | -0.01022 | 0.0039 | 0.0004 | -0.00144 |
| 13 | 0.36713 | -0.0191 | -0.00403 | 0.00445 | -0.00235 | 0.0004 |
| 14 | 0.39158 | -0.03688 | 0.0051 | 0.00027 | -0.00143 | 0.00148 |
| 15 | 0.40449 | -0.04732 | 0.01189 | -0.00463 | 0.0022 | -0.00114 |

EDIFICIO 20 NIVELES
EDIFICIO # 7, H/B=2.5

| nivel | C | O | R | T | A | N | T | E | S | 10 | 11 |
|------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | 392.14 | 152.737 | 90.211 | 52.332 | 34.501 | 24.455 | 18.1 | 13.712 | 10.451 | 8.132 | 7.195 |
| 2 | 391.991 | 152.339 | 89.598 | 51.662 | 33.798 | 23.739 | 17.392 | 13.034 | 9.827 | 7.566 | 6.625 |
| 3 | 391.431 | 150.826 | 87.271 | 49.131 | 31.153 | 21.065 | 14.768 | 10.541 | 7.548 | 5.516 | 4.574 |
| 4 | 390.103 | 147.268 | 81.855 | 43.323 | 25.199 | 15.178 | 9.136 | 5.333 | 2.918 | 1.464 | 0.632 |
| 5 | 387.653 | 140.758 | 72.155 | 33.244 | 15.286 | 5.866 | 0.75 | -1.907 | -3.055 | -3.373 | -3.696 |
| 6 | 383.712 | 130.5 | 57.435 | 18.808 | 2.182 | -5.204 | -7.935 | -8.181 | -7.158 | -5.805 | -5.021 |
| 7 | 377.926 | 115.892 | 37.719 | 1.29 | -11.493 | -14.322 | -12.646 | -9.275 | -5.782 | -3.059 | -1.244 |
| 8 | 369.958 | 96.639 | 14.054 | -16.483 | -21.555 | -16.978 | -9.735 | -3.301 | 0.921 | 2.969 | 4.054 |
| 9 | 359.485 | 72.847 | -11.336 | -30.447 | -23.682 | -10.658 | 0.05 | 5.619 | 6.63 | 5.264 | 3.545 |
| 10 | 346.215 | 45.123 | -35.128 | -36.328 | -15.792 | 2.136 | 9.795 | 8.777 | 4.119 | -0.046 | -2.799 |
| 11 | 329.893 | 14.643 | -53.316 | -31.293 | -0.34 | 13.461 | 10.545 | 1.745 | -4.173 | -5.281 | -3.928 |
| 12 | 310.324 | -16.838 | -61.986 | -15.733 | 15.294 | 14.428 | 0.458 | -7.554 | -5.91 | -0.852 | 3.132 |
| 13 | 287.362 | -47.043 | -58.389 | 5.962 | 21.842 | 3.087 | -10.151 | -5.972 | 2.644 | 5.306 | 2.953 |
| 14 | 260.947 | -73.326 | -42.078 | 24.783 | 14.116 | -11.151 | -8.036 | 5.074 | 6.133 | -0.379 | -4.736 |
| 15 | 231.102 | -92.924 | -15.75 | 32.759 | -3.697 | -13.947 | 5.092 | 7.329 | -3.225 | -5.139 | 0.742 |
| 16 | 197.956 | -103.309 | 14.656 | 24.758 | -18.637 | -1.179 | 10.63 | -4.226 | -5.236 | 3.741 | 3.976 |
| 17 | 161.744 | -102.603 | 40.953 | 3.681 | -17.894 | 13.014 | -0.988 | -7.158 | 5.668 | 1.87 | -5.808 |
| 18 | 122.833 | -90.018 | 54.868 | -19.492 | -0.913 | 10.248 | -10.887 | 5.66 | 1.495 | -5.796 | 4.916 |
| 19 | 81.719 | -66.227 | 50.947 | -30.728 | 16.959 | -6.878 | -0.411 | 5.087 | -6.954 | 5.853 | -3.024 |
| 20 | 39.031 | -33.598 | 29.272 | -21.792 | 17.092 | -13.673 | 10.889 | -8.388 | 5.919 | -3.407 | 1.343 |
| Periodos | 5.9955 | 2.2764 | 1.4087 | 1.0263 | 0.8131 | 0.6785 | 0.5871 | 0.5222 | 0.4749 | 0.44 | 0.4122 |
| Diferencia | | 163.38% | 61.60% | 37.26% | 26.22% | 19.84% | 15.57% | 12.43% | 9.96% | 7.93% | 6.74% |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

INFORMÁTICAS

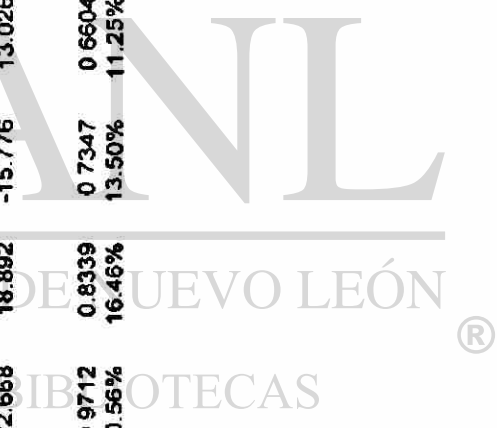


EDIFICIO 20 NIVELES
EDIFICIO # 7. H/B=2.5

| nivel | D | E | S | P | L | A | Z | A | 6 | 7 | E | N | 8 | 9 | O | 10 | S | 11 |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0.00266 | 0.00104 | 0.00061 | 0.00035 | 0.00023 | 0.00017 | 0.00012 | 0.00009 | 0.00007 | 0.00006 | 0.00005 | 0.00005 | 0.00005 | 0.00006 | 0.00007 | 0.00006 | 0.00006 | 0.00005 |
| 2 | 0.01014 | 0.00394 | 0.00232 | 0.00134 | 0.00088 | 0.000622 | 0.00045 | 0.00034 | 0.00026 | 0.00022 | 0.00018 | 0.00018 | 0.00018 | 0.00026 | 0.00026 | 0.00022 | 0.00018 | 0.00018 |
| 3 | 0.02396 | 0.00927 | 0.0054 | 0.00308 | 0.00198 | 0.00136 | 0.00098 | 0.00071 | 0.00052 | 0.00039 | 0.00034 | 0.00034 | 0.00034 | 0.00052 | 0.00052 | 0.00039 | 0.00034 | 0.00034 |
| 4 | 0.04434 | 0.01696 | 0.00968 | 0.00534 | 0.0033 | 0.00216 | 0.00145 | 0.00099 | 0.00068 | 0.00047 | 0.00037 | 0.00037 | 0.00037 | 0.00068 | 0.00068 | 0.00047 | 0.00037 | 0.00037 |
| 5 | 0.07124 | 0.02673 | 0.01469 | 0.00765 | 0.00436 | 0.00256 | 0.00151 | 0.00086 | 0.00047 | 0.00024 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00047 | 0.00047 | 0.00024 | 0.00011 | 0.00011 |
| 6 | 0.10455 | 0.03806 | 0.01967 | 0.00928 | 0.00455 | 0.00211 | 0.00082 | 0.00015 | -0.00016 | -0.00027 | -0.00032 | -0.00032 | -0.00032 | -0.00016 | -0.00016 | -0.00027 | -0.00032 | -0.00032 |
| 7 | 0.14403 | 0.05017 | 0.02361 | 0.00941 | 0.00334 | 0.00061 | -0.0005 | -0.00059 | -0.00076 | -0.00059 | -0.00045 | -0.00045 | -0.00045 | -0.00076 | -0.00076 | -0.00059 | -0.00045 | -0.00045 |
| 8 | 0.18931 | 0.06199 | 0.02533 | 0.0074 | 0.00071 | -0.00146 | -0.0017 | -0.00122 | -0.00065 | -0.00065 | 0.00004 | 0.00004 | 0.00004 | -0.00065 | -0.00065 | -0.00022 | 0.00004 | 0.00004 |
| 9 | 0.23985 | 0.07224 | 0.02374 | 0.00312 | -0.00262 | -0.00296 | -0.00169 | -0.00043 | 0.00028 | 0.00028 | 0.00054 | 0.00054 | 0.00054 | 0.00028 | 0.00028 | 0.00052 | 0.00054 | 0.00054 |
| 10 | 0.29496 | 0.07942 | 0.01815 | -0.00267 | -0.00514 | -0.00262 | -0.00013 | 0.00096 | 0.00094 | 0.00094 | 0.00051 | 0.00051 | 0.00051 | 0.00094 | 0.00094 | 0.00051 | 0.00051 | 0.00051 |
| 11 | 0.35372 | 0.08203 | 0.00865 | -0.00824 | -0.0052 | -0.00022 | 0.00175 | 0.00127 | 0.0002 | 0.0002 | -0.00043 | -0.00043 | -0.00043 | 0.0002 | 0.0002 | -0.00043 | -0.00043 | -0.00043 |
| 12 | 0.415 | 0.0787 | -0.00359 | -0.01135 | -0.00218 | 0.00263 | 0.00184 | -0.00022 | -0.00097 | -0.00097 | 0.00006 | 0.00006 | 0.00006 | -0.00097 | -0.00097 | -0.0006 | 0.00006 | 0.00006 |
| 13 | 0.47743 | 0.06848 | -0.01627 | -0.01011 | 0.00257 | 0.0033 | -0.00037 | -0.00151 | -0.0004 | -0.0004 | 0.00055 | 0.00055 | 0.00055 | -0.0004 | -0.0004 | 0.00055 | 0.00055 | 0.00055 |
| 14 | 0.53941 | 0.05105 | -0.02627 | -0.00422 | 0.00592 | 0.00065 | -0.00228 | -0.00031 | 0.00106 | 0.00106 | 0.00046 | 0.00046 | 0.00046 | 0.00106 | 0.00106 | 0.00046 | 0.00046 | 0.00046 |
| 15 | 0.59911 | 0.02706 | -0.03034 | 0.00424 | 0.00497 | -0.00296 | -0.00096 | 0.00158 | 0.00023 | 0.00023 | -0.00086 | -0.00086 | -0.00086 | 0.00023 | 0.00023 | -0.00086 | -0.00086 | -0.00086 |
| 16 | 0.65449 | -0.00184 | -0.02624 | 0.01116 | -0.00025 | -0.00329 | 0.00201 | 0.0004 | -0.00124 | -0.00124 | 0.00018 | 0.00018 | 0.00018 | -0.00124 | -0.00124 | 0.00018 | 0.00018 | 0.00018 |
| 17 | 0.70328 | -0.03279 | -0.01388 | 0.01227 | -0.00564 | 0.00064 | 0.00172 | -0.00176 | 0.00047 | 0.00047 | 0.00075 | 0.00075 | 0.00075 | 0.00047 | 0.00047 | 0.00075 | 0.00075 | 0.00075 |
| 18 | 0.74312 | -0.06199 | 0.00391 | 0.00595 | -0.00594 | 0.00396 | -0.00182 | 0.00008 | 0.00096 | 0.00096 | -0.00113 | -0.00113 | -0.00113 | 0.00096 | 0.00096 | -0.00113 | 0.00068 | 0.00068 |
| 19 | 0.77153 | -0.08502 | 0.02163 | -0.00473 | -0.00004 | 0.00157 | -0.00196 | 0.00185 | -0.00146 | -0.00146 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | -0.00146 | -0.00146 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 |
| 20 | 0.78609 | -0.09755 | 0.03255 | -0.01286 | 0.00633 | -0.00353 | 0.0021 | -0.00128 | 0.00075 | 0.00075 | -0.00037 | -0.00037 | -0.00037 | 0.00075 | 0.00075 | -0.00037 | 0.00037 | 0.00037 |

EDIFICIO 25 NIVELES
EDIFICIO # 8 , H/B=2.5

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | C | 7 | O | R | T | A | N | T | E | S | 15 | 16 |
|------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|----|
| 1 | 594 089 | 231 337 | 142 381 | 101 526 | 67 065 | 47 838 | 35 852 | 27 75 | 21 931 | 17 517 | 14 007 | 11 235 | 9 602 | 9 366 | 9 703 | 10 198 | | |
| 2 | 593 998 | 231 09 | 141 983 | 100 988 | 66 493 | 47 246 | 35 25 | 27 149 | 21 344 | 16 955 | 13 484 | 10 759 | 9 149 | 8 876 | 9 139 | 9 532 | | |
| 3 | 593 584 | 229 978 | 140 189 | 98 567 | 63 927 | 44 593 | 32 563 | 24 48 | 18 743 | 14 478 | 11 189 | 8 678 | 7 177 | 6 756 | 6 709 | 6 686 | | |
| 4 | 592 583 | 227 275 | 135 85 | 92 748 | 57 816 | 38 346 | 26 316 | 18 363 | 12 876 | 8 98 | 6 176 | 4 205 | 3 001 | 2 341 | 1 746 | 1 009 | | |
| 5 | 590 708 | 222 245 | 127 864 | 82 207 | 46 977 | 27 534 | 15 821 | 8 426 | 3 693 | 0 713 | -1 052 | -1 98 | -2 535 | -3 248 | -4 191 | -5 298 | | |
| 6 | 587 674 | 214 201 | 115 323 | 66 108 | 31 016 | 12 369 | 1 934 | -3 898 | -6 752 | -7 846 | -7 78 | -7 095 | -6 545 | -6 674 | -7 025 | -7 207 | | |
| 7 | 583 211 | 202 519 | 97 648 | 44 427 | 10 849 | -5 238 | -12 471 | -14 777 | -14 313 | -12 392 | -9 877 | -7 418 | -5 633 | -4 545 | -3 359 | -1 641 | | |
| 8 | 577 034 | 186 713 | 74 749 | 18 236 | -11 09 | -21 602 | -22 862 | -19 59 | -14 529 | -9 323 | 4 911 | -1 721 | 0 37 | 2 129 | 4 04 | 6 971 | | |
| 9 | 568 876 | 166 452 | 47 174 | -10 12 | -30 91 | -31 969 | -24 647 | -14 9 | -6 022 | 0 447 | 4 164 | 5 61 | 5 982 | 6 313 | 6 186 | 4 878 | | |
| 10 | 558 476 | 141 639 | 16 213 | -37 098 | -43 96 | -32 158 | -15 788 | -1 921 | 6 631 | 9 849 | 9 243 | 6 832 | 4 34 | 2 026 | -0 895 | -4 372 | | |
| 11 | 545 592 | 112 448 | -16 063 | -58 368 | -46 13 | -20 777 | 0 773 | 12 266 | 14 125 | 10 075 | 4 301 | -0 353 | -3 248 | -5 333 | -6 468 | -5 361 | | |
| 12 | 530 | 79 378 | -46 884 | -69 607 | -35 549 | -1 048 | 16 913 | 17 841 | 9 345 | -0 182 | -5 849 | -7 052 | -5 866 | -3 662 | 0 134 | 4 963 | | |
| 13 | 511 493 | 43 276 | -73 008 | -67 616 | -14 098 | 19 147 | 22 859 | 9 561 | -4 417 | -10 23 | -8 165 | -3 032 | -1 445 | 4 868 | 6 457 | 3 702 | | |
| 14 | 489 899 | 5 36 | -91 103 | -51 516 | 12 084 | 30 | 13 679 | -6 87 | -13 519 | -7 353 | 1 525 | 6 048 | 6 071 | 3 388 | -1 978 | -7 045 | | |
| 15 | 465 081 | -32 8 | -98 271 | -23 692 | 33 844 | 24 89 | -5 372 | -16 914 | -7 064 | 5 656 | 8 769 | 4 121 | -1 606 | -5 689 | -5 482 | 1 896 | | |
| 16 | 436 947 | -69 334 | -92 653 | 9 98 | 42 164 | 5 414 | -20 218 | -9 899 | 8 209 | 10 21 | 0 759 | -5 941 | -5 753 | -0 928 | 5 838 | 5 089 | | |
| 17 | 405 44 | -102 157 | -74 02 | 40 992 | 32 408 | -17 437 | -17 976 | 7 894 | 12 419 | -1 712 | -8 677 | -3 341 | 3 753 | 6 27 | 0 114 | -8 374 | | |
| 18 | 370 576 | -129 1 | -44 207 | 60 257 | 7 713 | -28 603 | 0 601 | 16 445 | -1 368 | -10 664 | -0 581 | 6 916 | 3 681 | -4 238 | -5 968 | 7 633 | | |
| 19 | 332 418 | -148 078 | -7 238 | 61 016 | -20 793 | -19 229 | 18 593 | 4 361 | -13 03 | 0 216 | 8 774 | 0 187 | -6 459 | -1 92 | 8 027 | -5 148 | | |
| 20 | 291 109 | -157 299 | 30 983 | 41 756 | -38 325 | 4 896 | 17 241 | -13 569 | -3 075 | 10 667 | -2 145 | -7 032 | 2 27 | 6 605 | -6 826 | 2 814 | | |
| 21 | 246 857 | -155 476 | 63 495 | 7 9 | -34 308 | 25 019 | -3 222 | -12 12 | 12 316 | -1 459 | -7 78 | 5 407 | 3 933 | -7 621 | 4 456 | -1 302 | | |
| 22 | 199 955 | -142 048 | 83 571 | -28 891 | -9 783 | 23 404 | -19 869 | 7 729 | 4 564 | -10 302 | 6 957 | 1 779 | -7 418 | 6 059 | -2 4 | 0 524 | | |
| 23 | 150 767 | -117 375 | 86 287 | -54 295 | 20 944 | 0 219 | -11 697 | 15 131 | -12 284 | 5 442 | 2 372 | -7 456 | 7 267 | -3 793 | 1 106 | -0 167 | | |
| 24 | 99 766 | -82 865 | 70 026 | -57 044 | 37 614 | -23 179 | 11 972 | -3 262 | -3 213 | 7 437 | -9 187 | 8 189 | -5 05 | 1 95 | -0 442 | 0 059 | | |
| 25 | 47 492 | -41 012 | 37 483 | -34 627 | 27 591 | -22 668 | 18 892 | -15 776 | 13 026 | -10 434 | 7 814 | -5 057 | 2 471 | -0 784 | 0 147 | -0 016 | | |
| Periodos | 8 733 | 3 3136 | 2 0456 | 1 485 | 1 1709 | 0 9712 | 0 8339 | 0 7347 | 0 6604 | 0 6035 | 0 5594 | 0 5251 | 0 4977 | 0 4731 | 0 4487 | 0 4238 | | |
| Diferencia | | 163.55% | 61.99% | 37 75% | 26.83% | 20.56% | 16.46% | 13.50% | 11.25% | 9.43% | 7.88% | 6.53% | 5.51% | 5.20% | 5.44% | 5.88% | | |

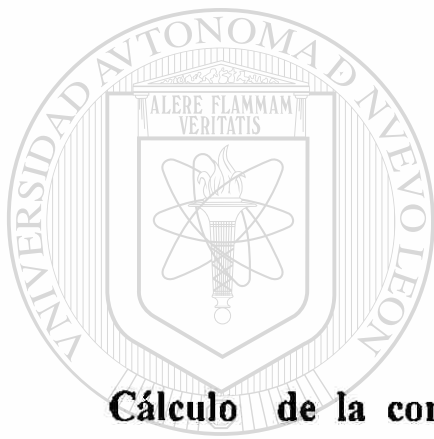


EDIFICIO 25 NIVELES
EDIFICIO # 8 , H/B=2.5

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0.00223 | 0.00087 | 0.00054 | 0.00038 | 0.00025 | 0.00018 | 0.00013 | 0.0001 | 0.00008 | 0.00007 | 0.00005 | 0.00004 | 0.00004 | 0.00004 | 0.00004 | 0.00004 |
| 2 | 0.0101 | 0.00393 | 0.00241 | 0.00172 | 0.00113 | 0.00081 | 0.0006 | 0.00046 | 0.00035 | 0.00029 | 0.00023 | 0.00018 | 0.00016 | 0.00015 | 0.00016 | 0.00016 |
| 3 | 0.02462 | 0.00955 | 0.00584 | 0.00413 | 0.00227 | 0.0019 | 0.0014 | 0.00106 | 0.00082 | 0.00064 | 0.0005 | 0.0004 | 0.00033 | 0.00032 | 0.00032 | 0.00033 |
| 4 | 0.04603 | 0.01777 | 0.01075 | 0.00748 | 0.00479 | 0.00328 | 0.00235 | 0.00173 | 0.00129 | 0.00097 | 0.00073 | 0.00055 | 0.00044 | 0.0004 | 0.00038 | 0.00036 |
| 5 | 0.07437 | 0.02843 | 0.01689 | 0.01142 | 0.00704 | 0.0046 | 0.00311 | 0.00213 | 0.00147 | 0.001 | 0.00068 | 0.00045 | 0.00032 | 0.00025 | 0.00018 | 0.00011 |
| 6 | 0.10959 | 0.04127 | 0.0238 | 0.01539 | 0.0089 | 0.00534 | 0.00322 | 0.0019 | 0.00106 | 0.00053 | 0.00021 | 0.00003 | -0.00007 | -0.00015 | -0.00024 | -0.00032 |
| 7 | 0.1516 | 0.05585 | 0.03083 | 0.01859 | 0.00968 | 0.00497 | 0.00233 | 0.00084 | 0.00003 | -0.00036 | -0.0005 | -0.00051 | -0.00048 | -0.00048 | -0.00048 | -0.00044 |
| 8 | 0.20021 | 0.07159 | 0.03713 | 0.02012 | 0.00874 | 0.00315 | 0.0004 | -0.00081 | -0.00119 | -0.00115 | -0.00091 | -0.00065 | -0.00045 | -0.0003 | -0.00014 | 0.00006 |
| 9 | 0.25519 | 0.08757 | 0.04169 | 0.01915 | 0.00576 | 0.00006 | -0.00198 | -0.00225 | -0.00178 | -0.0011 | -0.00051 | -0.00011 | 0.00013 | 0.00031 | 0.00046 | 0.00053 |
| 10 | 0.31617 | 0.10314 | 0.04346 | 0.01509 | 0.00096 | -0.00345 | -0.00371 | -0.00246 | -0.00105 | -0.00003 | 0.0005 | 0.00064 | 0.0006 | 0.00053 | 0.00036 | 0.00006 |
| 11 | 0.38271 | 0.11685 | 0.0415 | 0.00798 | -0.00467 | -0.00599 | -0.00361 | -0.00097 | 0.00067 | 0.0012 | 0.00102 | 0.00059 | 0.00021 | -0.00012 | -0.00043 | -0.0006 |
| 12 | 0.4542 | 0.12756 | 0.03518 | -0.00141 | -0.00946 | -0.00613 | -0.00133 | 0.00144 | 0.00193 | 0.00118 | 0.00023 | -0.00036 | -0.00058 | -0.00061 | -0.00041 | 0.00007 |
| 13 | 0.52995 | 0.13397 | 0.02436 | -0.01143 | -0.01155 | -0.00329 | 0.00205 | 0.00285 | 0.00128 | -0.00034 | -0.00098 | -0.00081 | -0.00037 | 0.00011 | 0.00055 | 0.00062 |
| 14 | 0.60906 | 0.13483 | 0.00965 | -0.01975 | -0.00996 | 0.00155 | 0.00426 | 0.00174 | -0.00091 | -0.00152 | -0.00073 | 0.00017 | 0.00061 | 0.00065 | 0.00023 | -0.00052 |
| 15 | 0.69054 | 0.12909 | -0.00756 | -0.0239 | -0.00367 | 0.00591 | 0.00332 | -0.00122 | -0.00214 | -0.00053 | 0.00081 | 0.00089 | 0.00033 | -0.00034 | -0.00073 | -0.00018 |
| 16 | 0.77319 | 0.11597 | -0.02509 | -0.02201 | 0.0043 | 0.00694 | -0.0005 | -0.00309 | -0.00059 | 0.0014 | 0.00095 | -0.00023 | -0.00076 | -0.00052 | 0.00037 | 0.00078 |
| 17 | 0.85565 | 0.0952 | -0.04014 | -0.01367 | 0.0109 | 0.00339 | -0.00416 | -0.00149 | 0.00193 | 0.00105 | -0.00081 | -0.00091 | 0.00001 | 0.00076 | 0.00039 | -0.00093 |
| 18 | 0.93642 | 0.06706 | -0.04978 | -0.00054 | 0.01256 | -0.00285 | -0.00403 | 0.0021 | 0.00164 | -0.00128 | -0.00094 | 0.0006 | 0.00081 | -0.00017 | -0.00091 | 0.00074 |
| 19 | 1.01381 | 0.03258 | -0.05146 | 0.01367* | 0.00774 | -0.00732 | 0.0003 | 0.00311 | -0.0014 | -0.00122 | 0.0011 | 0.00064 | -0.0007 | -0.00061 | 0.00096 | -0.00046 |
| 20 | 1.08603 | -0.00644 | -0.04378 | 0.02403 | -0.00177 | -0.00611 | 0.00458 | -0.00025 | -0.00216 | 0.00142 | 0.00057 | -0.0011 | -0.00013 | 0.00102 | -0.00073 | 0.00024 |
| 21 | 1.15113 | -0.04744 | -0.02703 | 0.02611 | -0.01082 | 0.00049 | 0.00373 | -0.00345 | 0.00109 | 0.00104 | -0.00148 | 0.00032 | 0.0009 | -0.00099 | 0.00044 | -0.00011 |
| 22 | 1.20706 | -0.08718 | -0.00366 | 0.014803 | -0.01356 | 0.00704 | -0.00163 | -0.00129 | 0.00236 | -0.00185 | 0.00046 | 0.00082 | -0.00117 | 0.00071 | -0.00023 | 0.00004 |
| 23 | 1.2571 | -0.2193 | 0.02189 | 0.00195. | -0.00735 | 0.0071 | -0.00553 | 0.00319 | -0.00127 | -0.00023 | 0.00116 | -0.00139 | 0.00098 | -0.00041 | 0.0001 | -0.00001 |
| 24 | 1.28294 | -0.14788 | 0.04382 | -0.01591 | 0.03442. | -0.00016 | -0.00155 | 0.00217 | -0.00228 | 0.00209 | -0.00171 | 0.00118 | -0.0006 | 0.0002 | -0.00004 | 0 |
| 25 | 1.28868 | -0.16147 | 0.05624 | -0.02735 | 0.01356 | -0.00767 | 0.00471 | -0.00305 | 0.00204 | -0.00136 | 0.00088 | -0.0005 | 0.00022 | -0.00006 | 0.00001 | 0 |



UNIVERSIDAD DE LEÓN
BIBLIOTECAS



ANEXO 5

Cálculo de la combinación de los modos para la estimación

de las fuerzas cortantes en las estructuras

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
utilizando el análisis dinámico

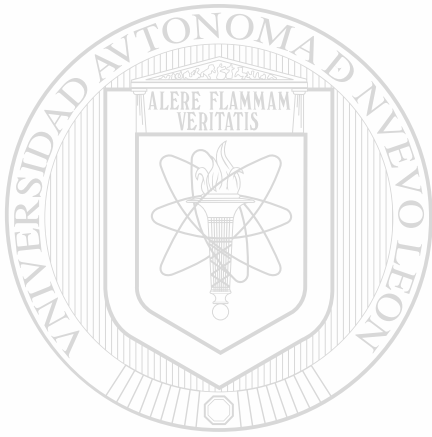


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO 5

CÁLCULO DE LA COMBINACIÓN DE LOS MODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS FUERZAS CORTANTES EN LAS ESTRUCTURAS UTILIZANDO EL ANÁLISIS DINÁMICO

En este anexo se muestran los cálculos relativos a la obtención de la respuesta del sistema para las estructuras en estudio, se utilizará la *complete quadratic combination* (CQC) para la combinación de los modos. A continuación se muestran los resultados obtenidos para: el coeficiente de correlación ρ_{in} , el coeficiente β_{in} y el valor de los cortantes por nivel, debidos a la combinación de los modos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



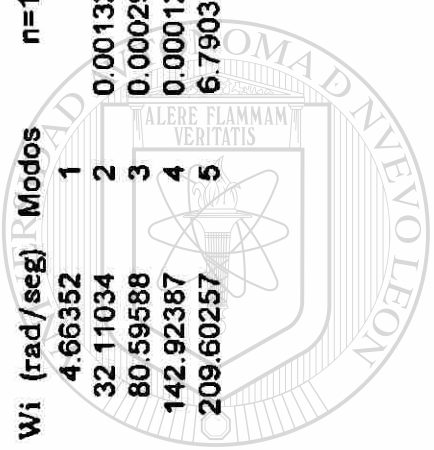
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NATURAL FREQUENCY RATIOS β_{in}

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | 0.14523421 | 0.05786301 | 0.0326294 | 0.02224935 |
| 2 | 6.88542989 | 1 | 0.39841168 | 0.22466744 | 0.15319631 |
| 3 | 17.2821989 | 2.50996657 | 1 | 0.56390776 | 0.38451761 |
| 4 | 30.6472085 | 4.45102325 | 1.77333965 | 1 | 0.68188033 |
| 5 | 44.9451423 | 6.52757243 | 2.6006611 | 1.46653299 | 1 |

CORRELATION COEFFICIENT P_{iv}

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | 0.00132033 | 0.00029627 | 0.00012194 | 6.7903E-05 |
| 2 | 0.00132033 | 1 | 0.00982968 | 0.00288221 | 0.00144713 |
| 3 | 0.00029627 | 0.00982968 | 1 | 0.02765565 | 0.00900095 |
| 4 | 0.00012194 | 0.00288221 | 0.02765565 | 1 | 0.06198653 |
| 5 | 6.7903E-05 | 0.00144713 | 0.00900095 | 0.06198653 | 1 |



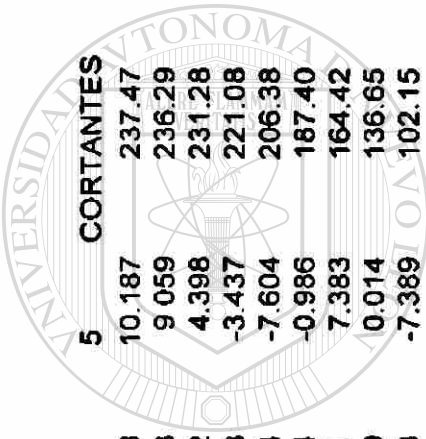
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CORTANTES

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | 223.812 | 69.531 | 30.471 | 16.798 | 10.187 |
| 2 | 223.261 | 68.352 | 29.174 | 15.53 | 9.059 |
| 3 | 220.772 | 63.088 | 23.502 | 10.132 | 4.398 |
| 4 | 214.738 | 50.85 | 11.307 | -0.253 | -3.437 |
| 5 | 203.605 | 30.296 | -5.528 | -10.454 | -7.604 |
| 6 | 186.046 | 3.159 | -19.348 | -10.544 | -0.986 |
| 7 | 161.137 | -24.837 | -19.959 | 2.131 | 7.383 |
| 8 | 128.586 | -44.722 | -4.21 | 11.709 | 0.014 |
| 9 | 88.9 | -47.519 | 15.577 | 1.373 | -7.389 |
| 10 | 43.547 | -29.464 | 18.207 | -11.644 | 6.374 |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



SECRETARÍA GENERAL DE BIBLIOTECAS

NATURAL FREQUENCY RATIOS

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 | W ₁ (rad/sec) |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|
| 1 | 1 | 0.1427099 | 0.0552698 | 0.0296505 | 0.0190704 | 0.0135835 | 0.0105472 | 0.0086864 | 0.0073301 | 0.006175 | 0.0049592 | 1.09382 |
| 2 | 7.0072224 | 1 | 0.3872879 | 0.2077673 | 0.1336307 | 0.0951828 | 0.0739064 | 0.0608675 | 0.0513639 | 0.0432693 | 0.0347502 | 7.66464 |
| 3 | 18.093059 | 2.5820586 | 1 | 0.5364674 | 0.3450424 | 0.2457676 | 0.1908308 | 0.1571635 | 0.1326246 | 0.111724 | 0.0897271 | 19.79055 |
| 4 | 33.726299 | 4.8130767 | 1.8640462 | 1 | 0.643175 | 0.4581221 | 0.3557174 | 0.2929601 | 0.2472184 | 0.2082587 | 0.1672555 | 36.8905 |
| 5 | 52.437202 | 7.4833078 | 2.8981943 | 1.5547867 | 1 | 0.7122822 | 0.5530647 | 0.4554905 | 0.3843719 | 0.3237978 | 0.2600466 | 57.35686 |
| 6 | 73.618575 | 10.506099 | 4.0688849 | 2.182824 | 1.4039379 | 1 | 0.7764685 | 0.6394804 | 0.5396343 | 0.454592 | 0.3650893 | 80.52547 |
| 7 | 94.812062 | 13.53062 | 5.240245 | 2.8112205 | 1.8081068 | 1.2878823 | 1 | 0.8235754 | 0.6949854 | 0.5854611 | 0.470192 | 103.70733 |
| 8 | 115.1225 | 16.42912 | 6.3627989 | 3.4134341 | 2.1954356 | 1.5637697 | 1.2142178 | 1 | 0.8438637 | 0.7108773 | 0.5709156 | 125.92329 |
| 9 | 136.4231 | 19.468926 | 7.540079 | 4.0450064 | 2.6016471 | 1.853107 | 1.4388791 | 1.1850255 | 1 | 0.8424077 | 0.6765495 | 149.22231 |
| 10 | 161.94427 | 23.11105 | 8.9506295 | 4.8017208 | 3.0883469 | 2.1997746 | 1.7080555 | 1.4067126 | 1.1870737 | 1 | 0.8031141 | 177.13788 |
| 11 | 201.6454 | 28.776794 | 11.144904 | 5.9788772 | 3.8454645 | 2.739056 | 2.1267906 | 1.7515725 | 1.4780884 | 1.245153 | 1 | 220.56377 |

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

SISTEMA GENERAL DE BIBLIOTECAS



CORRELATION COEFFICIENT Piv

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 0.0012814 | 0.0002757 | 0.0001053 | 5.37E-05 | 3.21E-05 | 2.189E-05 | 1.633E-05 | 1.264E-05 | 9.765E-06 | 7.019E-06 |
| 2 | 0.0012814 | 1 | 0.009161 | 0.0024904 | 0.0011461 | 0.0006543 | 0.0004359 | 0.0003208 | 0.0002459 | 0.0001884 | 0.0001343 |
| 3 | 0.0002757 | 0.009161 | 1 | 0.0232247 | 0.0069694 | 0.0034237 | 0.0021321 | 0.0015126 | 0.0011316 | 0.0008502 | 0.0005947 |
| 4 | 0.0001053 | 0.0024904 | 0.0232247 | 1 | 0.0469383 | 0.014262 | 0.0074758 | 0.0048779 | 0.0034632 | 0.0025013 | 0.001686 |
| 5 | 5.37E-05 | 0.0011461 | 0.0069694 | 0.0469383 | 1 | 0.0781002 | 0.025802 | 0.0140316 | 0.0089926 | 0.0060451 | 0.0038261 |
| 6 | 3.21E-05 | 0.0006543 | 0.0034237 | 0.014262 | 0.0781002 | 1 | 0.1334286 | 0.0457455 | 0.0236939 | 0.0139538 | 0.0079456 |
| 7 | 2.189E-05 | 0.0004359 | 0.0021321 | 0.0074758 | 0.025802 | 0.1334286 | 1 | 0.2082529 | 0.0683751 | 0.031801 | 0.015368 |
| 8 | 1.633E-05 | 0.0003208 | 0.0015126 | 0.0048779 | 0.0140316 | 0.0457455 | 0.2082529 | 1 | 0.2562172 | 0.0772489 | 0.0289326 |
| 9 | 1.264E-05 | 0.0002459 | 0.0011316 | 0.0034632 | 0.0089926 | 0.0236939 | 0.0683751 | 0.2562172 | 1 | 0.2523557 | 0.0595982 |
| 10 | 9.765E-06 | 0.0001884 | 0.0008502 | 0.0025013 | 0.0060451 | 0.0139538 | 0.031801 | 0.0772489 | 0.2523557 | 1 | 0.170597 |
| 11 | 7.019E-06 | 0.0001343 | 0.0005947 | 0.001686 | 0.0038261 | 0.0079456 | 0.015368 | 0.0289326 | 0.0595982 | 0.170597 | 1 |

UANL

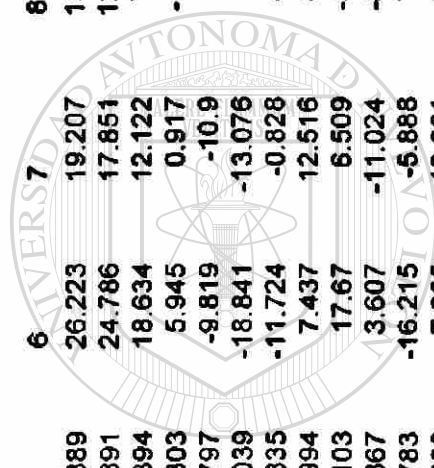
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

GENERAL DE BIBLIOTECAS



CORTANTES

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | CORTANTES |
|-------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 462 892 | 178.232 | 103.122 | 59.917 | 38.389 | 26.223 | 19.207 | 13.127 | 12.705 | 13.764 | 16.203 | 515.59 |
| 2 | 462 547 | 177.303 | 101.733 | 58.413 | 36.891 | 24.786 | 17.851 | 12.002 | 11.415 | 12.105 | 13.771 | 513.92 |
| 3 | 461.006 | 173.163 | 95.588 | 51.818 | 30.394 | 18.634 | 12.122 | 7.307 | 6 101 | 5.38 | 4.164 | 507.24 |
| 4 | 457.272 | 163.241 | 81.202 | 36.896 | 16.303 | 5.945 | 0.917 | -1.396 | -3.179 | -5.496 | -9 444 | 494.86 |
| 5 | 450.32 | 145.28 | 56.49 | 13.228 | -3.797 | -9.819 | -10.9 | -8.97 | -9.411 | -10.116 | -9.667 | 477.99 |
| 6 | 439.17 | 117.822 | 22.243 | -14.602 | -22.039 | -18.841 | -13.076 | -6.91 | -3.668 | 0.546 | 8 294 | 457.15 |
| 7 | 422 908 | 80.758 | -16.686 | -36.702 | -26.835 | -11.724 | -0.828 | 4.405 | 7.898 | 10.18 | 6.796 | 434.03 |
| 8 | 400.745 | 35.798 | -51.402 | -41.528 | -11.994 | 7.437 | 12.516 | 8.644 | 4.426 | -3.191 | -13.825 | 408.74 |
| 9 | 372.049 | -13.254 | -70.952 | -23.515 | 13.103 | 17.67 | 6.509 | -3.345 | -8.892 | -8.135 | 11.014 | 380.84 |
| 10 | 336.401 | -60.57 | -66.526 | 9.31 | 25.367 | 3.607 | -11.024 | -8.142 | 0.446 | 11.526 | -5.627 | 349.73 |
| 11 | 293.46 | -98.682 | -35.998 | 35.325 | 8.783 | -16.215 | -5.888 | 7.389 | 8.464 | -9.295 | 2.341 | 314.42 |
| 12 | 243.614 | -120.526 | 9.856 | 33.313 | -18.636 | -7.955 | 12.381 | 2.909 | -10.682 | 5.296 | -0.795 | 274.93 |
| 13 | 187 451 | -120.468 | 51.083 | 2.164 | -20.712 | 15.493 | 0.207 | -10.256 | 7.965 | -2.355 | 0.227 | 229.85 |
| 14 | 125 942 | -96.343 | 65.96 | -31.066 | 8.176 | 6.423 | -12.527 | 10.241 | -4.367 | 0.867 | -0.056 | 174.71 |
| 15 | 60 535 | -51.31 | 43.874 | -31.846 | 23.786 | -17.292 | 11.524 | -5.777 | 1.752 | -0.258 | 0.012 | 99.93 |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



CENTRO GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 INSTITUTO VINCULADO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

gln

NATURAL FREQUENCY RATIOS

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 | n=12 | n=13 | n=14 | n=15 | n=16 | Wi (rad/seg) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 1 | 0 | 14231851 | 0 | 05628272 | 0 | 02896382 | 0 | 01808498 | 0 | 01264622 | 0 | 00941533 | 0 | 00743792 | 0 | 00614377 | 0 | 00526632 | 0 | 00463485 | 0 | 00409678 | 0 | 00358065 | 0 | 00307294 | 0 | 00257357 | 0 | 00207954 | 0 | 040962 |
| 2 | 7 | 02848795 | 1 | 0 | 39546985 | 0 | 20281127 | 0 | 12714426 | 0 | 08885853 | 0 | 06616688 | 0 | 05226247 | 0 | 04316908 | 0 | 03701777 | 0 | 0325667 | 0 | 02878803 | 0 | 02515941 | 0 | 02159194 | 0 | 01806313 | 0 | 01481189 | 0 | 287819 |
| 3 | 17 | 767443 | 2 | 52863778 | 1 | 0 | 51283623 | 0 | 32150178 | 0 | 22469104 | 0 | 16728632 | 0 | 13215286 | 0 | 108159 | 0 | 09360454 | 0 | 0823494 | 0 | 07278944 | 0 | 06361903 | 0 | 0545982 | 0 | 04572566 | 0 | 03694817 | 0 | 72779 |
| 4 | 34 | 6454519 | 4 | 93069255 | 1 | 94994023 | 1 | 0 | 62890925 | 0 | 43813409 | 0 | 32619832 | 0 | 25769018 | 0 | 21285352 | 0 | 18252328 | 0 | 16057641 | 0 | 14193305 | 0 | 12405331 | 0 | 10845322 | 0 | 08916235 | 0 | 07204672 | 0 | 1419147 |
| 5 | 55 | 2639031 | 7 | 86508187 | 3 | 11040273 | 1 | 59512721 | 1 | 0 | 69887962 | 0 | 52032782 | 0 | 41104863 | 0 | 33952944 | 0 | 29114782 | 0 | 2591398 | 0 | 22640447 | 0 | 19788081 | 0 | 16982239 | 0 | 14222529 | 0 | 11492368 | 0 | 226372 |
| 6 | 79 | 0749963 | 11 | 2538436 | 4 | 45055579 | 2 | 28240626 | 1 | 43086159 | 1 | 0 | 74461709 | 0 | 58815369 | 0 | 48581821 | 0 | 41659223 | 0 | 3665006 | 0 | 32395345 | 0 | 28314004 | 0 | 24289233 | 0 | 2035047 | 0 | 16443989 | 0 | 323907 |
| 7 | 106 | 20878 | 15 | 1156282 | 5 | 97777518 | 3 | 0656197 | 1 | 92186534 | 1 | 34315251 | 1 | 0 | 7899801 | 0 | 65252795 | 0 | 5595469 | 0 | 4922662 | 0 | 4351189 | 0 | 39030028 | 0 | 32637576 | 0 | 27333786 | 0 | 22088784 | 0 | 4350585 |
| 8 | 134 | 446145 | 19 | 1341885 | 7 | 5669946 | 3 | 800629 | 2 | 4328022 | 1 | 70023387 | 1 | 26585466 | 1 | 0 | 82600555 | 0 | 70830505 | 0 | 62313747 | 0 | 55079728 | 0 | 48140486 | 0 | 41314427 | 0 | 346006 | 0 | 27958656 | 0 | 5507183 |
| 9 | 162 | 766637 | 23 | 1647216 | 9 | 1609489 | 4 | 69806651 | 2 | 94526134 | 2 | 05838312 | 1 | 63250141 | 1 | 21064562 | 1 | 0 | 85750641 | 0 | 75439865 | 0 | 66682032 | 0 | 59281069 | 0 | 50017131 | 0 | 41889085 | 0 | 33848027 | 0 | 6667247 |
| 10 | 189 | 813901 | 27 | 0140505 | 10 | 6832424 | 5 | 47875379 | 3 | 43468141 | 2 | 40042883 | 1 | 78716029 | 1 | 141182107 | 1 | 16817203 | 1 | 0 | 67975961 | 0 | 77762721 | 0 | 67965752 | 0 | 58328579 | 0 | 48848856 | 0 | 39472623 | 0 | 7775157 |
| 11 | 215 | 756799 | 30 | 7082077 | 12 | 1433793 | 6 | 22756487 | 3 | 904118 | 2 | 72850949 | 2 | 03142121 | 1 | 180478234 | 1 | 3255911 | 1 | 13667644 | 1 | 0 | 88390975 | 0 | 77255001 | 0 | 66300663 | 0 | 55258431 | 0 | 44867681 | 0 | 883783 |
| 12 | 244 | 093697 | 34 | 7390756 | 13 | 7382569 | 7 | 04547591 | 4 | 418874 | 3 | 0868632 | 2 | 28822241 | 1 | 181554988 | 1 | 49885498 | 1 | 28596323 | 1 | 13133722 | 1 | 0 | 87401458 | 0 | 75008408 | 0 | 62819118 | 0 | 50760342 | 0 | 9998586 |
| 13 | 279 | 278746 | 39 | 7485629 | 15 | 7185672 | 8 | 06105078 | 5 | 05354726 | 3 | 53182117 | 2 | 62950123 | 2 | 207725365 | 1 | 71582304 | 1 | 47132926 | 1 | 29441458 | 1 | 14414567 | 1 | 0 | 85820546 | 0 | 71874222 | 0 | 58077225 | 0 | 11439818 |
| 14 | 325 | 421781 | 48 | 3135755 | 18 | 3156226 | 9 | 3928149 | 5 | 8885052 | 4 | 11535626 | 3 | 06395307 | 2 | 42046197 | 1 | 99931501 | 1 | 71442545 | 1 | 50828054 | 1 | 33318388 | 1 | 16522215 | 1 | 0 | 83749436 | 0 | 67672869 | 0 | 13328927 |
| 15 | 388 | 565939 | 55 | 3001643 | 21 | 8695475 | 11 | 2154964 | 7 | 03109837 | 4 | 91369133 | 3 | 65647608 | 2 | 69012332 | 2 | 38725789 | 2 | 04708895 | 1 | 60094412 | 1 | 59187207 | 1 | 39131841 | 1 | 1940379 | 1 | 0 | 8080397 | 0 | 15916438 |
| 16 | 480 | 874811 | 68 | 4374346 | 27 | 0649418 | 13 | 6798828 | 8 | 70142895 | 6 | 08124986 | 4 | 52759446 | 3 | 57670964 | 2 | 95439192 | 2 | 53340145 | 2 | 22878173 | 1 | 9700419 | 1 | 72184535 | 1 | 47769708 | 1 | 23756285 | 1 | 18697594 | |



CORRELATION COEFFICIENT P/in

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 | n=12 | n=13 | n=14 | n=15 | n=16 |
|-------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | 0.00127539 | 0.0002837 | 0.00010104 | 4.9586E-05 | 2.8808E-05 | 1.8445E-05 | 1.2925E-05 | 9.6905E-06 | 7.6881E-06 | 6.34E-06 | 5.2659E-06 | 4.3005E-06 | 3.4173E-06 | 2.6178E-06 | 1.9005E-06 |
| 2 | 0.00127539 | 1 | 0.00964871 | 0.00238213 | 0.00105411 | 0.00058542 | 0.00039576 | 0.00025267 | 0.00018774 | 0.00014808 | 0.00012158 | 0.00010063 | 8.1904E-05 | 6.4871E-06 | 4.9537E-06 | 3.5852E-06 |
| 3 | 0.0002837 | 0.00964871 | 1 | 0.0202496 | 0.00595138 | 0.00288278 | 0.00168657 | 0.00112484 | 0.00081833 | 0.00063677 | 0.00051805 | 0.00042549 | 0.00034388 | 0.00027053 | 0.00020525 | 0.00014784 |
| 4 | 0.00010104 | 0.00238213 | 0.0002496 | 1 | 0.04194815 | 0.01260058 | 0.00614428 | 0.00375758 | 0.00260461 | 0.00186817 | 0.0015701 | 0.00126954 | 0.00101158 | 0.0007854 | 0.00058866 | 0.00041862 |
| 5 | 4.9586E-05 | 0.00105411 | 0.000595138 | 0.04194815 | 1 | 0.07042779 | 0.02098492 | 0.01064272 | 0.00671919 | 0.00481508 | 0.00371295 | 0.00292453 | 0.00227725 | 0.00173178 | 0.00127397 | 0.00089084 |
| 6 | 2.8808E-05 | 0.00058542 | 0.00288278 | 0.01260058 | 0.07042779 | 1 | 0.1012821 | 0.03236676 | 0.01892909 | 0.01101854 | 0.00801847 | 0.00605147 | 0.00454468 | 0.00334898 | 0.0023971 | 0.00163662 |
| 7 | 1.8445E-05 | 0.00036576 | 0.00168657 | 0.00614428 | 0.02098492 | 0.1012821 | 1 | 0.15084628 | 0.05012804 | 0.02689292 | 0.01761963 | 0.01236681 | 0.00878202 | 0.00615168 | 0.00422891 | 0.002791 |
| 8 | 1.2925E-05 | 0.00025267 | 0.00112484 | 0.00375758 | 0.01064272 | 0.03236676 | 0.15084628 | 1 | 0.21338154 | 0.07571894 | 0.04088237 | 0.02543209 | 0.01647252 | 0.01078337 | 0.00701393 | 0.00442831 |
| 9 | 9.6905E-06 | 0.00018774 | 0.00081833 | 0.00260461 | 0.00671919 | 0.01692909 | 0.02689292 | 0.07571894 | 1 | 0.29605083 | 0.11006862 | 0.0552176 | 0.03125514 | 0.01850615 | 0.0117795 | 0.00667248 |
| 10 | 7.6881E-06 | 0.00014808 | 0.00063677 | 0.00186817 | 0.00481508 | 0.01101854 | 0.02689292 | 0.07571894 | 0.29605083 | 1 | 0.37752529 | 0.13481978 | 0.06097673 | 0.0313522 | 0.01721269 | 0.00960345 |
| 11 | 6.34E-06 | 0.00012158 | 0.00051805 | 0.0015701 | 0.00371295 | 0.00801847 | 0.01761963 | 0.04088237 | 0.11006862 | 0.37752529 | 1 | 0.39533439 | 0.12888576 | 0.05401868 | 0.02616688 | 0.01345177 |
| 12 | 5.2659E-06 | 0.00010063 | 0.00042549 | 0.00126954 | 0.00292453 | 0.00605147 | 0.01236681 | 0.02543209 | 0.0552176 | 0.13481978 | 0.39533439 | 1 | 0.35430707 | 0.10611911 | 0.04231782 | 0.01938211 |
| 13 | 4.3005E-06 | 8.1904E-05 | 0.00034388 | 0.00101158 | 0.00227725 | 0.00454468 | 0.00878202 | 0.01847252 | 0.03125514 | 0.06097673 | 0.12888576 | 0.35430707 | 1 | 0.28828178 | 0.06216779 | 0.03084254 |
| 14 | 3.4173E-06 | 6.4871E-05 | 0.00027053 | 0.0007854 | 0.00173178 | 0.00334898 | 0.00615168 | 0.01078337 | 0.01850615 | 0.0313522 | 0.05401868 | 0.10611911 | 0.28828178 | 1 | 0.23983327 | 0.05967868 |
| 15 | 2.6178E-06 | 4.9537E-05 | 0.00020525 | 0.00058866 | 0.00127397 | 0.0023971 | 0.00422891 | 0.00701393 | 0.0117795 | 0.01721269 | 0.02616688 | 0.04231782 | 0.06216779 | 0.23983327 | 1 | 0.17883102 |
| 16 | 1.9005E-06 | 3.5852E-05 | 0.00014784 | 0.00041862 | 0.00089084 | 0.00163662 | 0.002791 | 0.00442831 | 0.00667248 | 0.00960345 | 0.01345177 | 0.01938211 | 0.03084254 | 0.05967868 | 0.17883102 | 1 |



CORTANTES

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | CORTANTES |
|-------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 788 244 | 301.715 | 184 969 | 132.077 | 93 218 | 65 956 | 48 627 | 36 84 | 27 97 | 21 617 | 18 393 | 18 45 | 19 905 | 21 767 | 24 439 | 26 009 | 892 47 |
| 2 | 788 015 | 301 101 | 184 013 | 130 761 | 91 725 | 64 438 | 47 131 | 35 405 | 28 651 | 20 426 | 17 243 | 17 145 | 18 294 | 19 715 | 21 688 | 24 107 | 890 44 |
| 3 | 786 944 | 296.223 | 179 411 | 124 58 | 84 811 | 57 445 | 40 28 | 28 879 | 20 692 | 15.092 | 12 114 | 11 364 | 11 219 | 10 8 | 9 922 | 7 805 | 862 11 |
| 4 | 784 303 | 291 166 | 168 23 | 109 798 | 68 544 | 41 347 | 24 894 | 14 605 | 8 013 | 4 04 | 1 77 | 0 048 | -2.108 | -5 127 | -9 535 | -15 985 | 867 52 |
| 5 | 779 349 | 278.06 | 147 911 | 83 77 | 41.08 | 15 54 | 1 691 | -5 473 | -8 521 | -9 279 | -9 703 | -11 302 | -13.684 | -16 121 | -18.04 | -17 051 | 848 64 |
| 6 | 771 327 | 257.282 | 116 918 | 46 347 | 4 701 | -15 115 | -22 217 | -22 662 | -19 61 | -15 683 | -12 957 | -11 821 | -10 265 | -8 519 | 0 977 | 14 075 | 825.98 |
| 7 | 743 254 | 188.596 | 75 39 | 1 05 | -32 951 | -39 881 | -34 554 | -24 911 | -15 048 | -7 49 | -2 503 | 1 809 | 7 222 | 13 486 | 18 132 | 12 013 | 801 26 |
| 8 | 721 869 | 140 423 | 25 707 | -44 46 | -59 888 | -46 003 | -25 293 | -7 45 | 3 929 | 9 07 | 11 129 | 12 84 | 12 838 | 7 663 | -6 177 | -24 046 | 774 56 |
| 9 | 694 818 | 84 502 | -27 222 | -79 364 | -64 074 | -27 008 | 2 432 | 16 896 | 18 511 | 13 797 | 6 257 | 2 33 | -6 188 | -15 239 | -13 99 | 19 37 | 745 41 |
| 10 | 661 593 | 23 313 | -76 217 | -92 692 | -40 419 | 8 858 | 28 126 | 23 38 | 9 401 | -2 068 | -8 623 | -12 652 | -11 626 | 0 667 | 20 84 | -10 455 | 713 53 |
| 11 | 621 836 | -39 495 | -112 784 | -77 487 | 3 057 | 36 476 | 27 313 | 1 972 | -13 286 | -14 45 | -8 995 | -0 231 | 11 747 | 14 512 | 20 84 | 4 331 | 678 75 |
| 12 | 575 294 | -98 28 | -128 887 | -35 761 | 44 863 | 37 892 | -2 17 | -22 056 | -14 801 | 0 275 | 8 813 | 12 748 | 11 747 | -18 536 | -16 329 | -1 467 | 841 15 |
| 13 | 521 904 | -150 751 | -83 322 | 66 657 | 35 152 | -33 149 | -19 228 | 16 579 | 15 203 | -4 057 | -12 982 | -8 163 | 2 697 | 14 151 | 9 109 | 0 421 | 600 67 |
| 14 | 461 743 | -188 484 | -27 645 | 83 888 | -14 541 | -36 651 | 17 17 | 18 02 | -11 669 | -12 558 | 4 813 | 14 372 | -12 433 | -6 041 | -4 024 | -0 105 | 536 63 |
| 15 | 395 111 | -207 656 | 35 153 | 60 402 | -52 97 | 0 651 | 28 01 | -14 494 | -11 922 | 12 349 | 8 054 | -15 113 | 7 155 | 3 702 | 1 478 | 0 023 | 508 65 |
| 16 | 322 519 | -204 819 | 88 205 | 5 338 | -47 242 | 37 173 | -6 026 | -17 613 | 17 096 | 1 898 | -14 918 | 11 048 | -3 399 | 0 487 | -0 128 | -0 005 | 455 67 |
| 17 | 244 713 | -178 743 | 115 083 | -52 712 | 0 644 | 26 014 | -29 727 | 17 504 | 1 182 | -14 369 | 14 082 | -6 338 | 1 376 | -0 145 | 0 007 | 0 | 330 09 |
| 18 | 162 681 | -130 983 | 105 446 | -79 231 | 47 815 | -20 824 | 1 084 | 11 989 | -18 054 | 16 458 | -9 375 | 2 985 | -0 483 | 0 039 | -0 001 | 0 | 251 53 |
| 19 | 77 667 | -66 26 | 60 092 | -55 156 | 46 379 | -37 173 | 29 773 | -23 235 | 16 672 | -10 29 | 4 45 | -1 122 | 0 144 | -0 008 | 0 | 0 | 145 84 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CORTANTES

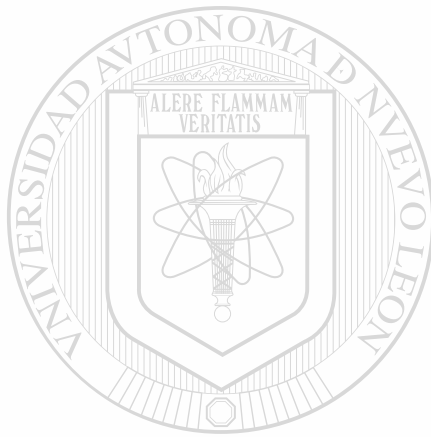
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1 | 1196 228 | 459 743 | 261 367 | 202 624 | 156 464 | 126 529 | 98 598 | 47 695 | 39 077 | 30 989 | 25 259 | 24 6 | 23 961 | 26 872 | 28 673 | 30 77 | 33 75 | 37 778 | 43 313 | 51 807 | 1 370 86 |
| 2 | 1196 038 | 459 245 | 260 583 | 201 528 | 155 088 | 124 924 | 96 898 | 46 307 | 37 573 | 29 615 | 24 027 | 23 281 | 22 542 | 25 103 | 28 543 | 28 157 | 30 425 | 33 329 | 37 012 | 41 988 | 1 365 92 |
| 3 | 1195 185 | 459 955 | 278 904 | 194 511 | 148 872 | 117 636 | 89 207 | 38 249 | 30 879 | 23 617 | 18 595 | 17 483 | 16 334 | 17 405 | 17 339 | 16 968 | 16 311 | 14 798 | 11 396 | 3 619 | 1 359 50 |
| 4 | 1163 114 | 451 371 | 267 971 | 184 427 | 134 016 | 100 443 | 71 306 | 23 599 | 16 282 | 10 765 | 7 145 | 5 482 | 3 703 | 2 101 | -0 417 | -3 785 | -8 488 | -15 304 | -25 226 | -36 304 | 1 338 36 |
| 5 | 1189 245 | 440 893 | 251 533 | 182 546 | 107 687 | 70 762 | 41 355 | 0 319 | -4 444 | -6 701 | -7 719 | -9 43 | -11 077 | -14 559 | -17 869 | -21 368 | -25 079 | -27 735 | -25 873 | -9 198 | 1 318 88 |
| 6 | 1182 968 | 424 363 | 225 751 | 129 214 | 69 129 | 29 411 | 2 135 | -23 098 | -22 955 | -20 358 | -17 691 | -17 748 | -17 327 | -18 757 | -18 06 | -16 378 | -9 454 | 2 308 | 22 418 | 43 579 | 1 292 16 |
| 7 | 1173 74 | 400 279 | 188 514 | 84 534 | 20 788 | -17 984 | -37 882 | -34 188 | -27 143 | -19 591 | -13 688 | -10 642 | -6 947 | -2 942 | 3 484 | 11 794 | 21 304 | 27 948 | 17 855 | -37 509 | 1 265 20 |
| 8 | 1160 997 | 367 734 | 142 752 | 30 951 | -78 789 | -86 387 | -66 713 | -4 942 | 14 728 | 17 395 | 16 628 | 16 57 | 14 483 | 11 389 | 2 825 | 19 5 | 11 16 | -10 398 | -97 2 | 19 608 | 1 236 39 |
| 9 | 1144 19 | 328 141 | 86 743 | -26 434 | -76 799 | -96 387 | -66 713 | 4 942 | 14 728 | 17 395 | 16 628 | 16 57 | 14 483 | 11 389 | 2 825 | 19 5 | 11 16 | -10 398 | -97 2 | 19 608 | 1 236 39 |
| 10 | 1122 769 | 275 364 | 24 312 | -80 107 | -105 134 | -83 43 | -58 747 | 28 996 | 25 772 | 17 257 | 9 664 | 2 854 | -4 708 | -13 292 | -19 791 | -17 426 | 2 26 | 32 488 | -20 98 | -7 519 | 1 205 23 |
| 11 | 1096 355 | 215 857 | -40 147 | -121 109 | -105 868 | -49 588 | 8 716 | 25 136 | 7 854 | -4 901 | -11 454 | -15 456 | -15 739 | -12 431 | 0 51 | 18 863 | 21 874 | -25 732 | 6 863 | 2 263 | 1 171 43 |
| 12 | 1064 4 | 148 733 | -100 88 | -140 791 | -77 937 | 4 668 | 51 207 | -5 636 | -19 889 | -20 098 | -13 732 | -8 539 | 3 514 | 15 02 | 19 58 | 3 268 | -28 827 | 14 521 | -2 382 | 0 127 | 1 086 28 |
| 13 | 1026 574 | 75 823 | -151 288 | -133 149 | -24 828 | 66 836 | 62 208 | -29 766 | -20 205 | -3 827 | 7 683 | 14 94 | 15 314 | 7 058 | -13 451 | -22 085 | 22 346 | -6 483 | 0 694 | -9 024 | 1 055 19 |
| 14 | 982 537 | -0 513 | -184 771 | -87 257 | 36 77 | 60 756 | 31 127 | -15 441 | 9 94 | 16 396 | 14 46 | 5 051 | -8 398 | -19 086 | -7 353 | 25 982 | -12 902 | 2 412 | 0 694 | 0 004 | 1 011 43 |
| 15 | 932 051 | -76 433 | -195 811 | -38 962 | 84 718 | 61 137 | -22 763 | 20 534 | 23 815 | 6 516 | -9 006 | -16 352 | -10 866 | 8 195 | 21 967 | -19 721 | 6 02 | -0 77 | 0 039 | 0 001 | 984 78 |
| 16 | 874 953 | -149 741 | -181 145 | 29 032 | 98 873 | 5 852 | -58 624 | 25 395 | -4 439 | -19 051 | -12 302 | 2 532 | 16 307 | 10 699 | -23 897 | 11 533 | -2 378 | 0 218 | 0 175 | 0 001 | 1 011 43 |
| 17 | 811 185 | -213 072 | -140 635 | 89 263 | 70 1 | -83 041 | -44 609 | -11 077 | -24 258 | -3 510 | 13 989 | 14 715 | -4 083 | -21 558 | 17 528 | -5 54 | 0 815 | -0 054 | 0 001 | 0 | 862 25 |
| 18 | 740 814 | -265 188 | -78 488 | 123 962 | 9 211 | -78 493 | 10 | -28 265 | 5 228 | 20 133 | 4 28 | -14 796 | -11 707 | 21 105 | -9 984 | 2 22 | 0 012 | 0 012 | 0 | 0 | 805 90 |
| 19 | 663 902 | -300 822 | -6 01 | 120 229 | -66 281 | -44 398 | 54 746 | 7 86 | 23 188 | -6 578 | -17 373 | 1 045 | 20 34 | -15 728 | 4 948 | -0 806 | -0 002 | -0 002 | 0 | 0 | 744 70 |
| 20 | 580 851 | -318 901 | 70 306 | 71 505 | -62 356 | 21 367 | 43 008 | 28 471 | -12 289 | -16 078 | 11 657 | 13 482 | -19 71 | 9 41 | -2 117 | 0 26 | -0 016 | 0 | 0 | 0 | 678 71 |
| 21 | 492 104 | -311 132 | 132 871 | 8 127 | -77 24 | 68 933 | -15 785 | -10 532 | -17 745 | -19 032 | 4 624 | -19 979 | 14 33 | -4 771 | 0 801 | -0 078 | 0 004 | 0 | 0 | 0 | 608 63 |
| 22 | 398 272 | -282 701 | 169 879 | -64 204 | -18 882 | 59 073 | -56 342 | -26 244 | 22 613 | -1 647 | -17 522 | 18 39 | -8 539 | 2 109 | -0 272 | 0 02 | -0 001 | 0 | 0 | 0 | 436 82 |
| 23 | 300 084 | -232 559 | 172 748 | -111 938 | 53 859 | -4 815 | -28 219 | 19 239 | 1 411 | -17 235 | 20 72 | -12 964 | 4 349 | -0 828 | 0 064 | -0 005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 627 06 |
| 24 | 198 461 | -163 631 | 138 811 | -114 566 | 89 659 | -84 112 | 35 069 | 17 539 | -23 832 | 23 207 | -16 145 | 7 377 | -1 917 | 0 291 | -0 024 | 0 001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 531 62 |
| 25 | 94 43 | -80 807 | 73 869 | -68 65 | 64 215 | -59 922 | 51 734 | -29 393 | 22 68 | -15 687 | 8 53 | -3 216 | 0 696 | -0 088 | 0 006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 163 49 |



NATURAL FREQUENCY RATIOS β_{in}

CORRELATION COEFFICIENT P_{iv}

| Modos | NATURAL FREQUENCY RATIOS β_{in} | | | W_i (rad/seg) | Modos | CORRELATION COEFFICIENT P_{iv} | | |
|-------|---------------------------------------|------------|------------|-----------------|-------|----------------------------------|------------|------------|
| | n=1 | n=2 | n=3 | | | n=1 | n=2 | n=3 |
| 1 | 1 | 0.14648099 | 0.05856939 | 12.77397 | 1 | 1 | 0.00133979 | 0.00030196 |
| 2 | 6.82682439 | 1 | 0.39984296 | 87.20565 | 2 | 0.00133979 | 1 | 0.00991883 |
| 3 | 17.0737641 | 2.50098187 | 1 | 218.09975 | 3 | 0.00030196 | 0.00991883 | 1 |



UANL

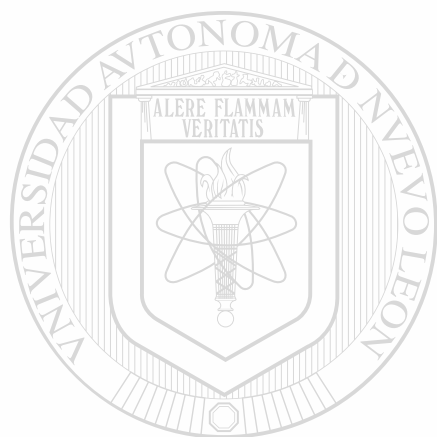
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CORTANTES

| nivel | 1 | 2 | 3 | CORTANTES |
|-------|---------|---------|--------|-----------|
| 1 | 111.352 | 25.328 | 11.445 | 114.83 |
| 2 | 111.081 | 24.907 | 10.969 | 114.43 |
| 3 | 109.856 | 23.027 | 8.886 | 112.65 |
| 4 | 107.069 | 18.911 | 4.645 | 108.86 |
| 5 | 101.746 | 11.738 | -1.475 | 102.44 |
| 6 | 93.199 | 2.023 | -6.797 | 93.47 |
| 7 | 80.935 | -8.241 | -7.491 | 81.69 |
| 8 | 64.756 | -15.783 | -1.997 | 66.67 |
| 9 | 44.875 | -17.167 | 5.445 | 48.32 |
| 10 | 22.018 | -10.776 | 6.72 | 25.38 |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

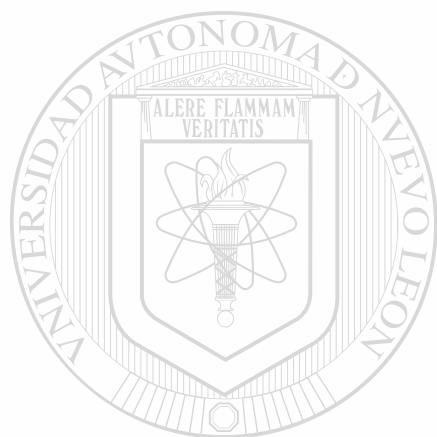


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NATURAL FREQUENCY RATIOS

Bin

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | Wi (rad/seg) |
|-------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | † 0.14463177 | 0.05594425 | 0.03016003 | 0.01933681 | 0.01385132 | 2.96823 | |
| 2 | 6.91411043 | † 0.3868047 | 0.20852981 | 0.13369682 | 0.09576953 | 20.52267 | |
| 3 | 17.8749389 | 2.58528398 | † 0.53910878 | 0.34564424 | 0.24759143 | 53.05693 | |
| 4 | 33.1564602 | 4.79547739 | 1.8549132 | † 0.64114006 | 0.45926062 | 98.416 | |
| 5 | 51.7148469 | 7.47960962 | 2.89314817 | 1.55972159 | † 0.7163187 | 153.50156 | |
| 6 | 72.1953049 | 10.4417344 | 4.03891198 | 2.17741292 | 1.39602666 | † 214.29227 | |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

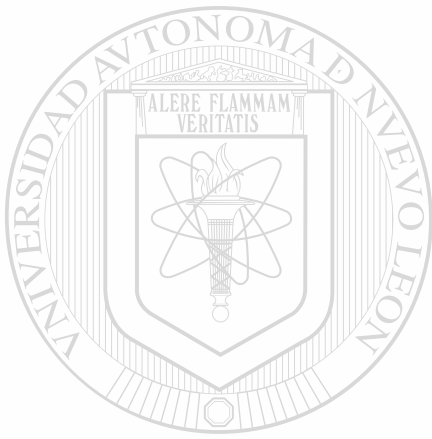


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CORRELATION COEFFICIENT

Piv

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | 0.00131098 | 0.00028103 | 0.00010808 | 5.4848E-05 | 3.3063E-05 |
| 2 | 0.00131098 | 1 | 0.00913292 | 0.00250734 | 0.0011471 | 0.00066082 |
| 3 | 0.00028103 | 0.00913292 | 1 | 0.02361532 | 0.0069972 | 0.00347343 |
| 4 | 0.00010808 | 0.00250734 | 0.02361532 | 1 | 0.04627679 | 0.01436288 |
| 5 | 5.4848E-05 | 0.0011471 | 0.0089972 | 0.04627679 | 1 | 0.08061163 |
| 6 | 3.3063E-05 | 0.00066082 | 0.00347343 | 0.01436288 | 0.08061163 | 1 |



UANL

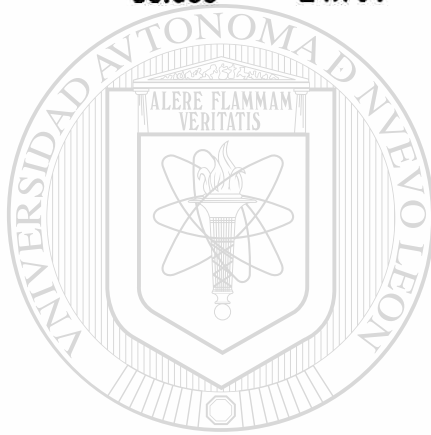
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CORTANTES

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | CORTANTES |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 230.937 | 84.871 | 37.716 | 21.624 | 13.962 | 9.56 | 250.89 |
| 2 | 230.772 | 84.452 | 37.234 | 21.113 | 13.447 | 9.068 | 250.42 |
| 3 | 230.027 | 82.565 | 35.08 | 18.841 | 11.183 | 6.929 | 248.36 |
| 4 | 228.21 | 78.018 | 30.004 | 13.658 | 6.225 | 2.46 | 243.79 |
| 5 | 224.819 | 69.749 | 21.227 | 5.351 | -0.955 | -3.235 | 236.59 |
| 6 | 219.361 | 57.05 | 8.964 | -4.586 | -7.681 | -6.784 | 227.22 |
| 7 | 211.378 | 39.808 | -5.144 | -12.772 | -9.832 | -4.692 | 215.9 |
| 8 | 200.458 | 18.742 | -17.975 | -15.075 | -4.92 | 2.105 | 202.81 |
| 9 | 186.268 | -4.438 | -25.563 | -9.222 | 4.144 | 6.423 | 188.46 |
| 10 | 168.574 | -27.041 | -24.558 | 2.381 | 9.178 | 2.021 | 172.75 |
| 11 | 147.281 | -45.651 | -14.177 | 12.298 | 4.074 | -5.497 | 155.42 |
| 12 | 122.452 | -56.688 | 2.284 | 12.432 | -6.085 | -3.493 | 135.61 |
| 13 | 94.355 | -57.258 | 17.654 | 1.56 | -7.841 | 5.245 | 112.01 |
| 14 | 63.474 | -46.149 | 23.715 | -10.839 | 2.366 | 2.811 | 82.55 |
| 15 | 30.536 | -24.701 | 16.04 | -11.593 | 8.608 | -6.199 | 44.9 |



UANL

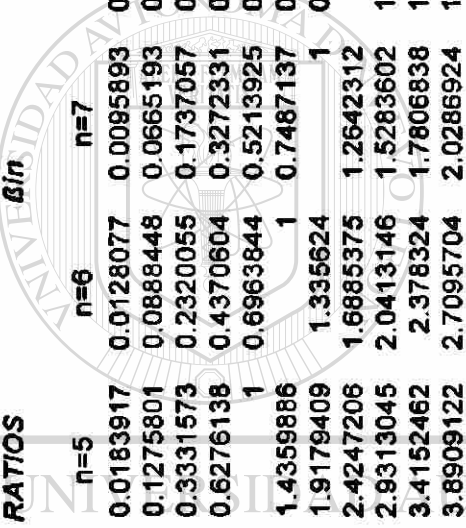
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NATURAL FREQUENCY RATIOS

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 | Wi (rad./seg) |
|-------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| 1 | 1 | 0.1441585 | 0.0552044 | 0.0293042 | 0.0183917 | 0.0128077 | 0.0085893 | 0.0075851 | 0.0062743 | 0.0053852 | 0.0047268 | 1.0982 |
| 2 | 6.93680971 | 1 | 0.3829424 | 0.203278 | 0.1275801 | 0.0888448 | 0.0665193 | 0.0526164 | 0.0435233 | 0.037356 | 0.0327892 | 7.6184 |
| 3 | 18.1144983 | 2.6113587 | 1 | 0.5308317 | 0.3331573 | 0.2320055 | 0.1737057 | 0.1374003 | 0.113655 | 0.09755 | 0.0856245 | 19.8946 |
| 4 | 34.1247507 | 4.9193725 | 1.8838364 | 1 | 0.6276138 | 0.4370604 | 0.3272331 | 0.2588396 | 0.2141073 | 0.1837682 | 0.1613025 | 37.4781 |
| 5 | 54.3722127 | 7.838216 | 3.0015854 | 1.5933366 | 1 | 0.6963844 | 0.5213925 | 0.4124186 | 0.341145 | 0.2928047 | 0.2570091 | 59.7153 |
| 6 | 78.077877 | 11.255589 | 4.3102423 | 2.2880131 | 1.4359886 | 1 | 0.7487137 | 0.5922285 | 0.4898804 | 0.4204642 | 0.3690622 | 85.7505 |
| 7 | 104.28269 | 15.033235 | 5.7566633 | 3.0559253 | 1.9179409 | 1.335624 | 1 | 0.7909946 | 0.654296 | 0.561582 | 0.4929283 | 114.5305 |
| 8 | 131.837426 | 19.005484 | 7.278006 | 3.863396 | 2.4247206 | 1.6885375 | 1.2642312 | 1 | 0.8271814 | 0.7099695 | 0.6231754 | 144.7930 |
| 9 | 159.381509 | 22.976197 | 8.7985605 | 4.6705545 | 2.9313045 | 2.0413146 | 1.5283602 | 1.2089246 | 1 | 0.8582996 | 0.753372 | 175.0439 |
| 10 | 185.694492 | 26.769437 | 10.251153 | 5.4416366 | 3.4152462 | 2.378324 | 1.7806838 | 1.4085112 | 1.1650943 | 1 | 0.8777495 | 203.9426 |
| 11 | 211.557504 | 30.49781 | 11.678905 | 6.1995326 | 3.8909122 | 2.7095704 | 2.0286924 | 1.6046847 | 1.3273654 | 1.1392772 | 1 | 232.3472 |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

CENTRO GENERAL DE BIBLIOTECAS



CORRELATION COEFFICIENT Pin

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 |
|-------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 0.0013037 | 0.0002752 | 0.0001034 | 5.083E-05 | 2.937E-05 | 1.896E-05 | 1.331E-05 | 1E-05 | 7.946E-06 | 6.53E-06 |
| 2 | 0.00130366 | 1 | 0.008911 | 0.0023922 | 0.0010602 | 0.0005853 | 0.0003689 | 0.0002553 | 0.0001901 | 0.0001502 | 0.0001229 |
| 3 | 0.00027524 | 0.008911 | 1 | 0.0224146 | 0.0064392 | 0.0030637 | 0.0018023 | 0.0012014 | 0.0008746 | 0.0006809 | 0.0005515 |
| 4 | 0.00010341 | 0.0023922 | 0.0224146 | 1 | 0.0421508 | 0.0125168 | 0.0061874 | 0.0037909 | 0.0026332 | 0.0019923 | 0.0015825 |
| 5 | 5.0827E-05 | 0.0010602 | 0.0064392 | 0.0421508 | 1 | 0.0691039 | 0.0211253 | 0.0107345 | 0.0067918 | 0.0048725 | 0.0037379 |
| 6 | 2.9366E-05 | 0.0005853 | 0.0030637 | 0.0125168 | 0.0691039 | 1 | 0.104902 | 0.0332449 | 0.0173608 | 0.012883 | 0.0081522 |
| 7 | 1.8962E-05 | 0.0003689 | 0.0018023 | 0.0061874 | 0.0211253 | 0.104902 | 1 | 0.1522662 | 0.0507599 | 0.0272459 | 0.0176922 |
| 8 | 1.3313E-05 | 0.0002553 | 0.0012014 | 0.0037909 | 0.0107345 | 0.0332449 | 0.1522662 | 1 | 0.215919 | 0.076705 | 0.0408929 |
| 9 | 1.0002E-05 | 0.0001901 | 0.0008746 | 0.0026332 | 0.0067918 | 0.0173608 | 0.0507599 | 0.215919 | 1 | 0.2985837 | 0.1091124 |
| 10 | 7.9463E-06 | 0.0001502 | 0.0006809 | 0.0019923 | 0.0048725 | 0.0112883 | 0.0272459 | 0.076705 | 0.2985837 | 1 | 0.3692194 |
| 11 | 6.5303E-06 | 0.0001229 | 0.0005515 | 0.0015825 | 0.0037379 | 0.0081522 | 0.0176922 | 0.0408929 | 0.1091124 | 0.3692194 | 1 |

UANL

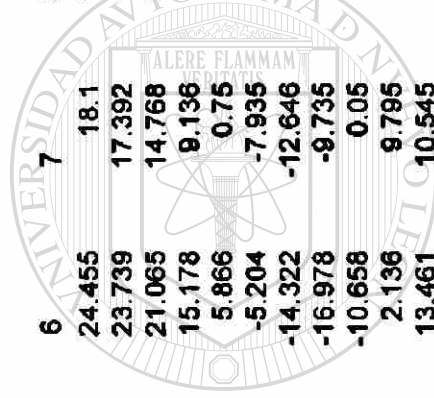
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

SISTEMA GENERAL DE BIBLIOTECAS



CORTANTES

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | CORTANTES |
|-------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 1 | 392.14 | 152.737 | 90.211 | 52.332 | 34.501 | 24.455 | 18.1 | 13.712 | 10.451 | 8.132 | 7.195 | 438.27 |
| 2 | 391.991 | 152.339 | 89.596 | 51.662 | 33.798 | 23.739 | 17.392 | 13.034 | 9.827 | 7.566 | 6.625 | 437.53 |
| 3 | 391.431 | 150.826 | 87.271 | 49.131 | 31.153 | 21.065 | 14.768 | 10.541 | 7.548 | 5.516 | 4.574 | 434.87 |
| 4 | 390.103 | 147.268 | 81.855 | 43.323 | 25.199 | 15.178 | 9.136 | 5.333 | 2.918 | 1.464 | 0.632 | 429.31 |
| 5 | 387.653 | 140.758 | 72.155 | 33.244 | 15.286 | 5.866 | 0.75 | -1.907 | -3.055 | -3.373 | -3.696 | 421.04 |
| 6 | 383.712 | 130.5 | 57.435 | 18.808 | 2.182 | -5.204 | -7.935 | -8.181 | -7.158 | -5.805 | -5.021 | 410.67 |
| 7 | 377.926 | 115.892 | 37.719 | 1.29 | -11.493 | -14.322 | -12.646 | -9.275 | -5.782 | -3.059 | -1.244 | 398.33 |
| 8 | 369.958 | 96.639 | 14.054 | -16.483 | -21.555 | -16.978 | -9.735 | -3.301 | 0.921 | 2.969 | 4.054 | 384.44 |
| 9 | 359.485 | 72.847 | -11.336 | -30.447 | -23.682 | -10.658 | 0.05 | 5.619 | 6.63 | 5.264 | 3.545 | 368.57 |
| 10 | 346.215 | 45.123 | -35.128 | -36.328 | -15.792 | 2.136 | 9.795 | 8.777 | 4.119 | -0.046 | -2.799 | 353.6 |
| 11 | 329.893 | 14.643 | -53.316 | -31.293 | -0.34 | 13.461 | 10.545 | 1.745 | -4.173 | -5.281 | -3.928 | 336.62 |
| 12 | 310.324 | -16.838 | -61.986 | -15.733 | 15.294 | 14.428 | 0.458 | -7.554 | -5.91 | -0.852 | 3.132 | 318.2 |
| 13 | 287.362 | -47.043 | -58.389 | 5.962 | 21.842 | 3.087 | -10.151 | -5.972 | 2.644 | 5.306 | 2.953 | 298.16 |
| 14 | 260.947 | -73.326 | -42.078 | 24.783 | 14.116 | -11.151 | -8.036 | 5.074 | 6.133 | -0.379 | -4.736 | 276.17 |
| 15 | 231.102 | -92.924 | -15.75 | 32.759 | -3.697 | -13.947 | 5.092 | 7.329 | -3.225 | -5.139 | 0.742 | 252.18 |
| 16 | 197.956 | -103.309 | 14.656 | 24.758 | -18.637 | -1.179 | 10.63 | -4.226 | -5.236 | 3.741 | 3.976 | 226.04 |
| 17 | 161.744 | -102.603 | 40.953 | 3.681 | -17.894 | 13.014 | -0.988 | -7.158 | 5.668 | 1.87 | -5.808 | 197.01 |
| 18 | 122.833 | -90.018 | 54.868 | -19.492 | -0.913 | 10.248 | -10.887 | 5.66 | 1.495 | -5.796 | 4.916 | 163.34 |
| 19 | 81.719 | -66.227 | 50.947 | -30.728 | 16.959 | -6.878 | -0.411 | 5.087 | -6.954 | 5.853 | -3.024 | 121.78 |
| 20 | 39.031 | -33.598 | 29.272 | -21.792 | 17.092 | -13.673 | 10.889 | -8.388 | 5.919 | -3.407 | 1.343 | 67.28 |



UANL
DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



NATURAL FREQUENCY RATIOS

Sin

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 | n=12 | n=13 | n=14 | n=15 | n=16 | Wi (rad/seg) |
|-------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 1 | 1 | 0.14397123 | 0.0548859 | 0.0289174 | 0.0179771 | 0.0123673 | 0.0091191 | 0.0070778 | 0.0057186 | 0.00478 | 0.004104 | 0.003616 | 0.003247 | 0.002935 | 0.00264 | 0.002355 | 0.51765 |
| 2 | 6.9458321 | 1 | 0.381089 | 0.2008551 | 0.1248652 | 0.0859009 | 0.0633395 | 0.049182 | 0.0397203 | 0.03317 | 0.028504 | 0.025116 | 0.022558 | 0.020383 | 0.018337 | 0.016356 | 3.59551 |
| 3 | 18.226273 | 2.6240589 | 1 | 0.5270557 | 0.3276553 | 0.2254091 | 0.1662066 | 0.129004 | 0.1042283 | 0.08704 | 0.074796 | 0.065907 | 0.059188 | 0.053487 | 0.048116 | 0.042919 | 9.43483 |
| 4 | 34.5913 | 4.97871234 | 1.8973325 | 1 | 0.8216729 | 0.4276761 | 0.3153492 | 0.2447635 | 0.1977558 | 0.16515 | 0.141913 | 0.125047 | 0.112299 | 0.101483 | 0.091293 | 0.081431 | 17.90101 |
| 5 | 55.626195 | 8.0085718 | 3.0519787 | 1.8085829 | 1 | 0.6878438 | 0.507259 | 0.3937174 | 0.3181028 | 0.28588 | 0.228275 | 0.201147 | 0.18064 | 0.163242 | 0.14685 | 0.130987 | 28.7949 |
| 6 | 80.85963 | 11.6413165 | 4.4363778 | 2.3382183 | 1.4536071 | 1 | 0.7373552 | 0.5723104 | 0.4623982 | 0.38616 | 0.331823 | 0.292388 | 0.262578 | 0.23728 | 0.213462 | 0.190403 | 41.85647 |
| 7 | 109.66035 | 15.7679355 | 6.0186087 | 3.1710881 | 1.9713797 | 1.3561985 | 1 | 0.7781665 | 0.627101 | 0.52371 | 0.450017 | 0.396536 | 0.356109 | 0.321812 | 0.289497 | 0.258224 | 56.76588 |
| 8 | 141.28457 | 20.3409141 | 7.7516888 | 4.0855773 | 2.5398928 | 1.7473036 | 1.2883834 | 1 | 0.8079465 | 0.67475 | 0.579795 | 0.510891 | 0.458805 | 0.414617 | 0.372983 | 0.332692 | 73.13586 |
| 9 | 174.86873 | 25.1780688 | 9.5943223 | 5.0567426 | 3.14384 | 2.1526477 | 1.5946396 | 1.2377058 | 1 | 0.83514 | 0.717616 | 0.632332 | 0.567866 | 0.513174 | 0.461843 | 0.411775 | 90.5208 |
| 10 | 209.38941 | 30.1480516 | 11.488329 | 6.0549896 | 3.7642232 | 2.5895741 | 1.9094359 | 1.4820402 | 1.1974091 | 1 | 0.859279 | 0.75716 | 0.679968 | 0.614479 | 0.552776 | 0.493063 | 108.39043 |
| 11 | 243.68025 | 35.0829451 | 13.368725 | 7.0465901 | 4.3806744 | 3.0136579 | 2.2221363 | 1.7247477 | 1.3935038 | 1.16377 | 1 | 0.881157 | 0.791323 | 0.71511 | 0.643302 | 0.57381 | 126.14108 |
| 12 | 276.54568 | 39.8146216 | 15.172915 | 7.9969717 | 4.9715009 | 3.4201133 | 2.5218384 | 1.9573664 | 1.5814472 | 1.32072 | 1.134871 | 1 | 0.89805 | 0.811557 | 0.730065 | 0.6512 | 143.15387 |
| 13 | 307.94017 | 44.3345258 | 16.8954 | 8.9048177 | 5.5358841 | 3.8083773 | 2.8081288 | 2.1795739 | 1.760979 | 1.47068 | 1.263706 | 1.113524 | 1 | 0.903688 | 0.812944 | 0.725127 | 159.40523 |
| 14 | 340.75926 | 48.058298 | 18.696048 | 9.8538591 | 6.1258775 | 4.2142596 | 3.1074063 | 2.4118648 | 1.9486574 | 1.62739 | 1.398387 | 1.232188 | 1.106576 | 1 | 0.898585 | 0.802408 | 176.39403 |
| 15 | 378.79621 | 54.5357571 | 20.782878 | 10.953788 | 6.8096732 | 4.6946726 | 3.4542678 | 2.6810868 | 2.1861748 | 1.80905 | 1.554481 | 1.369742 | 1.230087 | 1.111624 | 1 | 0.891976 | 196.08396 |
| 16 | 424.67083 | 61.1403528 | 23.299916 | 12.280355 | 7.6343641 | 5.2520138 | 3.8728988 | 3.008782 | 2.4285108 | 2.02814 | 1.742737 | 1.555626 | 1.379069 | 1.246248 | 1.121106 | 1 | 219.83075 |



CORRELATION COEFFICIENT P11

| Modos | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=6 | n=7 | n=8 | n=9 | n=10 | n=11 | n=12 | n=13 | n=14 | n=15 | n=16 |
|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 1 | 0.0013008 | 0.0002726 | 0.0001013 | 4.91E-05 | 2.785E-05 | 1.758E-05 | 1.199E-05 | 8.698E-06 | 6.63E-06 | 5.28E-06 | 4.36E-06 | 3.71E-06 | 3.19E-06 | 2.72E-06 | 2.29E-06 |
| 2 | 0.001300766 | 1 | 0.0088063 | 0.0023402 | 0.0010227 | 0.0005544 | 0.0003415 | 0.0002297 | 0.0001651 | 0.000125 | 9.91E-05 | 8.17E-05 | 6.93E-05 | 5.94E-05 | 5.06E-05 | 4.25E-05 |
| 3 | 0.000272604 | 0.0088063 | 1 | 0.021889 | 0.0062052 | 0.0029002 | 0.0016675 | 0.0010801 | 0.0007586 | 0.000566 | 0.000444 | 0.000364 | 0.000307 | 0.000262 | 0.000222 | 0.000186 |
| 4 | 0.000101331 | 0.0023402 | 0.021889 | 1 | 0.0404772 | 0.0118074 | 0.0057059 | 0.0033965 | 0.0022746 | 0.001649 | 0.001269 | 0.001025 | 0.000857 | 0.000726 | 0.000612 | 0.000509 |
| 5 | 4.90863E-05 | 0.0010227 | 0.0062052 | 0.0404772 | 1 | 0.064847 | 0.0193408 | 0.0095423 | 0.0058148 | 0.003993 | 0.002971 | 0.002346 | 0.001932 | 0.001618 | 0.001348 | 0.001108 |
| 6 | 2.7852E-05 | 0.0005544 | 0.0029002 | 0.0118074 | 0.064847 | 1 | 0.0954584 | 0.0291946 | 0.0146443 | 0.009096 | 0.006382 | 0.004858 | 0.003901 | 0.003199 | 0.002616 | 0.002123 |
| 7 | 1.75764E-05 | 0.0003415 | 0.0016675 | 0.0057059 | 0.0193408 | 0.0954584 | 1 | 0.133068 | 0.0420032 | 0.021435 | 0.013564 | 0.009714 | 0.007495 | 0.005984 | 0.004758 | 0.003773 |
| 8 | 1.1994E-05 | 0.0002297 | 0.0010301 | 0.0033965 | 0.0095423 | 0.0291946 | 0.133068 | 1 | 0.1786706 | 0.058816 | 0.030647 | 0.019783 | 0.014322 | 0.010883 | 0.008361 | 0.006419 |
| 9 | 8.69844E-06 | 0.0001651 | 0.0007586 | 0.0022746 | 0.0058148 | 0.0146443 | 0.0420032 | 0.1786706 | 1 | 0.234092 | 0.08144 | 0.043539 | 0.028369 | 0.020067 | 0.014576 | 0.010691 |
| 10 | 6.63233E-06 | 0.000125 | 0.000566 | 0.001649 | 0.003993 | 0.002971 | 0.021435 | 0.058816 | 0.234092 | 1 | 0.301748 | 0.112894 | 0.061116 | 0.038554 | 0.025755 | 0.017707 |
| 11 | 5.2828E-06 | 9.91E-05 | 0.000444 | 0.001269 | 0.002971 | 0.002346 | 0.0193408 | 0.0095423 | 0.0420032 | 0.301748 | 1 | 0.383428 | 0.061116 | 0.079849 | 0.04698 | 0.029479 |
| 12 | 4.36458E-06 | 8.17E-05 | 0.000364 | 0.001025 | 0.002346 | 0.001932 | 0.0095423 | 0.006382 | 0.0420032 | 0.383428 | 0.383428 | 1 | 0.462857 | 0.185016 | 0.089954 | 0.04968 |
| 13 | 3.71307E-06 | 6.93E-05 | 0.000307 | 0.000857 | 0.001932 | 0.001618 | 0.007495 | 0.014322 | 0.028369 | 0.61116 | 0.15273 | 0.462857 | 1 | 0.492841 | 0.187527 | 0.08645 |
| 14 | 3.18879E-06 | 5.94E-05 | 0.000262 | 0.000726 | 0.001618 | 0.001348 | 0.005984 | 0.010883 | 0.020067 | 0.038554 | 0.079849 | 0.185016 | 0.492841 | 1 | 0.470844 | 0.169456 |
| 15 | 2.71995E-06 | 5.06E-05 | 0.000222 | 0.000612 | 0.001348 | 0.001108 | 0.004758 | 0.008361 | 0.014576 | 0.025755 | 0.04698 | 0.089954 | 0.187527 | 0.470844 | 1 | 0.432526 |
| 16 | 2.2907E-06 | 4.253E-05 | 0.000186 | 0.000508 | 0.001108 | 0.000913 | 0.003773 | 0.006419 | 0.010691 | 0.017707 | 0.029479 | 0.04968 | 0.08645 | 0.169456 | 0.432526 | 1 |



CORTANTES

| nivel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | CORTANTES |
|-------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 1 | 594.089 | 231.337 | 142.381 | 101.528 | 67.065 | 47.838 | 35.852 | 27.75 | 21.931 | 17.517 | 14.007 | 11.235 | 9.602 | 9.366 | 9.703 | 10.196 | 673.17 |
| 2 | 593.998 | 231.09 | 141.983 | 100.988 | 66.493 | 47.246 | 35.25 | 27.149 | 21.344 | 16.955 | 13.484 | 10.759 | 9.149 | 8.876 | 9.139 | 9.532 | 672.46 |
| 3 | 593.984 | 229.978 | 140.189 | 98.567 | 63.927 | 44.593 | 32.563 | 24.48 | 18.743 | 14.478 | 11.189 | 8.678 | 7.177 | 6.756 | 6.709 | 6.686 | 669.40 |
| 4 | 592.583 | 227.275 | 135.85 | 92.748 | 57.816 | 38.348 | 26.316 | 18.363 | 12.876 | 8.98 | 6.176 | 4.205 | 3.001 | 2.341 | 1.746 | 1.009 | 662.97 |
| 5 | 590.708 | 222.245 | 127.864 | 82.207 | 46.97 | 27.534 | 15.821 | 6.426 | 3.693 | 0.713 | -1.052 | -1.98 | -2.535 | -3.246 | -4.191 | -5.298 | 653.59 |
| 6 | 587.674 | 214.201 | 115.323 | 66.108 | 31.016 | 12.369 | 1.934 | -3.838 | -6.752 | -7.846 | -7.78 | -7.095 | -6.545 | -6.674 | -7.025 | -7.207 | 642.77 |
| 7 | 583.211 | 202.519 | 97.548 | 44.427 | 10.849 | -5.238 | -12.471 | -14.777 | -14.313 | -12.392 | -9.877 | -7.418 | -5.633 | -4.545 | -3.359 | -1.641 | 628.74 |
| 8 | 577.034 | 186.713 | 74.749 | 16.236 | -11.09 | -21.602 | -22.862 | -19.59 | -14.529 | -9.323 | -4.911 | -1.721 | 0.37 | 2.129 | 4.04 | 6.971 | 613.81 |
| 9 | 568.876 | 168.452 | 47.174 | -10.12 | -30.91 | -31.969 | -24.647 | -14.9 | -6.022 | 0.447 | 4.164 | 5.61 | 5.962 | 6.313 | 6.186 | 4.878 | 598.08 |
| 10 | 558.476 | 141.639 | 16.213 | -37.098 | -43.96 | -32.158 | -15.788 | -1.821 | 6.631 | 9.849 | 9.243 | 6.832 | 4.34 | 2.026 | -0.895 | -4.372 | 581.32 |
| 11 | 545.592 | 112.448 | -16.063 | -58.368 | -46.13 | -20.777 | 0.773 | 12.266 | 14.125 | 10.075 | 4.301 | -0.353 | -3.248 | -5.333 | -6.468 | -5.361 | 563.74 |
| 12 | 530 | 79.376 | -46.884 | -69.607 | -35.549 | -1.048 | 16.913 | 17.841 | 9.345 | -0.182 | -5.849 | -7.052 | -5.868 | -3.862 | 0.134 | 4.983 | 544.85 |
| 13 | 511.493 | 43.276 | -73.008 | -67.616 | -14.088 | 19.147 | 22.859 | 9.561 | -4.417 | -10.23 | -8.165 | -3.032 | 1.445 | 4.868 | 6.457 | 3.702 | 524.63 |
| 14 | 489.899 | 5.36 | -91.103 | -61.518 | 12.084 | 30 | 13.679 | -6.37 | -13.519 | -7.353 | 1.525 | 6.048 | 6.071 | 3.388 | -1.978 | -7.045 | 502.85 |
| 15 | 465.081 | -32.8 | -98.271 | -23.692 | 33.844 | 24.89 | -5.372 | -16.914 | -7.064 | 5.656 | 6.769 | 4.121 | -1.606 | -5.689 | -5.482 | 1.898 | 479.59 |
| 16 | 436.847 | -69.334 | -92.653 | 9.98 | 42.164 | 5.414 | -20.218 | -9.899 | 8.209 | 10.21 | 0.759 | -5.941 | -5.753 | -0.928 | 5.838 | 5.089 | 454.97 |
| 17 | 405.44 | -102.157 | -74.02 | 40.992 | 32.408 | -17.437 | -17.976 | 7.894 | 12.419 | -1.712 | -6.677 | -3.341 | 3.753 | 6.27 | 0.114 | -8.374 | 428.86 |
| 18 | 370.576 | -129.1 | -44.207 | 60.257 | 7.713 | -28.603 | 0.601 | 16.445 | -1.368 | -10.664 | -0.591 | 6.816 | 3.681 | -4.238 | -5.968 | 7.633 | 400.90 |
| 19 | 332.418 | -148.078 | -7.238 | 61.016 | -20.793 | -19.229 | 18.593 | 4.361 | -13.03 | 0.216 | 8.774 | 0.187 | -6.459 | -1.92 | 8.027 | -5.149 | 370.61 |
| 20 | 291.109 | -157.299 | 30.983 | 41.756 | -38.325 | 4.898 | 17.241 | -13.569 | -3.075 | 10.667 | -2.145 | -7.032 | 2.27 | 6.605 | -8.825 | 2.814 | 337.59 |
| 21 | 246.857 | -155.476 | 63.495 | 7.9 | -34.308 | 25.019 | -3.222 | -12.12 | 12.316 | -1.459 | -7.78 | 6.407 | 3.933 | -7.621 | 4.456 | -1.302 | 301.59 |
| 22 | 199.955 | -142.048 | 63.571 | -28.891 | -8.783 | 23.404 | -19.899 | 7.729 | 4.584 | -10.302 | 6.957 | 1.779 | -7.418 | 6.059 | -2.4 | 0.524 | 262.19 |
| 23 | 150.767 | -117.375 | 86.287 | -54.295 | 20.944 | 0.218 | -11.687 | 15.131 | -12.284 | 5.442 | 2.372 | -7.458 | 7.267 | -3.793 | 1.106 | -0.187 | 217.58 |
| 24 | 99.766 | -62.865 | 70.026 | -67.044 | 37.614 | -23.179 | 11.972 | -3.262 | -3.213 | 7.437 | -9.187 | 8.189 | -5.05 | 1.95 | -0.442 | 0.059 | 163.09 |
| 25 | 47.492 | -41.012 | 37.483 | -34.927 | 27.591 | -22.668 | 18.892 | -15.776 | 13.026 | -10.434 | 7.814 | -5.057 | 2.471 | -0.784 | 0.147 | -0.016 | 90.95 |



