

## REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO TIPO B

### Primer Autor

Gabriel Mendoza Santos, Facultad de Ingeniería/Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México, [18252151@uagro.mx](mailto:18252151@uagro.mx)

### Segundo Autor

M.I.S Daniel Delgado De La Torre, Facultad de Ingeniería/Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México, [13701@uagro.mx](mailto:13701@uagro.mx)

### Primer Revisor

M. En C. Víctor Hugo Muños García, Facultad de Ingeniería/Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México, [13518@uagro.mx](mailto:13518@uagro.mx)

### Segundo Revisor

M. En C. Ramiro Ruiz Silva, Facultad de Ingeniería/Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México, [15370@uagro.mx](mailto:15370@uagro.mx)

## RESUMEN

Para este proyecto de investigación de campo fue necesario evaluar los elementos estructurales de un edificio tipo B ubicada en la facultad de Arquitectura y Urbanismo en Chilpancingo de los Bravos.

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario hacer una sustracción de corazones del concreto para estudiarlo en el laboratorio y así saber si cumplen con las condiciones necesarias.

Al realizar todos los estudios necesarios se dieron a conocer que el edificio presentaba problemas tanto en lo estructural como en la cimentación con el respectivo suelo.

## ABSTRACT

For this field research project, it was necessary to evaluate the structural elements of a type B building located in the Faculty of Architecture and Urbanism in Chilpancingo de los Bravos.

To carry out this investigation it was necessary to subtract hearts from the concrete to study it in the laboratory and thus know if they meet the necessary conditions.

When carrying out all the necessary studies, it was revealed that the building had problems both structurally and in the foundation with the respective soil.

## PALABRAS RESERVADAS

Concreto: combinación de cemento Portland, agregados pétreos, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente

Espectro de Diseño: Un espectro de respuesta es un valor utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica, que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta

Encamisados: Es la forma de reforzar un elemento que ha sufrido cambios en su capacidad resistente, envolviendo el elemento estructural actual con una sección adicional de concreto convenientemente armado

## **KEYWORDS**

Concrete: combination of Portland cement, stone aggregates, water and sometimes additives, to form a moldable mixture that, when set, forms a rigid and resistant element.

Design Spectrum: A response spectrum is a value used in seismic engineering calculations, which measures the reaction of a structure to the vibration of the ground that supports it.

Jacketed: It is the way to reinforce an element that has undergone changes in its resistant capacity, wrapping the current structural element with an additional section of suitably reinforced concrete.

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación desarrolla a la evaluación estructural de un edificio escolar de muros de concreto, para estos se harán trabajos de levantamientos para evaluar los elementos estructurales, se revisarán los planos de dicha construcción, el diseño matemático para la evaluación de la edificación y se plantearán hipótesis de comportamiento ante de sollicitaciones sísmicas de manera que puedan buscarse alternativas de reforzamiento estructural adecuada.

Los edificios tipo B son importantes en la vida cotidiana ya que estos elementos estructurales se utilizan para escuelas.

Los diferentes tipos de edificios, sus elementos que las conforman son las características y sus antecedentes. Además del diferente deterioro que estos pueden sufrir, contar con procedimientos y programas de mantenimiento de conservación, que permite la realización planificada y periódica de estas actividades y poder reducir los recursos invertidos.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El planteamiento para este trabajo es la identificación de un sistema periódico de mantenimiento estructural en los edificios, también deberán ser analizados los otros edificio como sustrayendo el corazón para ser un análisis en el laboratorio. Aplicar todos los conocimientos de análisis y diseño aprendidos en sus estudios de Ingeniería Civil al Proyecto de evaluación de edificios. El mantenimiento preventivo adecuado y eficiente de la infraestructura es fundamental para el desarrollo socio económico del estado, para cuidar los elementos y así mismo las personas que caminarán en ellas.

## **MÉTODO**

Se pretende investigar sobre la conservación de las estructuras del edificio analizando muy bien si no tiene problemas en la cimentación y revisando las estructuras ya que son muy comunes por fallas en compresión, que se encuentren ubicado en la facultad de

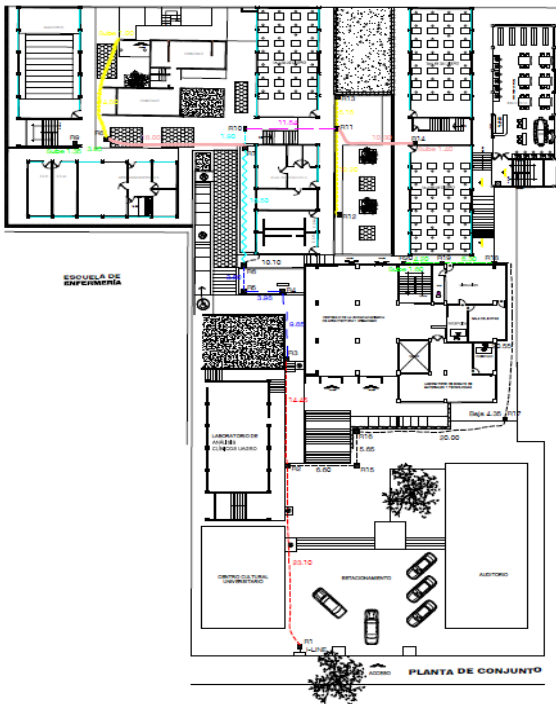
Arquitectura y Urbanismo en Chilpancingo de los Bravos. Realizar una inspección para su posible mantenimiento.

Los diferentes tipos de elementos que cuenta la estructura, sus elementos que los conforman sus características y sus antecedentes además de los diferentes deterioros que estos pueden sufrir ya que depende los tipos de inspecciones y mantenimiento para su correcta ejecución.

## 1.- EVALUACION ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO TIPO B

### LOCALIZACIÓN, (Macro localización y micro localización)

Para este proyecto en que trabajaremos nuestra obra se encuentra ubicada en Chilpancingo de los bravos guerrero ya que es una estructura que funcionara como escuela y estará conformada por tres niveles



**Localización:** el edificio estará ubicado al centro de la ciudad de Chilpancingo de los bravo, Guerrero.

Clasificación de la estructura: Grupo B

Factor de carga gravitacional:  $F_c = 1.3$

Factor de carga por combinación de acciones:  $F_c = 1.5$

Zona sísmica: Zona D

Tipo de suelo: Tipo II

Coefficiente sísmico:  $c = 0.80$

Factor de comportamiento sísmico:  $Q = 2$

### **1.1-CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

El concreto de resistencia normal empleado para fines estructurales puede ser de dos clases: clase 1, con peso volumétrico en estado fresco superior a  $22 \text{ kN/m}^3$  ( $2.2 \text{ t/m}^3$ ) y clase 2 con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre  $19$  y  $22 \text{ kN/m}^3$  ( $1.9$  y  $2.2 \text{ t/m}^3$ ). En estado seco alcanza  $2.4 \text{ t/m}^3$ .

Para las obras clasificadas como del grupo A o B1, según se definen en el artículo 139 del Reglamento, se usará concreto de clase 1.

El concreto clase 1 se fabricará con agregados gruesos con peso específico superior a  $2.6$  (caliza, basalto, etc.) y la concreta clase 2 con agregados gruesos con peso específico superior a  $2.3$ , como andesita. Para ambos se podrá emplear arena andesítica u otra de mejores características.

#### **1.1.1.-Resistencia a compresión**

Los concretos clase 1 tendrán una resistencia especificada,  $f'c$ , igual o mayor que  $25 \text{ MPa}$  ( $250 \text{ kg/cm}^2$ ). La resistencia especificada de los concretos clase 2 será inferior a  $25 \text{ MPa}$  ( $250 \text{ kg/cm}^2$ ) pero no menor que  $20 \text{ MPa}$  ( $200 \text{ kg/cm}^2$ ). En ambas clases deberá comprobarse que el nivel de resistencia del concreto estructural de toda construcción cumpla con la resistencia especificada.

Todo concreto estructural debe mezclarse por medios mecánicos. El de clase 1 debe proporcionarse por peso; el de clase 2 puede proporcionarse por volumen.

Para diseñar se usará el valor nominal,  $fc^*$ , determinado con la expresión siguiente.  $fc^* = 0.8 fc'$

#### **1.1.2.-Resistencia a tensión**

Se considera como resistencia media a tensión,  $ft$ , de un concreto el promedio de los esfuerzos resistentes obtenidos a partir de no menos de cinco ensayos en cilindros de  $150.300 \text{ mm}$  cargados diametralmente, ensayados de acuerdo con la norma NMX-C-163. A falta de información experimental,  $ft$ , se puede estimar igual a:

##### **a) concreta clase 1**

$$ft = 1.5 f'c, \text{ en } \text{kg/cm}^2$$

##### **b) concreto clase 2**

$$Ft = 1.2 f'c, \text{ en } \text{kg/cm}^2$$

#### **1.1.3.-Espectro de Diseño.**

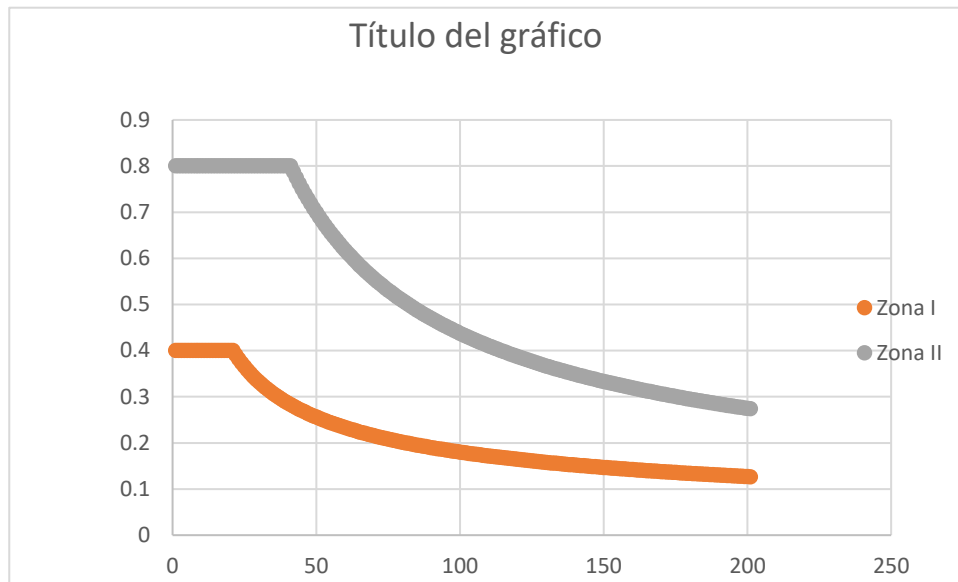
De acuerdo al reglamento de construcciones para el municipio de Chilpancingo de los bravo Guerrero, agosto de 1999 basado a las reglas y especificaciones tomadas en ese entonces junto con los estudios realizados para determinar las cualidades del tipo de suelo de la capital de Guerrero.

La clasificación siguiente, especifica las características para la investigación del subsuelo en todo sitio en que se proyecte una cimentación. Para la aplicación de esta clasificación, se considera que la ciudad de Chilpancingo se divide en dos zonas:

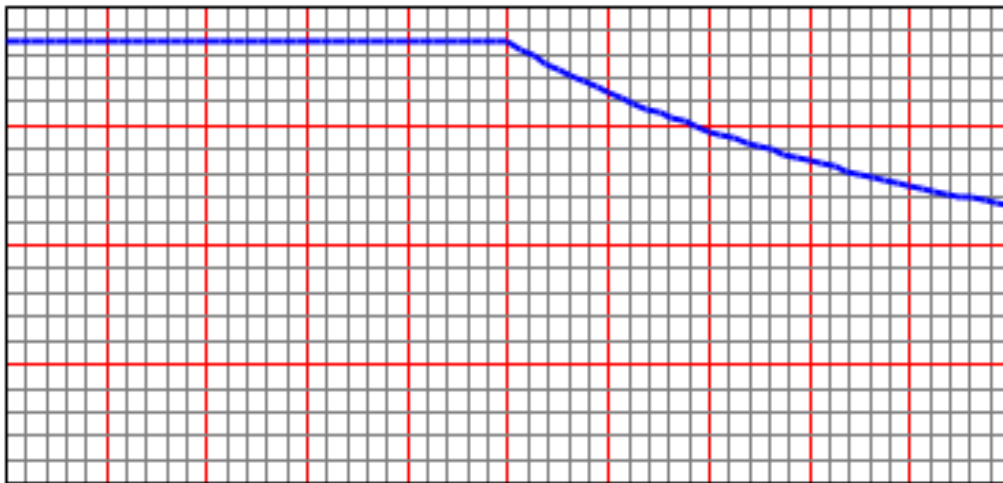
**Zona I.-** Terreno firme, tal como tepetate compacto, conglomerados y formaciones cementadas, lutitas compactas, arenisca medianamente cementada y arcilla muy dura. Se incluye la roca basal.

**Zona II.-** Suelo de baja rigidez, tal como arenas medianamente compactas, limos de consistencia media a alta, arcillas de consistencia media y depósitos aluviales compactos.

De acuerdo al reglamento de construcción nuestra estructura pertenece al grupo A, pues es una edificación que soporta una cantidad de carga viva, que es como centro de reuniones, escuelas etc. Por lo tanto, el espectro de diseño se realizará de acuerdo a esta información que hemos sustraído del reglamento de construcciones. Y se encuentra en la zona I de acuerdo a reglamento.



*Fig 1.1.-Espectro de diseño con bajo desplazamiento*



*Fig. 1.2.-Espectro de diseño con alto desplazamiento*

## 1.2.-PARAMETROS DE CALCULOS

### ZONA. - IV (DE TRANSICIÓN).

De acuerdo a la regionalización sísmica de la república mexicana el promedio se ubica en la región D, por lo tanto, el suelo corresponde a lo **zona geotécnica IV (zona de transición)** y el coeficiente sísmico es de 0.80.



Figura 13. Regionalización sísmica de la República Mexicana, CFE 1993.

### **1.3.-ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS**

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL MUNICIPIO DE CHILPANCINGO DE LOS BRAVO, GUERRERO.**

##### **1.3.1.-CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA.**

Del Reglamento de Construcciones para el Municipio de Chilpancingo de los Bravo, Gro., (RCMCH) en su artículo 262 esta construcción se clasifica de acuerdo a su uso en construcción tipo “B”.

**ARTÍCULO 262.-** Clasificación de las construcciones según su uso.- Según su uso las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

**GRUPO A:** Construcciones cuyo funcionamiento sea especialmente importante a raíz de una emergencia urbana o que, en caso de fallar, causaría pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas en comparación con el costo necesario para aumentar su seguridad. Tal es el caso de subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, gasolineras, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, hospitales, escuelas, templos, salas de espectáculos, hoteles que tengan salas de reunión que puedan alojar más de 200 personas, locales para espectáculos deportivos, estaciones o terminales de transporte, monumentos, museos y locales que alojen equipo especialmente costoso, en relación con la estructura , así como instalaciones industriales que contengan depósitos de sustancias inflamables o tóxicas.

**GRUPO B:** Construcciones comunes destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el grupo A, las que se subdividen en:

**Subgrupo B1.-** Construcciones de más de 15 m de altura o con más de 3000 m<sup>2</sup> de área total construida. En ambos casos, las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo (acceso y escaleras), e incluye las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo, se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje.

**Subgrupo B2.-** Las demás de este grupo.

Los requerimientos de diseño que se establecen en el Reglamento de construcciones del municipio de Chilpancingo, de los Bravos Guerrero son:

#### **ACCIONES**

**ARTÍCULO 266.-** Criterio para considerar las acciones. - En el diseño de una estructura, deberá considerarse el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad, no despreciable, de ocurrir simultáneamente.

**ARTÍCULO 267.-** Clasificación de las acciones. - Se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre la estructura con su intensidad máxima:

- I. Acciones permanentes. Son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse que no varía con el tiempo.
- II. Acciones variables. Son aquellas que obran sobre la estructura con una intensidad variable en el tiempo.

III. Acciones accidentales. Son las que no se deben al funcionamiento normal de la estructura y que pueden alcanzar valores significativos solo durante lapsos breves.

- *Acciones Permanentes.*

- Esta categoría comprenderá:

- I. La carga muerta, debida al peso propio de los elementos estructurales y al peso de los elementos no estructurales incluyendo las instalaciones, el peso del equipo que ocupe una posición fija y permanente en la construcción, el peso estimado de futuros muros divisorios y de otros elementos no estructurales que puedan colocarse posteriormente. Su efecto se toma en cuenta en la forma que especifique el Capítulo VI de este Título.
- II. El empuje estático de tierras y de líquidos, de carácter permanente.
- III. Las deformaciones y los desplazamientos impuestos a la estructura, tales como los debidos a pre-esfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.

- *Acciones Variables.*- Esta categoría comprenderá:

- I. La carga viva, que representa las fuerzas gravitacionales que obran en la Construcción y que no tienen carácter permanente. Su efecto se tomará en cuenta en la forma que se especifica en el Capítulo VII de este Título.
- II. Los efectos causados en las estructuras por los cambios de temperatura y por contracciones.
- III. Las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo.
- IV. Los efectos de maquinaria y equipo, incluyendo, cuando sean significativas, las acciones dinámicas que los funcionamientos de máquinas induzcan en las estructuras debido a vibraciones, impacto y frenaje.

- *Acciones accidentales.*

- Se consideran acciones accidentales las siguientes:

- I. Sismo, las acciones dinámicas o sus equivalentes estáticas debidas a sismos, deberán considerarse en la forma que se especifica el Capítulo VIII de este Título.
- II. Viento, las acciones estáticas y dinámicas debidas al viento se determinarán en la forma que se especifica en el Capítulo IX de este Título.
- III. Otras acciones accidentales.- Estas serán explosiones, incendios y otras acciones que pueden ocurrir en casos extraordinarios. En general no será necesario incluirlas en el diseño formal, sino únicamente tomar precauciones, en la estructuración y en los detalles constructivos, para evitar comportamiento catastrófico de la construcción, en caso de ocurrir tales acciones.

**ARTÍCULO 272.-** Determinación de los efectos de las acciones.

- Las fuerzas internas y las deformaciones producidas por las acciones en las estructuras, se determinarán mediante un procedimiento de análisis estructural reconocido.

La Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, especificará procedimientos de análisis Estructural reconocidos para distintos materiales y sistemas estructurales, congruentes con los factores de carga y de resistencia fijados en este Título. Cuando no se utilice un procedimiento de Análisis Estructural reconocido, dicho procedimiento deberá ser aprobado por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología.

### **ARTÍCULO 273.**

- Combinaciones de Acciones.

- La seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente.

Se considerarán dos categorías de combinaciones:

- I. Combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables.
- II. - Se considerarán todas las acciones permanentes que actúen sobre la estructura y las distintas acciones variables, de las cuales la más desfavorable se tomará con una intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea, o bien, todas ellas, con su intensidad media cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo.

Para este tipo de combinación deberán revisarse todos los posibles Estados Límite, tanto de falla como de servicio.

Entran en este tipo de combinación la de carga muerta más carga viva. Se empleará en este caso, la intensidad máxima de la carga viva del Artículo 288 de este Reglamento, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se tomen en cuenta distribuciones más desfavorables de la carga viva, deberán tomarse los valores de la intensidad instantánea del mismo Artículo 288 del presente Ordenamiento.

- III. Combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales.  
Se considerarán todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.

En ambos tipos de combinación todas las acciones se tomarán con sus intensidades nominales y sus efectos deberán multiplicarse por sus factores de carga apropiados de acuerdo con el Artículo 281 de este Ordenamiento.

### **ARTÍCULO 281.- Factores de Carga.**

- El factor de carga F.C. se determinará como sigue:

- I. Para combinaciones que incluyan exclusivamente acciones permanentes y variables, se tomará  $F.C. = 1.4$ , excepto cuando se trate de Estructuras del GRUPO A, como aquellas que soporten pisos en los que pueda haber normalmente aglomeración de personas tales como: centros de reunión, Escuelas, salas de espectáculos, locales para espectáculos deportivos, templos, así como, gasolineras, locales que almacenen material explosivo, estaciones de bomberos, centros

de telecomunicaciones, estaciones eléctricas, o de construcciones que contengan equipo sumamente valioso, incluyendo los museos, en cuyo caso se tomará F.C. = 1.5.

- II. Para combinaciones de acciones que incluyan una acción accidental, además de las acciones permanentes y variables, se tomará F.C.= 1.1.
- III. Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, se tomará F.C. = 0.9; además, se tomará como valor nominal de la intensidad de la acción, el valor mínimo probable.
- IV. Para revisión de Estados Límite de servicio, se tomará en todos los casos F.C.= 1.

### 1.3.2.-Pesos unitarios por concepto

Para la losa de entre piso la carga viva será de 250kg/m<sup>2</sup> de acuerdo al reglamento de construcciones de Chilpancingo, estipulado en el capítulo VII, artículo 285.

#### LOSA DE ENTREPISO:

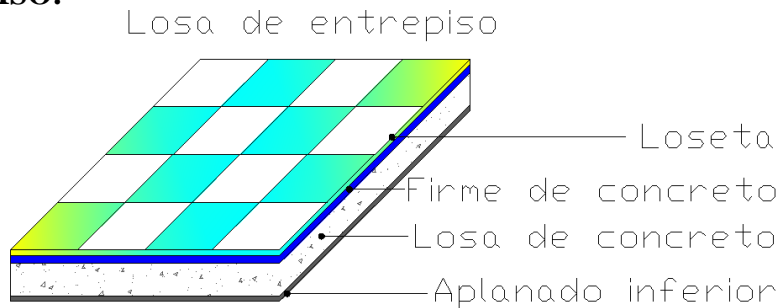
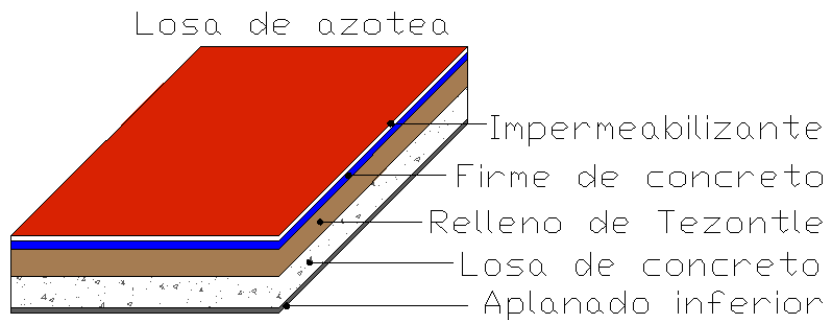


TABLA DE PESOS UNITARIOS DESGLOSADOS				
No.	Concepto	Espesor (m)	Peso Volumétrico (Ton/m <sup>3</sup> )	Peso Ton/m <sup>2</sup>
1	LOSA DE CONCRETO REFORZADO	0.12	2.4	0.2880
2	FIRME DE CONCRETO	0.02	2.1	0.0420
3	APLANADO INFERIOR	0.015	2.1	0.0315
4	PEGA AZULEJO	0.01	1.5	0.0150
5	LOSETA	0.01	1.5	0.0150
6	INSTALACIONES ELECTRICAS			0.01
7	CARGA ADICIONAL POR REGLAMENTO			0.04
8	CARGA VIVA			0.17
			TOTAL DE PESO:	<b>0.612</b>

## LOSA DE AZOTEA:

Para la losa de azotea se le aplicara una carga viva de  $100 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo al reglamento de construcciones de Chilpancingo, del capítulo VII, artículo 288



**TABLA DE PESOS UNITARIOS DESGLOSADOS**

No.	Concepto	Espesor (m)	Peso Volumétrico (Ton/m <sup>3</sup> )	Peso Ton/m <sup>2</sup>
1	LOSA DE CONCRETO REFORZADO	0.12	2.4	0.2880
2	FIRME DE CONCRETO	0.02	2.1	0.0420
3	APLANADO INFERIOR	0.015	2.1	0.0315
4	PEGA AZULEJO	0.01	1.5	0.0150
5	Relleno de Tezontle	0.15	1.55	0.233
6	LOSETA		0.01	0.010
7	INSTALACIONES ELECTRICAS			0.01
8	CARGA ADICIONAL POR REGLAMENTO			0.04
9	CARGA VIVA			0.1
			<b>TOTAL DE PESO:</b>	<b>0.780</b>

## PASILLOS

Las dimensiones mínimas de las circulaciones horizontales de las edificaciones, no serán inferiores a las establecidas en la siguiente Tabla.

TIPO DE EDIFICACIÓN	CIRCULACIÓN HORIZONTAL	ANCHO (en metros)	ALTURA (en metros)
<b>HABITACIONAL</b>			
Vivienda Unifamiliar y plurifamiliar	Pasillos	0.75	2.30
	Comunes a dos o más viviendas	0.90	2.30
Residencias Colectivas	Pasillos comunes a dos o más cuartos	0.90	-

## ESCALERAS

Las dimensiones mínimas para escaleras se presentan en la siguiente tabla.

TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPOS DE ESCALERA	ANCHO MÍNIMO (en metros)
HABITACIONAL		
Vivienda Unifamiliar y Plurifamiliar	Privada o interior con muro en un solo lado	0.75
	Privada o interior confinada entre dos muros	0.90
Residencias Colectivas	Común a dos o más viviendas	0.90

### 1.3.3.-Análisis de cargas

Este análisis se realizó considerando el peso propio de la estructura y la carga viva que establece el Reglamento de Construcciones del Municipio de Chilpancingo Gro. Para efecto de modelado en el SAP, los elementos no estructurales se consideran como masa adicional en los elementos vigas o losas que los soportan, incrementando a estos el peso específico y la densidad del material.

Pesos Volumétricos

Materiales	Pesos Volumétricos kg / m <sup>3</sup>
Concreto Reforzado	2400
Concreto Simple	2200
Mortero Cemento – Arena	2100
Tabique Rojo Recocido	1500
Tezontle Seco	1250
Pega Azulejo	1020

Pesos por metro cuadrado de Materiales

Materiales	Pesos por m <sup>2</sup> de Materiales kg / m <sup>2</sup>
Impermeabilizante	20
Azulejo	15
Ventanas	50
Granito (30cm x 30cm)	55

2Resistencia de Materiales

<b>MATERIALES</b>	<b>Resistencia en kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Concreto en columnas y vigas</b>	$f'c = 250$
<b>Concreto en losas</b>	$f'c = 250$
<b>Concreto en muro</b>	$f'c = 250$
<b>Acero de refuerzo</b>	$fy = 4200$

Cargas Vivas

<b>CARGAS VIVAS</b>	<b>Wa kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Wm kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios y similares).</b>	90	170
<b>Comunicación para peatones (pasillo, escaleras, rampas)</b>	150	350
<b>Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5 %</b>	70	100
<b>Baños</b>	150	350

## 2.- ACCIONES DEBIDO AL MEDIO FISICO

Debidos a los movimientos que ejerció las maquinarias pesadas el edificio presento fisuras, mas sin embargo no presento daños graves en las estructuras.

Otros de los problemas que presento el edificio fueron los temblores que anteriormente se habían presentado, por lo que el edificio fue presentando fallas y hasta ahora con las vibraciones de las pesadas maquinas el edificio sufrió daños en los elementos

A continuación se muestran los datos que arrojo el programa mediante el análisis del desplazamiento.

### 2.1.1.-Datos del desplazamiento.

#### E I G E N   M O D A L   A N A L Y S I S

CASE: MODAL

USING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

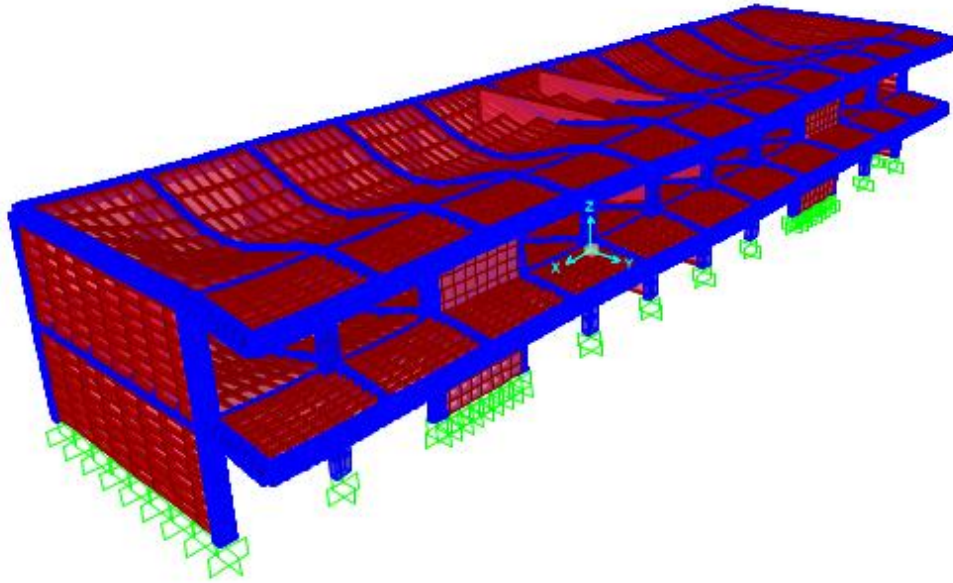
```
NUMBER OF STIFFNESS DEGREES OF FREEDOM      =      22692
NUMBER OF MASS DEGREES OF FREEDOM           =      11346
MAXIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT        =         12
MINIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT        =          1
NUMBER OF RESIDUAL-MASS MODES SOUGHT        =          0
NUMBER OF SUBSPACE VECTORS USED              =         24
RELATIVE CONVERGENCE TOLERANCE               =      1.00E-09

FREQUENCY SHIFT (CENTER) (CYC/TIME)         =      .000000
FREQUENCY CUTOFF (RADIUS) (CYC/TIME)        = -INFINITY-
ALLOW AUTOMATIC FREQUENCY SHIFTING          =          YES
```

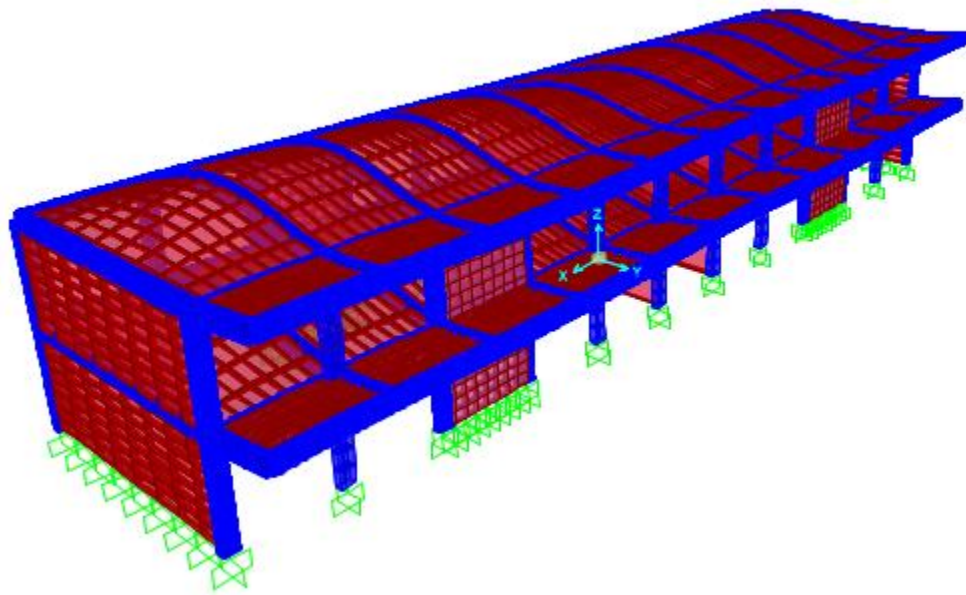
```
Original stiffness at shift : EV= 0.0000000E+00, f=      .000000, T= -INFINITY-
Number of eigenvalues below shift =          0
Found mode   1 of   12: EV= 2.1033287E+03, f=   7.299174, T=   0.137002
Found mode   2 of   12: EV= 2.1138353E+03, f=   7.317382, T=   0.136661
Found mode   3 of   12: EV= 2.9267708E+03, f=   8.610225, T=   0.116141
Found mode   4 of   12: EV= 2.9342693E+03, f=   8.621248, T=   0.115992
Found mode   5 of   12: EV= 3.0130152E+03, f=   8.736164, T=   0.114467
Found mode   6 of   12: EV= 3.0162919E+03, f=   8.740913, T=   0.114405
Found mode   7 of   12: EV= 3.7252856E+03, f=   9.714041, T=   0.102944
Found mode   8 of   12: EV= 3.7445847E+03, f=   9.739170, T=   0.102678
Found mode   9 of   12: EV= 4.6950839E+03, f=  10.905405, T=   0.091698
Found mode  10 of   12: EV= 4.9653176E+03, f=  11.214855, T=   0.089167
Found mode  11 of   12: EV= 5.3432581E+03, f=  11.633843, T=   0.085956
Found mode  12 of   12: EV= 5.3531299E+03, f=  11.644585, T=   0.085877
```

```
NUMBER OF EIGEN MODES FOUND                  =         12
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED              =         15
```

### 2.1.2.-Anexo



*Fig1.4.Comportamiento de los elementos mediante sismos*



### 3.- REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

Mediante un análisis realizado en el programa SAP 2000, se obtuvieron resultados no favorables para nuestra evaluación ya que existes resistencias muy bajas en nuestras estructuras y muy elevado en desplazamientos, de lo si nuestros análisis hubiesen si en resistencia y en desplazamiento solo se harían reforzamientos en las columnas como por ejemplo:

Encamisados en columnas y muros



*Fig.1.5.-Encamisados en columnas*

### RESULTADOS

Con los resultados obtenidos en el SAP se llegó como resultado en demoler el edificio por las resistencias tan bajas que presenta, por lo que ya no son elementos seguros para la institución.

En el análisis del espectro de diseño nos dimos cuenta que los porcentajes son muy altos por las bajas resistencias que tiene el edificio, por lo que el desplazamientos es muy débil. Reforzamiento en columnas y encamisados para las columnas y en muros.

### CONCLUSIONES

En virtud de contar, con datos de la obra tomando en cuenta la Reglamentación existente vigente, así mismo desconocemos lo siguiente: la supervisión si se realizó, Control de Calidad y datos relacionados con las Características Nominales del concreto bajo prueba esto es T.M.A. y  $f'c$  de diseño, Bancos de Agregados, tipo de cemento, etc.

Este Laboratorio analiza y evalúa con lo siguiente:

1. Una Resistencia de proyecto del Concreto Hidráulico  $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , y un T.M.A. del agregado grueso 3/4“para evaluar los Corazones de Concreto Hidráulico.
2. Los trabajos de extracción se realizaron el día 07 de Noviembre del año en curso, muestrándose un total de 8 corazones de concreto.
3. La evaluación del Concreto Hidráulico se efectuó de acuerdo a los criterios y especificaciones contenidos en la Normas Mexicanas; NMX-169-1997-ONNCCE y NMX – C – 403 – 1999 ONNCCE, “CONCRETO HIDRAULICO PARA USO ESTRUCTURAL”, que nos señala: “se permite la comprobación de dicha calidad mediante el ensaye de núcleos de concreto (corazones) extraídos de la parte de la estructura donde el concreto cuya calidad se cuestiona. Por cada incumplimiento con la calidad especificada se deben probar tres (3) núcleos, como mínimo tomados de la zona en duda. La Humedad de los Núcleos al probarse debe ser representativa de la que tenga la estructura en condiciones de servicio”.

## RECONOCIMIENTOS

Mi gratitud a la universidad Autónoma de Guerrero por permitirme ser parte de uno de los estudiantes que logra cumplir su meta de ser profesionista.

Debo reconocer al M.I.S Daniel Delgado De La Torre por su dedicación en este proyecto fuera posible que se realizará, así como también reconozco al DR Edgardo Solís Carmona director de la facultad de ingeniería por apoyarnos en todo momentos para concluir con la carrera así mismo al Dr. Valentín Hilario Avilés subdirector de la facultad de ingeniería por apoyarnos en todo el proyecto del seminario de investigación.

## REFERENCIAS

- Fuentes obtenidas en el laboratorio de materiales
- Gabriel Mendoza Santos
- M.I.S Daniel Delgado De La Torre, Facultad de Ingeniería/Universidad Autónoma de Guerrero
- M. En C. Víctor Hugo Muños García, Facultad de Ingeniería/Universidad Autónoma de Guerrero
- M. En C. Ramiro Ruiz Silva, Facultad de Ingeniería/Universidad Autónoma de Guerrero
- Refuerzo de columnas a través de encamisado de hormigón armado (Halac, Matías Diego)
- Manual de diseño y análisis a partir del programa SAP2000 para vigas y spColumn para columnas.
- Análisis de sísmico estático y dinámico modal espectral de un edificio con concreto reforzado (Oscar Bonilla)
- <https://sismica.com.mx/servicios/espectros-diseno-sismico-sitio.php>
- <https://skyciv.com/es/education/what-is-structural-analysis/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20estructural%20es%20el,estructura.%2C%20edificio%20u%20objeto.>