



Max Ojeda Gomez
Nit. 19.326.253-6

Bogotá D.C., 9 de octubre de 2018

MOG 33/C°08-2018

Ingeniero

EDGAR RENÉ MUÑOZ DÍAZ

Subgerente de desarrollo de proyectos
Empresa de Renovación Urbana - ERU
Autopista Norte # 97 - 70 Pisos 3 y 4.

Referencia: Contrato de Consultoría N°. 08 de 2018-Batallón de Reclutamiento.

Asunto: Estudio de vulnerabilidad sísmica.

Cordialmente hacemos entrega del estudio de vulnerabilidad sísmica con las respectivas observaciones.

Anexo se encuentra:

- Informe
- CD

Numero de folios: 83

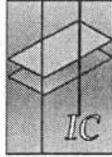
Agradecemos su amable atención.

Atentamente,



No: 20184200088762 Folios: 1 Anexos: 84
Fecha: 10/10/2018 10:51am Cód veri: 06b38
Remite: MAX OJEDA GOMEZ

Diana Álvarez Obregón
Arquitecta



CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA BATALLON DE RECLUTAMIENTO

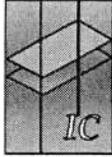
INFORME



SEPTIEMBRE DE 2018

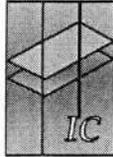
ING. ENRIQUE CASTRILLÓN TRUJILLO
ING. CIVIL - MAESTRO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAS
Mat. 25202 -19940 CUNDINAMARCA

Calle 21 # 10-47 Oficina 205 Teléfonos: 335 9553 Cel 3136893001 Pereira Risaralda
e-mail: estudios@consultecingeniería.com



Contenido

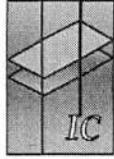
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DESCRIPCION.....	4
3. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	5
3.1 RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE.....	5
3.2 ESTUDIO DE PATOLOGIA.....	5
3.3 ESTUDIO DE SUELOS.....	6
3.4 EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EDIFICIO RECLUTAMIENTO.....	7
3.4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL.....	7
3.4.2 SISTEMAS DE ENTREPISO.....	8
3.4.3 SISTEMA DE AMARRE ESTRUCTURAL.....	11
3.4.4 RESISTENCIA MATERIALES.....	12
4. MODELACION ESTRUCTURAL.....	14
4.1 MODELO 3D ESTRUCTURA.....	14
4.2 PLANTAS.....	15
4.3 CARGAS MUERTAS CONSIDERADAS.....	18
4.3.1 PLACA TIPO PISO 1.....	18
4.3.2 PLACA TIPO 1 PISO 2.....	18
4.3.3 PLACA TIPO 2 PISO 2.....	19
4.3.4 PLACA TIPO 3 PISO 2.....	19
4.3.5 PLACA TIPO 4 PISO 2.....	20
4.3.6 PLACA TIPO 5 PISO 2.....	20
4.3.7 PLACA TIPO DE TERRAZA.....	21
4.3.8 CUBIERTA.....	21
4.4 CARGAS VIVAS CONSIDERADAS.....	22
4.5 CARGAS DE GRANIZO.....	22
4.6 MATERIALES.....	23
4.6.1 MAMPOSTERIA.....	23
4.6.2 CONCRETO.....	25
4.7 ESPECTROS DE DISEÑO.....	26
4.8 COEFICIENTE DE RESPUESTA R.....	29
4.9 FUERZA SISMICA DE DISEÑO.....	30



CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

4.10	MODOS DE VIBRACION PRINCIPALES	31
5.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	33
5.1	INDICE DE FLEXIBILIDAD.....	36
5.2	RELACION DEMANDA CAPACIDAD MUROS	38
5.3	RELACION DEMANDA CAPACIDAD CIMENTACION.....	40
6.	EDIFICIO ANTIGUA MORGUE.....	45
6.1	EVALUACION ESTRUCTURA EDIFICO MORGUE.....	46
6.1.1	SISTEMA ESTRUCTURAL.....	46
6.1.2	SISTEMAS DE ENTREPISO.....	46
6.1.3	RESISTENCIA MATERIALES.....	47
6.1.4	CARGAS MUERTAS CONSIDERADAS	47
6.1.5	CUBIERTA	48
6.1.6	CARGAS VIVAS CONSIDERADAS.....	48
6.1.7	CARGAS DE GRANIZO.....	48
6.2	COEFICIENTE DE RESPUESTA R	48
6.3	FUERZA SISMICA DE DISEÑO	49
6.4	INDICE DE FLEXIBILIDAD.....	52
6.5	RELACION DEMANDA CAPACIDAD MUROS	54
6.6	RELACION DEMANDA CAPACIDAD CIMENTACION.....	56
7.	CONCLUSIONES EDIFICIO BATALLON	59
8.	CONCLUSIONES EDIFICIO FLAUTA.....	60
9.	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO	61
9.1	REFORZAMIENTO CIMENTACION.....	61
9.2	REFORZAMIENTO MUROS DE MAMPOSTERIA.....	62
9.2.1	PROPUESTA 1	62
9.2.2	PROPUESTA 2.....	63
9.3	RIGIDIZACION A NIVEL DE CUBIERTA.....	65
9.4	REFORZAMIENTO PARA ESTRUCTURA EDIFICIO FLAUTA.....	66



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se enfoca en la evaluación estructural preliminar de **EDIFICIO DE RECLUTAMIENTO Y DE LA ANTIGUA MORGUE – SECTOR SAN VICTORINO – BOGOTÁ D.C.**, con base a las diferentes visitas realizadas al sitio y al estudio de patología realizado por la firma Concreto PFe.

2. DESCRIPCION

El edificio se encuentra ubicado en la av. Caracas entre calles 10 y 9 en la ciudad de Bogotá, es una edificación de 3 pisos de altura en sistema estructural de muros de mampostería de carga con espesores de muros variables.

La edificación tiene una antigüedad de aproximadamente de 80 años, y ha tenido varias modificaciones a lo largo de los años.

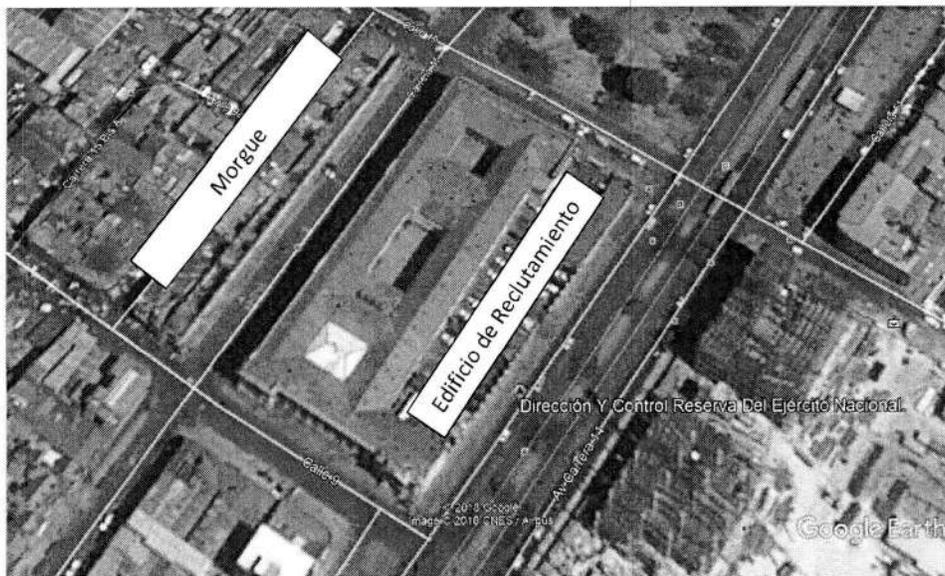


Imagen Edificación objeto de estudio



3. ACTIVIDADES REALIZADAS

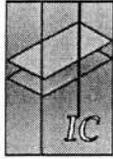
3.1 RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE

Dentro de la información existente se tienen planos de levantamiento arquitectónico, no se cuentan con planos de información estructural que indiquen sistema de entrepiso que como se verá más adelante y de acuerdo a lo encontrado en estudio patológico el edificio cuenta con varios sistema de entrepiso.

3.2 ESTUDIO DE PATOLOGIA

El estudio de patología fue realizado por la empresa CONCRETOS PFE LTDA. A cargo del ingeniero Pablo Felipe Estrada, quien bajo un plan de trabajo realizo diferentes ensayos e inspecciones a la estructura, entre lo más relevante se encuentra:

ENSAYO	CANTIDAD	COMENTARIOS
Mapeo de columnas, pantallas y placas	5	Mapeos y marcación de zonas de exploración, perforación, apiques y toma de núcleos.
Apiques	10	En columnas, pantallas y placas
Resanes	15	En columnas, pantallas, placas y vigas
Toma de datos de acero de refuerzo	4	En las vigas y placas
Ultrasonido	2	En columna y pantalla
Carbonataciones	2	En vigas aéreas bajo placa
Toma de núcleos	4	En placa y viga
Seguimiento fotográfico	295	Fotos totales sin editar
Toma de ladrillos	6	En sótano y en muro de la morgue
Caracterizaciones de placas de entrepiso	4	Descripción de tres tipos de placa en el edificio de reclutamiento y de un tipo de placa en el edificio de la morgue.

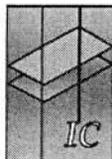


3.3 ESTUDIO DE SUELOS

Estudio de suelos realizado por el Ing. Luis Fernando Orozco, donde se realizaron 4 sondeos y apiques para determinar el tipo de cimentación existente así como la resistencia del suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se obtuvo una resistencia del suelo de 7.5 ton/m² para elementos nuevos de reforzamiento en caso de requerirse, esta capacidad se puede calificar como media a baja, y es acorde a los suelos de la zona.

Para elementos existentes se puede tomar una resistencia de 12.5 ton/m² dado que los asentamientos que pudieran presentar ya ocurrieron.



3.4 EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EDIFICIO RECLUTAMIENTO

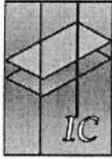
3.4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

Después de revisada la información existente y los diferentes apiques realizados se encontró que el sistema principal de resistencia de la edificación está compuesto por muros de mampostería de gran espesor y columnas en este caso también de mampostería, ni para muros ni columnas se encontró acero de refuerzo.

De acuerdo a la NSR-10 norma de construcción sismo resistente colombiana, este sistema estructural se clasifica como sistema de muros de mampostería no reforzada.

Tabla A.3-1
Sistema estructural de muros de carga (Nota 1)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			alta		intermedia		Baja	
		uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.		
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite	no se permite	Grupo I (Nota 3)	2 pisos		

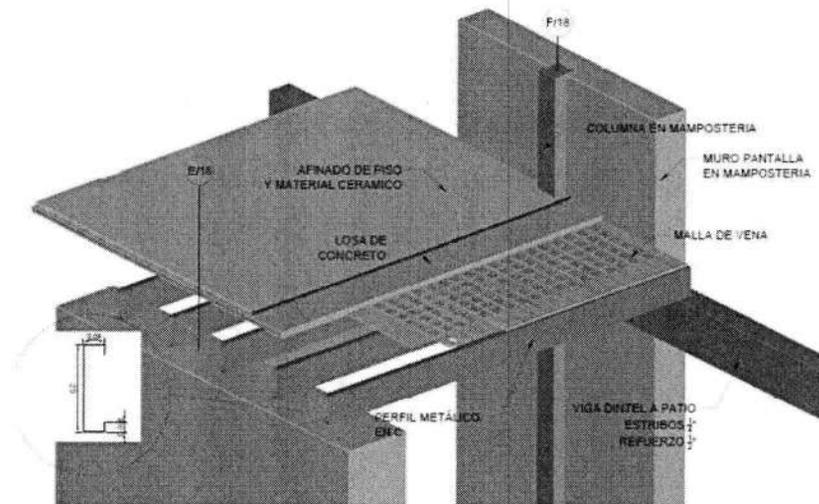


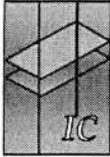
3.4.2 SISTEMAS DE ENTREPISO

Los sistemas de entrepiso encontrados son muy variable en la edificación ya que se encontraron entrepisos con viguetas metálicas que hace pensar que la edificación fue objeto de reformas posteriores a su construcción, también se encontraron pisos con viguetas en madera y losa de concreto y entrepisos con viguetas en madera y tablilla.

En general los entrepisos presentan buena distribución de cargas y no se evidencian discontinuidades ni irregularidades estructurales.

Entrepiso 1.



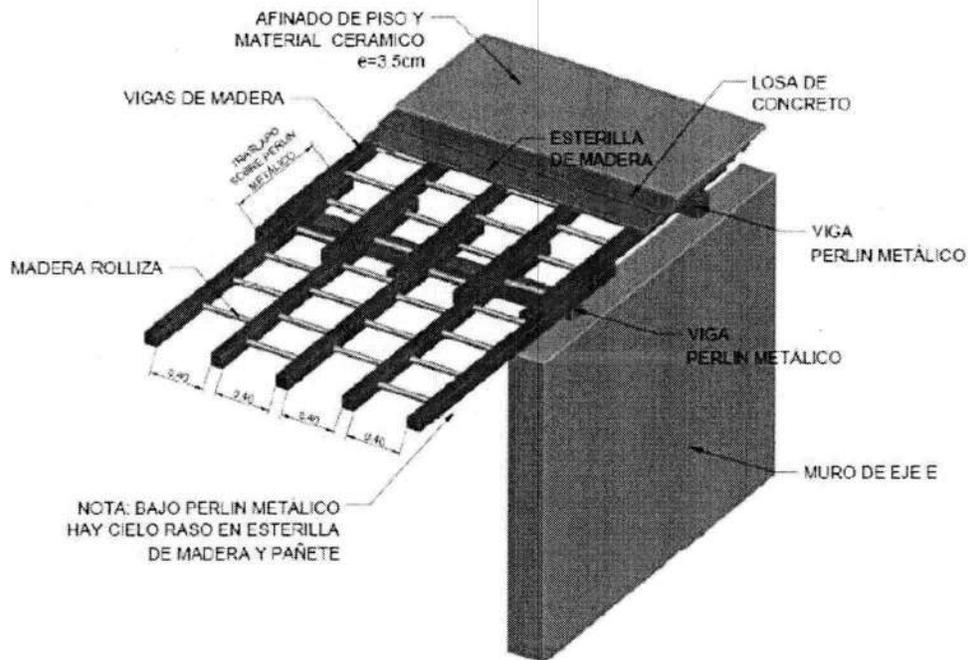


CONSULTEC S.A.S.

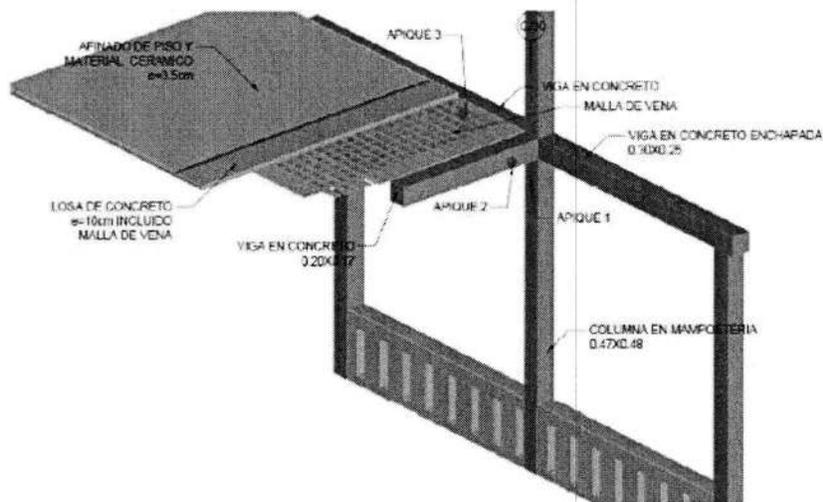
INGENIEROS CONSULTORES

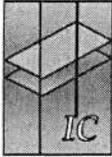
CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

Entrepiso 2.

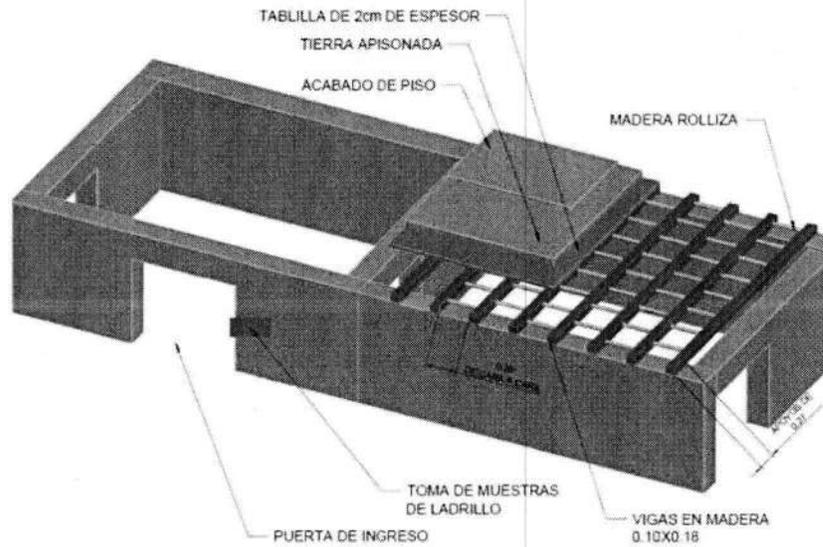


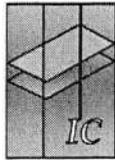
Entrepiso 3.





Entrepiso 4.

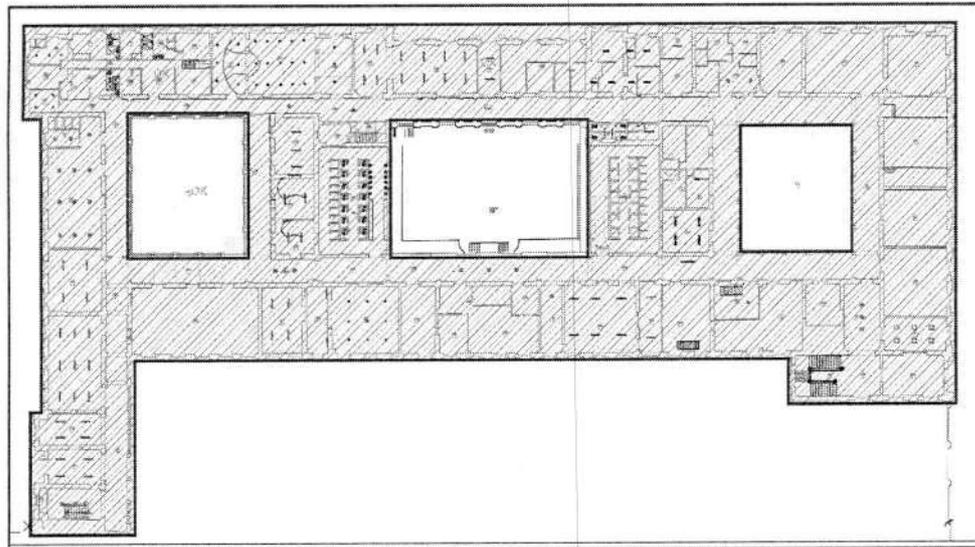




3.4.3 SISTEMA DE AMARRE ESTRUCTURAL

Se encontraron en las exploraciones realizadas que las viguetas metálicas o de madera estaban apoyadas sobre vigas de concreto que a su vez apoyan en los muros y columnas de mampostería, lo anterior garantiza que se puede conformar un diafragma que se puede clasificar entre semirrígido y rígido que garantiza que las fuerzas en el plano se puedan distribuir a los diferentes elementos de soporte estructural.

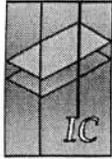
Se deberá verificar si esto se cumple en toda el área estructural



Planta Primer Piso.

El área achurada representa el diafragma estructural conformado por los distintos entrepisos y vigas de concreto.

Igualmente se observa una buena densidad de muros de carga.



3.4.4 RESISTENCIA MATERIALES

De acuerdo a los ensayos de patología se obtuvieron los siguientes resultados:

CONCRETOS

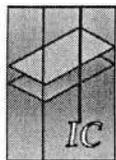
Exploraciones estudio de patología de julio 17 de 2018

ELEMENTO	F'c PROMEDIO	COMENTARIOS
Viga en el punto 2 del plan de trabajo	80.2 kg/cm ²	Núcleos de matriz morteruda y falla por baja adherencia entre la pasta y el agregado grueso.
Placa en el punto 5 del plan de trabajo	328 kg/cm ²	Núcleos de matriz morteruda y variación amplia en los resultados obtenidos

Exploraciones estudio de patología de agosto 31 de 2018

ELEMENTO	F'c PROMEDIO	COMENTARIOS
Punto P1, placa piso 1	310 kg/cm ² .	Núcleos de matriz morteruda y falla por baja adherencia entre la pasta y el agregado grueso. Ampla variación de resistencias.
Punto P2, placa piso 1	246 kg/cm ² .	Núcleos de matriz morteruda y falla por baja adherencia entre la pasta y el agregado grueso. Ampla variación de resistencias.
Punto P3, placa piso 2	368 kg/cm ² .	Núcleos de matriz morteruda y falla por baja adherencia entre la pasta y el agregado grueso. Variación de resistencias del 50% entre núcleos.
Punto P4, placa piso 2	211 kg/cm ² .	Núcleos de matriz morteruda y falla por baja adherencia entre la pasta y el agregado grueso. Variación de resistencias del 90% entre núcleos.
Punto P5, placa piso 2	329 kg/cm ² .	Núcleos de matriz morteruda y falla por baja adherencia entre la pasta y el agregado grueso. Variación de resistencias del 31% entre núcleos.
Punto P6, placa piso 2	164 kg/cm ² .	Núcleos de matriz morteruda y falla por baja adherencia entre la pasta y el agregado grueso. Variación de resistencias del 16% entre núcleos.

Las resistencias obtenidas son muy variables dado que se tiene valores extremos, y haciendo un promedio que obtendría una resistencia cercana a los 21 Mpa que para este tipo de estructura se podría clasificar como buena, pero se deberán realizar ensayos adicionales dado la variación de los resultados.



CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

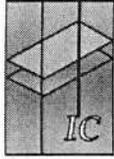
MAMPOSTERÍA

MUESTRA	ABSORCIÓN Y DENSIDAD (promedio)	RESISTENCIA (promedio)	COMENTARIOS
Edificio de reclutamiento, punto P-1 del plan de trabajo	10.3 % 1882 kg/m ³	307 kg/cm ²	Ladrillos con absorción baja y buena densidad, con resistencia promedio muy satisfactoria para este tipo de mampuestos en arcilla

Las resistencias obtenidas para la mampostería se pueden considerar para una estructura de más de 80 años como excelente y comparable con resistencias de la mampostería estructural que se produce en la actualidad.

ACERO

El acero encontrado en los elementos de concreto como era de esperarse corresponde un acero liso cuya resistencia es de 2500 kg/cm².

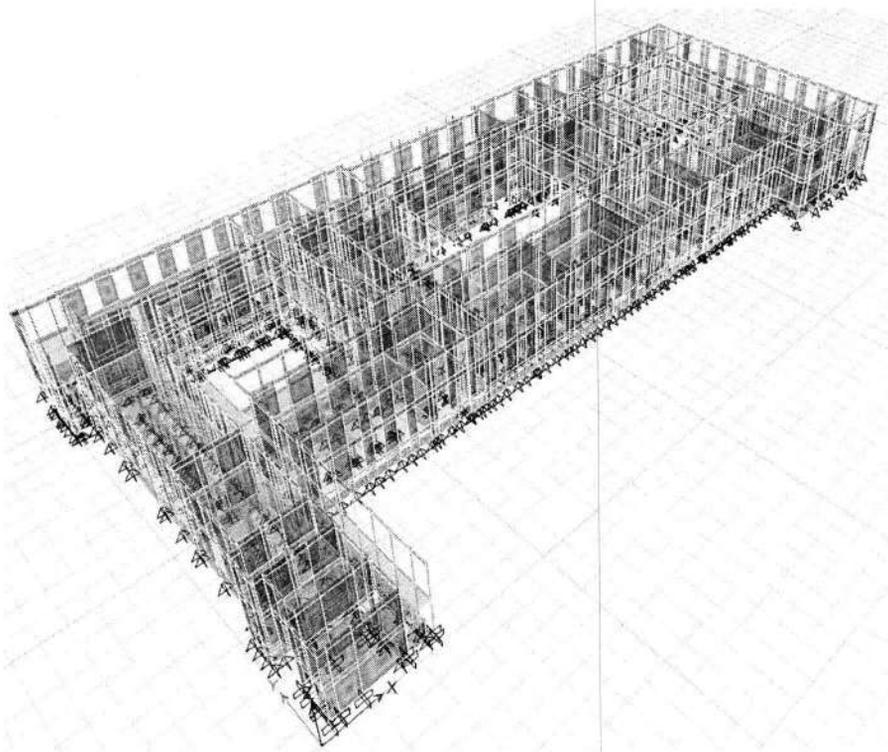


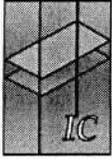
4. MODELACION ESTRUCTURAL

4.1 MODELO 3D ESTRUCTURA

A partir de las plantas arquitectónicas existentes se generó la estructura de muros de la edificación, se realizó un modelo analítico basado en elementos finitos en el programa de Análisis y Diseño ETABS 2016. Los muros se trabajaron con elementos tipo Shell y para las placas se usaron elementos tipo membrana que solo se utilizan para la distribución de carga a los muros.

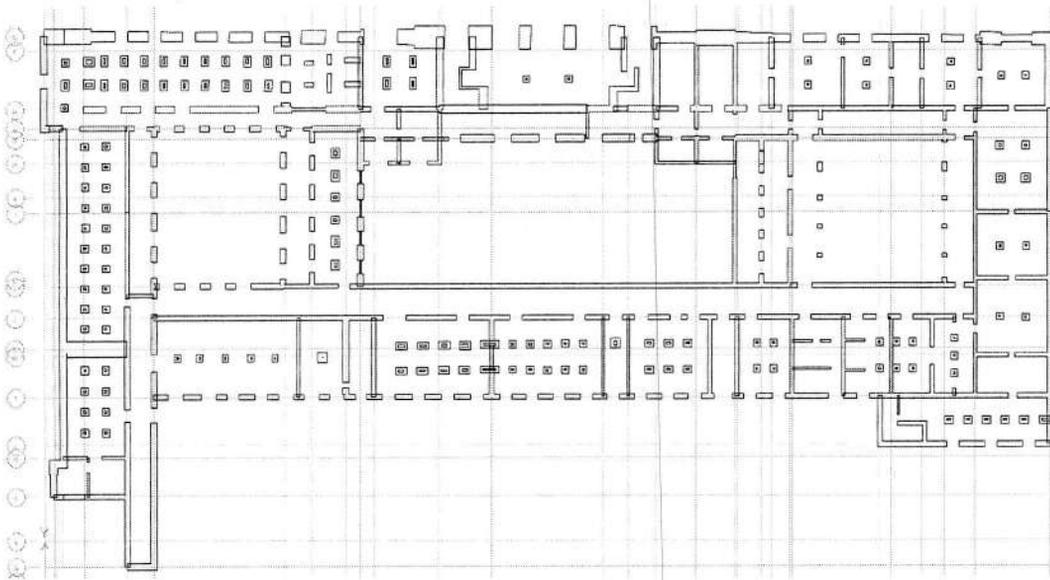
Modelo Tridimensional en ETABS

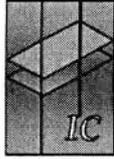




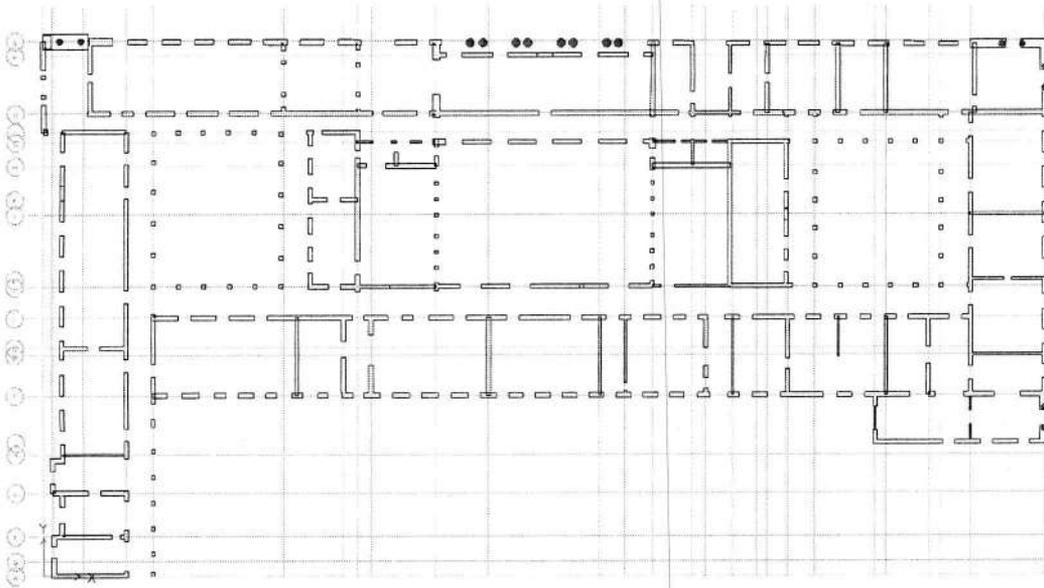
4.2 PLANTAS

Planta Muros Sótano



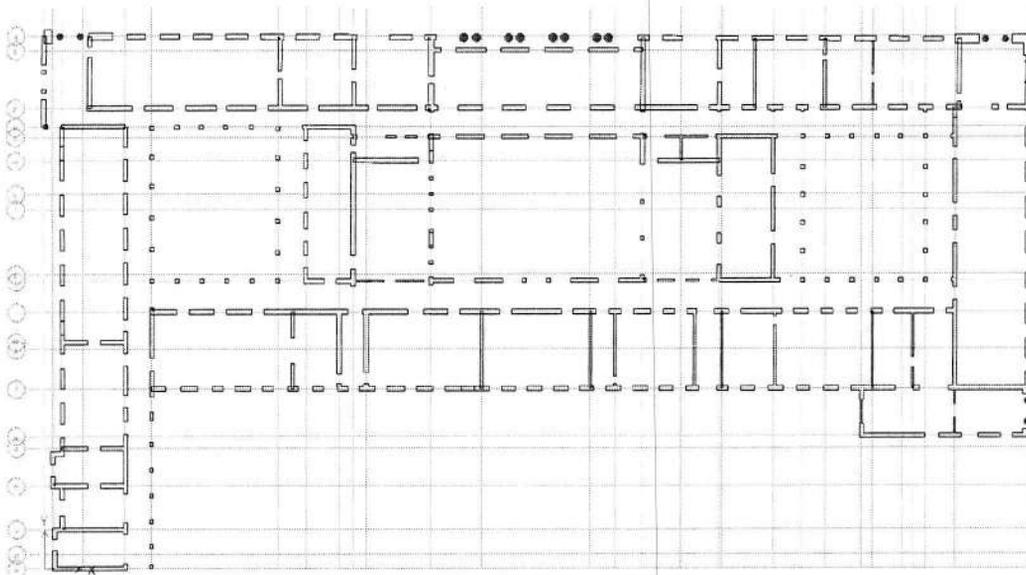


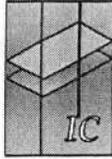
Planta Muros Piso 1





Planta Muros Piso 2



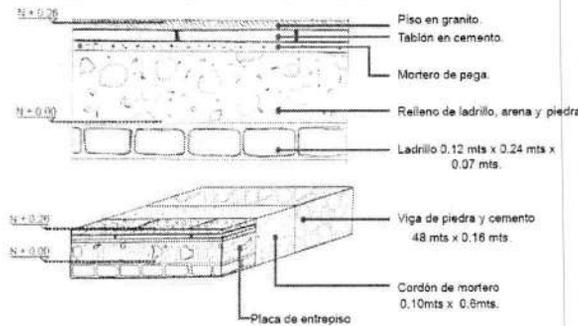


CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

4.3 CARGAS MUERTAS CONSIDERADAS

De acuerdo a las exploraciones realizadas se encontraron en la edificación un variedad de placas de entrepiso las cuales se mencionan a continuación y se hace un avalúo de cargas aproximado, estas cargas presentadas son aproximadas en lo posible a la realidad y pueden presentarse variaciones dado la complejidad de la estructura.

4.3.1 PLACA TIPO PISO 1

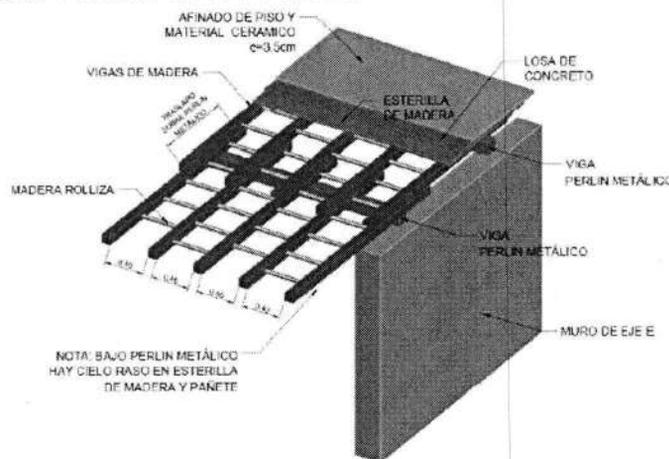


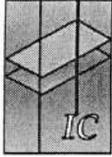
Exploración tipo piso de 0.25 mts x 0.69 mts y 0.275 de profundidad, ubicada en el costado oriental del edificio sobre parte de la circulación principal. El entrepiso cuenta con vigas en piedra y cemento de 0.40 mts x 0.16 mts adyacentes al patio, esta viga colinda con un cordón en mortero de 0.10 mts x 0.8 mts. Seguido se encuentra el entrepiso que cuenta con los siguientes materiales: piso en granito de 0.015 mts con dilatador en bronce, tablón en cemento de 0.02 mts, mortero de pega de 0.04 mts y relleno de ladrillo, arena y piedra 0.19 mts de profundidad. Cabe resaltar que el entrepiso termina en los arcos correspondientes a la circulación principal del sótano, estos arcos están conformados por una clave de concreto de 43 cms de alto, dovelas y columnetas en ladrillos de 0.12 x 0.24 x 0.07 mts.

- Piso en granito $e = 1.5\text{cm} = 2600 \text{ kg/m}^3 \times 0.015\text{m} = 39 \text{ kg/m}^2$
- Tablón en cemento $e = 2.0\text{cm} = 1440 \text{ kg/m}^3 \times 0.02\text{m} = 29 \text{ kg/m}^2$
- Mortero de Pega $e = 4.0\text{cm} = 2200 \text{ kg/m}^3 \times 0.04\text{m} = 88 \text{ kg/m}^2$
- Relleno en ladrillo $e = 19.0\text{cm} = 1850 \text{ kg/m}^3 \times 0.19\text{m} = 352 \text{ kg/m}^2$
- Ladrillo $e = 7.0\text{cm} = 1850 \text{ kg/m}^3 \times 0.07\text{m} = 130 \text{ kg/m}^2$

CMT = 650 kg/m²

4.3.2 PLACA TIPO 1 PISO 2





CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

Cerámica + Pegacor + Tablon de Cemento + mortero	= 120 kg/m ²
Losa Maciza e = 10.0cm = 2400 kg/m ³ x 0.10m	= 240 kg/m ²
Vigas de madera 15x15cm@0.50m = 0.15x0.15x750kg/m ³ /0.50	= 35 kg/m ²
Esterilla e =	= 10 kg/m ²
Pañete	= 30 kg/m ²
	<u>CMT = 435 kg/m²</u>

4.3.3 PLACA TIPO 2 PISO 2

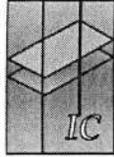


Exploración tipo piso ubicada en el costado oriental del edificio, sobre parte de la circulación principal. Los materiales del entrepiso se dividen en los siguientes: acabado de piso en cerámica de 0.005 mts, mortero de pega 0.0045 mts, placa de concreto de 0.145, congre malla antigua de 0.002 mts. Esto quiere decir que el entrepiso en su totalidad tiene 0.146 mts de profundidad.

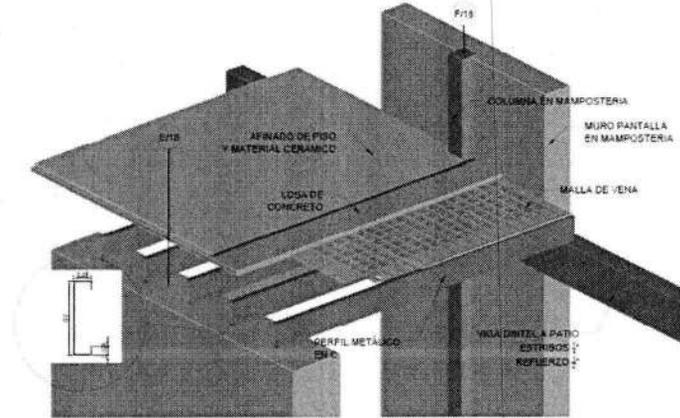
Ceramica + Mortero	= 80 kg/m ²
Concreto e = 0.145m = 2400 kg/m ³ x 0.145m	= 348 kg/m ²
	<u>CMT = 430 kg/m²</u>

4.3.4 PLACA TIPO 3 PISO 2

Cerámica + Mortero	= 150 kg/m ²
Losa Maciza e = 10.0cm = 2400 kg/m ³ x 0.10m	= 240 kg/m ²
Malla de vena	= 10 kg/m ²
	<u>CMT = 400 kg/m²</u>

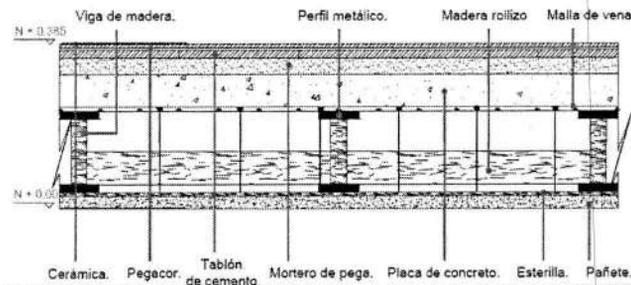


4.3.5 PLACA TIPO 4 PISO 2



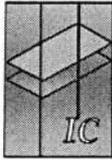
Cerámica + Mortero	= 150 kg/m ²
Losa Maciza e = 10.0cm = 2400 kg/m ³ x 0.10m	= 240 kg/m ²
Malla de vena =	= 10 kg/m ²
Perfil Metálico =	= 15 kg/m ²
CMT = 415 kg/m²	

4.3.6 PLACA TIPO 5 PISO 2

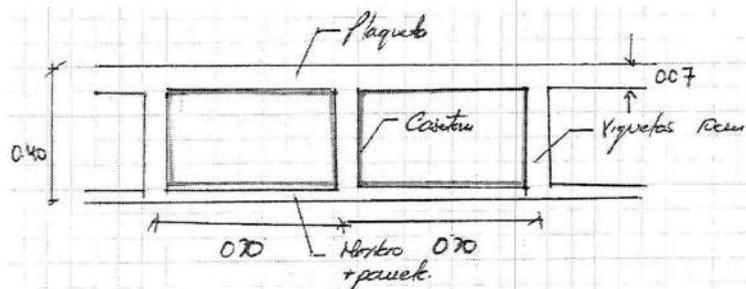


Exploración tipo piso ubicada en el costado oriental del patio norte del edificio. Este entrepiso está conformado por los siguientes materiales: acabado de piso en cerámica de 0.30mts x 0.30mts x 0.01mts, pegacor 0.005mts, tablón de cemento 0.02mts, mortero de pega 0.04mts, placa de concreto 0.09mts, malla de vena con venas cada 0.10mts, perfil metálico de 0.10mts x 0.02mts que sostiene la viga en madera de 0.04mts x 0.16mts, el perfil metálico se encuentra en la parte superior y posterior de la viga. Y Por último se encuentra la esterilla de 0.01mts y el pañete de 0.03mts.

Tablón + Cerámica + Mortero	= 150 kg/m ²
Losa Maciza e = 10.0cm = 2400 kg/m ³ x 0.10m	= 240 kg/m ²
Perfil metálico @0.60= 0.10 x 0.02x7850 kg/m ³ x2/0.60	= 52 kg/m ²
Viguetas de madera @0.60 = 0.04x0.16x750kg/m ³ /0.60m	= 8 kg/m ²
Mortero + pañete + entramado de madera =	= 30 kg/m ²
CMT = 480 kg/m²	



4.3.7 PLACA TIPO DE TERRAZA

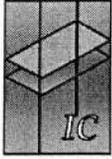


Plaqueta de e = 0.07m = 0.07 x 2400 kg/m ³	= 168 kg/m ²
Viguetas @ 0.70 = 0.10 x 0.33 x 2400 kg/m ³ / 0.70	= 114 kg/m ²
Casetón =	= 30 kg/m ²
Mortero + pañete 2cm = 0.02m x 2200 kg/m ³	= 44 kg/m ²
Acabados =	= 150 kg/m ²
	<u>CMT = 510 kg/m²</u>

4.3.8 CUBIERTA

Cubierta en Asbesto cemento + teja de barro	= 100 kg/m ²
Cielo Raso	= 25 kg/m ²
Estructura Metalica	= 25 kg/m ²
	<u>CMT = 150 kg/m²</u>

Para facilidad de modelación y análisis y dado que no se cuenta con el dato exacto de los entrepisos y en qué sectores se localizan, se asumió una carga de 450 kg/m² para el piso 2 en toda el área.

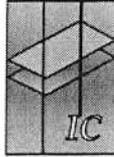


4.4 CARGAS VIVAS CONSIDERADAS

Oficinas y habitaciones Piso 1 y piso 2	= 200 kg/m ²
Cubierta pendiente >15 grados	= 35 kg/m ²
Corredores y escaleras	= 500 kg/m ²

4.5 CARGAS DE GRANIZO

Cubierta pendiente >15 grados	= 50 kg/m ²
-------------------------------	------------------------



4.6 MATERIALES

4.6.1 MAMPOSTERIA

A partir del estudio de patología donde se obtuvieron resultados de resistencia de la mampostería se determina la resistencia de los muros con la fórmula del título D la NSR-10.

$$f'm = 0.75Rm$$

$$Rm = \left[\frac{2h}{75+3h} \right] f'cu + \left[\frac{50kp}{75+3h} \right] f'cp \leq 0.8f'cu$$

h = altura de la unidad de mampostería en mm = 100 mm (ladrillo macizo)

$f'cu$ = resistencia en la compresión de la unidad de mampostería = 20 Mpa
(se tomó un valor conservador de 200 kg/cm², aun cuando los resultados dieron resultados mucho mayores).

Kp = 0.8 para mampostería de arcilla

$f'cp$ = Resistencia a la compresión del mortero = 12.5 Mpa mortero tipo S

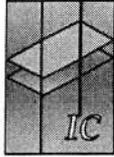
tabla D.3.1

$$Rm = \left[\frac{2 \times 100 \text{ mm}}{75 + 3 \times 100 \text{ mm}} \right] 20 \text{ Mpa} + \left[\frac{50 \times 0.8}{75 + 3 \times 100 \text{ mm}} \right] 12.5 \text{ Mpa} \leq 0.8 \times 20 \text{ Mpa}$$

$$Rm = 12 \text{ Mpa} \leq 16 \text{ Mpa}$$

$$f'm = 0.75 \times 12 \text{ Mpa}$$

$$f'm = 9 \text{ Mpa} = 90 \text{ kg / cm}^2$$



Módulo de Elasticidad

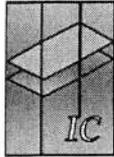
$$E_m = 750 f^m$$

$$E_m = 67500 \text{ kg / cm}^2$$

Material Mampostería

Material Property Data

General Data	
Material Name	Mampostería
Material Type	Other
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	0.00185 kgf/cm ³
Mass per Unit Volume	0.000002 kgf·s ² /cm ⁴
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	67500 kgf/cm ²
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	28125 kgf/cm ²
Design Property Data	
Modify/Show Material Property Design Data...	
Advanced Material Property Data	
Nonlinear Material Data...	Material Damping Properties...
Time Dependent Properties...	



4.6.2 CONCRETO

En el estudio de patología se realizaron ensayos sobre el concreto para determinar su resistencia, se presentan valores muy variables, por lo cual se asumirá una resistencia del concreto 2500Psi de manera conservadora a la espera de nuevos ensayos.

Material Concreto

Material Property Data

General Data

Material Name	<input type="text" value="2500Psi"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="black"/> Change...
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

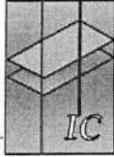
Weight per Unit Volume	<input type="text" value="0.0024"/> kgf/cm ³
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.000002"/> kgf·s ² /cm ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="199755"/> kgf/cm ²
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.2"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000099"/> 1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="83231.25"/> kgf/cm ²

Design Property Data

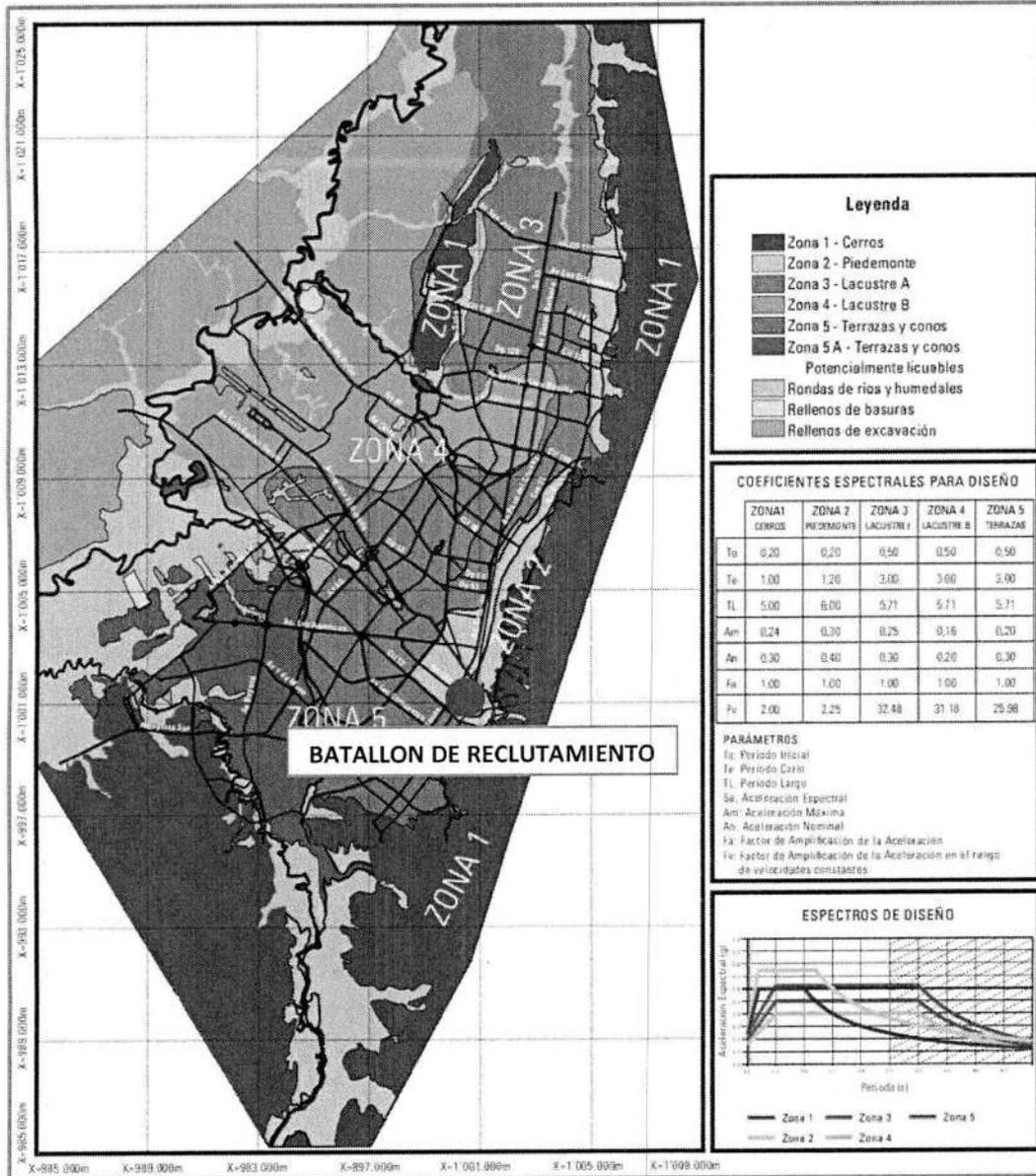
Advanced Material Property Data

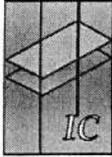


4.7 ESPECTROS DE DISEÑO

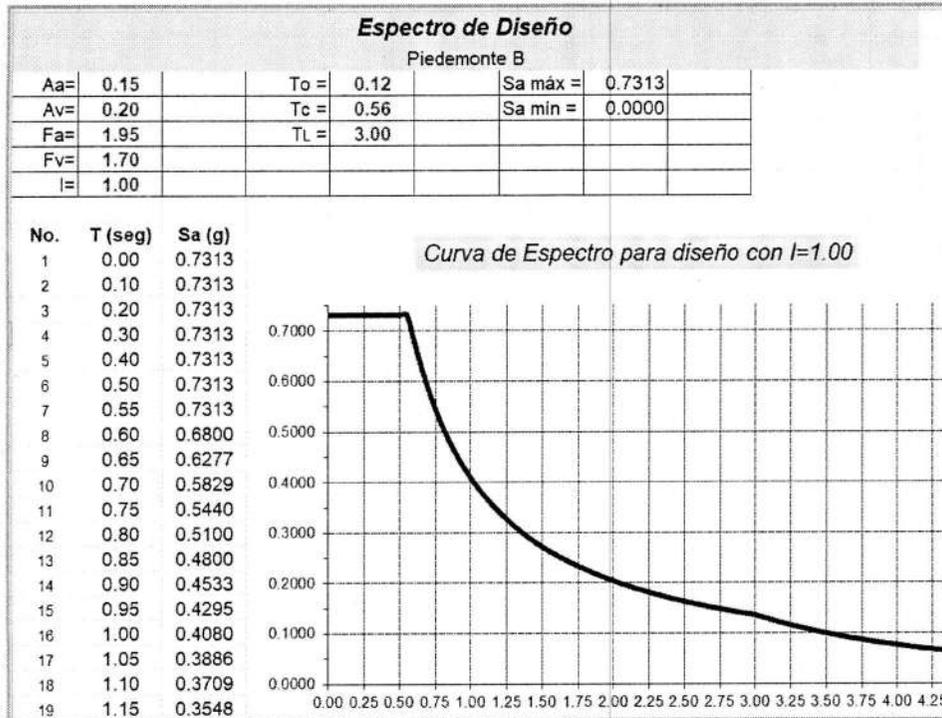
De acuerdo al informe del ingeniero de suelos y la microzonificación sísmica de Bogotá la edificación se encuentra en la zona de Piedemonte con el siguiente espectro de aceleraciones.

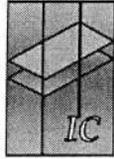
Mapa de Microzonificación Sísmica





Mapa de Microzonificación Sísmica





Espectro en Etabs

Function Name

Function Damping Ratio

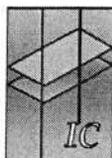
Defined Function

Period	Value
0	0.7313
0	0.7313
0.1	0.7313
0.2	0.7313
0.3	0.7313
0.4	0.7313
0.5	0.7313
0.55	0.7313

Add
Modify
Delete

Function Graph

Period	Value
0	720
0.1	720
0.2	720
0.3	720
0.4	720
0.5	720
0.55	720



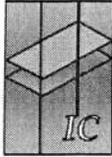
4.8 COEFICIENTE DE RESPUESTA R

De acuerdo a la normativa vigente NSR_10 el sistema estructural se clasifica como sistema de Muros de Mampostería NO Reforzada, sistema no permitido en la actualidad como sistema estructural para edificaciones nuevas en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta.

Tabla A.3-1
Sistema estructural de muros de carga (Nota 1)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				alta		intermedia		Baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos

De acuerdo a lo anterior el sistema se le asigna un R de 1.00, lo cual quiere decir que no se cuenta con un sistema de disipación de energía.



4.9 FUERZA SISMICA DE DISEÑO

Resultado de Análisis Modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
		sec					
Modal	1	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Modal	2	0.226	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
---	---	---	---	---	---	---	---
Modal	699	0.024	0.00	0.00	0.00	0.89	0.90
Modal	700	0.024	0.00	0.00	0.00	0.89	0.90

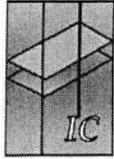
Periodos menores a 0.23 seg.

W=	22,834,022
Sa=	0.7313
I=	1.1
R=	1.0

Para $T < a T_c$

$E = E \times Sa / R$	16,531,535
-----------------------	------------

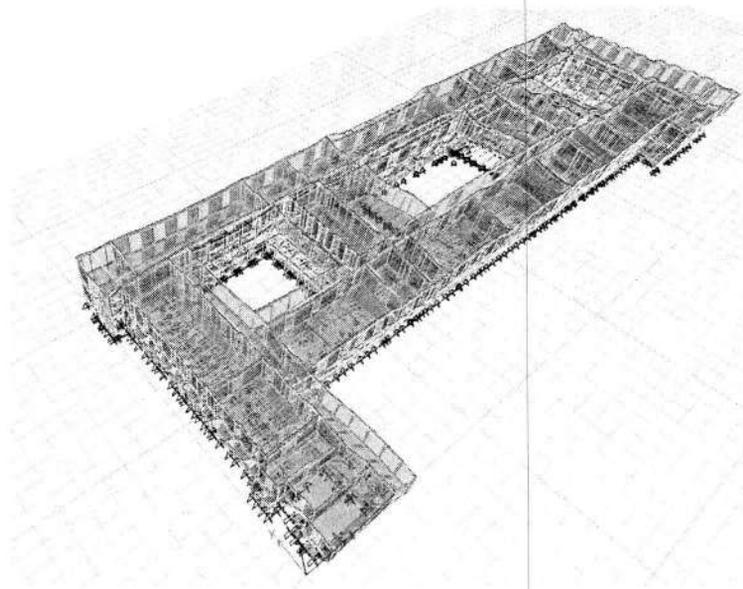
		Factores de Ajuste Espectro
Ex Etabs=	8,231,048	2.01
Ey Etabs=	8,620,275	1.92

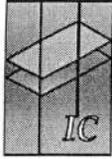


4.10 MODOS DE VIBRACION PRINCIPALES

Los siguientes resultados corroboran que la edificación dada las condiciones donde se tienen muros de gran espesor y placas de entrepiso y bien conformadas, presenta una gran rigidez.

Modo 1 traslacional Dirección Y

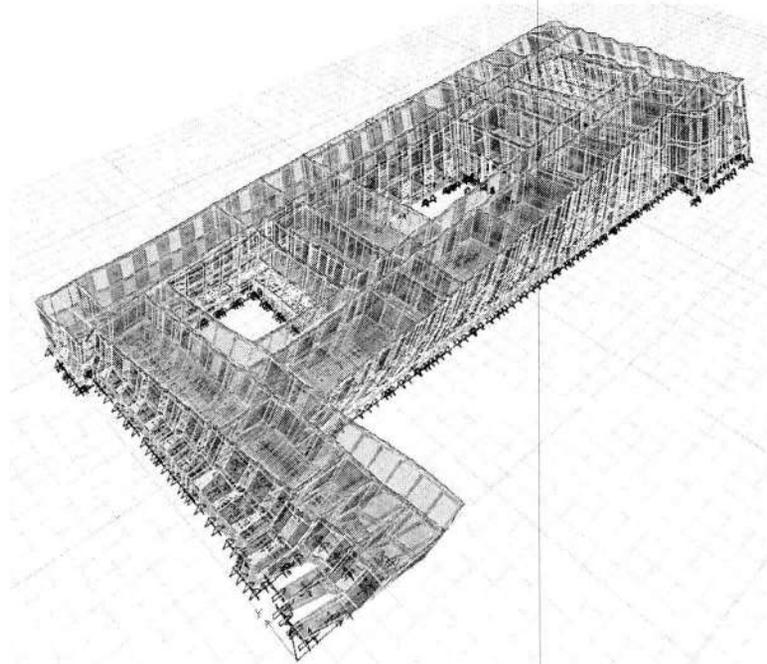




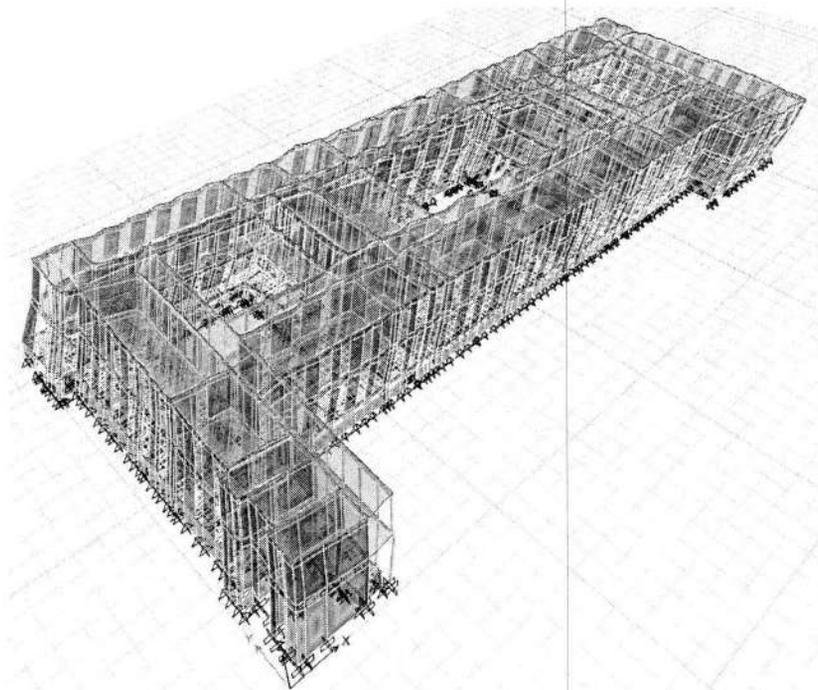
CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

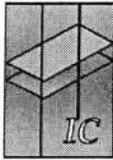
CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

Modo 2 Rotacional



Modo 3 traslacional Dirección X





5. ANALISIS DE RESULTADOS

A.10.4 — CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

A.10.4.2 — SOLICITACIONES EQUIVALENTES — Debe establecerse una equivalencia entre las solicitaciones que prescribe este Reglamento y las que la estructura está en capacidad de resistir en su estado actual. Al respecto se deben utilizar los siguientes criterios:

A.10.4.2.1 — Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva — Se deben utilizar los movimientos sísmicos de diseño que prescribe el Capítulo A.2 para el lugar en que se encuentre la edificación, para el Grupo de Uso que va a tener una vez se lleve a cabo la modificación, con el fin de analizar la estructura como si fuera una edificación nueva.

A.10.4.2.2 — Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad limitada — Se deben utilizar los movimientos sísmicos de diseño que prescribe A.10.3 para el lugar en que se encuentre la edificación, para el Grupo de Uso que va a tener una vez se lleve a cabo la modificación, cuando de acuerdo al A.10.9 este Reglamento explícitamente permita que el análisis de la estructura se realice para un nivel de seguridad limitada.

Para este caso se obtuvieron Movimientos sísmicos de diseño equivalentes a los de una edificación Nueva.

A.10.4.2.3 — Clasificación del sistema estructural — El sistema estructural debe clasificarse dentro de uno de los sistemas estructurales que define el Capítulo A.3.

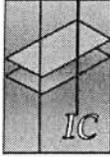
Se clasifica la estructura como sistema de muros de mampostería no reforzada.

A.10.4.2.4 — Coeficiente de capacidad de disipación de energía, R' — De acuerdo con el sistema estructural a que corresponda la edificación y a los requisitos constructivos y de diseño que se hayan seguido en la ejecución de la estructura original debe asignarse un valor del coeficiente de capacidad de disipación de energía, R ($R = \phi_s \phi_p \phi_r R_0$), el cual se denominará R' dentro del presente Capítulo. La asignación debe hacerse de acuerdo con la información disponible sobre la estructura.

Como se menciona en el numeral 4.8 se le asigna a la estructura un coeficiente R igual a 1, dado que el sistema carece de disipación de energía y su comportamiento debe estar siempre en el rango Elástico.

A.10.4.2.5 — Fuerzas sísmicas — Las fuerzas sísmicas, F_s , que el sismo de diseño impone a la edificación se deben determinar por medio del método de la fuerza horizontal equivalente, tal como lo prescribe el Capítulo A.4. Estas fuerzas sísmicas deben distribuirse en la altura de acuerdo con el mismo método de la fuerza horizontal equivalente. Se permite utilizar el método del análisis dinámico dado en el Capítulo A.5, si a juicio del diseñador hay suficiente información para permitir su uso.

Se calcularon las fuerzas sísmicas de diseño a partir del método de análisis dinámico, dado que el comportamiento de este tipo de estructuras no puede verse bien representado por sistema de fuerzas distribuidas en la altura como lo es el método de la F.H.E., de igual forma se ajusta la fuerza sísmica al 90% de la obtenida por F.H.E.



CONSULTEC S.A.S.

INGENIEROS CONSULTORES

CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

A.10.4.2.6 — Cargas diferentes a las solicitaciones sísmicas — Las otras solicitaciones diferentes a las solicitaciones sísmicas deben determinarse siguiendo los requisitos del Título B, con excepción de las cargas muertas, las cuales deben evaluarse con base en observaciones y mediciones de campo. Las cargas muertas en ningún caso, para efectos de determinar las solicitaciones equivalentes, pueden ser menores a las prescritas en el Título B.

Se evaluaron las diferentes cargas actuantes sobre la edificación, y las cuales se describen en los numerales 4.3, 4.4 y 4.5.

A.10.4.2.7 — Análisis estructural — Con el fin de determinar las fuerzas y esfuerzos internos de la estructura debe llevarse a cabo un análisis estructural por medio de uno de los modelos matemáticos permitidos por este Reglamento.

Como se mencionó anteriormente se realizó un modelo tridimensional en el programa de análisis y diseño ETABS, aproximado lo mejor posible a la realidad.

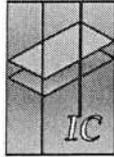
A.10.4.3 — RELACIÓN ENTRE DEMANDA Y CAPACIDAD — Deben determinarse unos índices de sobreesfuerzo y de flexibilidad, que permitan definir la capacidad de la estructura existente de soportar y responder adecuadamente ante las solicitaciones equivalentes definidas en A.10.4.2.

A.10.4.3.1 — Definición del índice de sobreesfuerzo — El índice de sobreesfuerzo se expresa como el cociente entre las solicitaciones equivalentes, calculadas de acuerdo con A.10.4.2 y la resistencia efectiva. Tiene dos acepciones:

- (a) **Índice de sobreesfuerzo de los elementos** — el cual se refiere al índice de sobreesfuerzo de cada uno de los elementos estructurales individuales, y
- (b) **Índice de sobreesfuerzo de la estructura** — cuando se determina para toda la estructura, evaluando los elementos con un mayor índice de sobreesfuerzo individual y tomando en consideración su importancia dentro de la resistencia general de la estructura como un conjunto.

A.10.4.3.2 — Determinación del índice de sobreesfuerzo — Para todos los elementos de la estructura y para todos los efectos tales como cortante, flexión, torsión, etc., debe dividirse la fuerza o esfuerzo que se le exige al aplicarle las solicitaciones equivalentes, mayoradas de acuerdo con el procedimiento dado en el Título B del Reglamento y para las combinaciones de carga dadas allí, por la resistencia efectiva del elemento. El índice de sobreesfuerzo para toda la estructura corresponderá al mayor valor obtenido de estos cocientes, entre los elementos que puedan poner en peligro la estabilidad general de la edificación.

A.10.4.3.3 — Resistencia existente de los elementos — La resistencia existente de los elementos de la estructura, N_{ex} , debe ser determinada por el ingeniero que hace la evaluación con base en la información disponible y utilizando su mejor criterio y experiencia. Por resistencia se define el nivel de fuerza o esfuerzo al cual el elemento deja de responder en el rango elástico o el nivel al cual los materiales frágiles llegan a su resistencia máxima o el nivel al cual los materiales dúctiles inician su fluencia. En general la resistencia existente corresponde a los valores que se obtienen para cada material estructural al aplicar los modelos de resistencia que prescribe el Reglamento en los títulos correspondientes.



CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

A.10.4.3.4 — **Resistencia efectiva** — La resistencia efectiva N_{ef} de los elementos, o de la estructura en general, debe evaluarse como el producto de la resistencia existente N_{ex} , multiplicada por los coeficientes de reducción de resistencia ϕ_c y ϕ_e , así:

$$N_{ef} = \phi_c \phi_e N_{ex} \quad (A.10-1)$$

donde a ϕ_c y ϕ_e se les asigna el valor dado en la Tabla A.10.4-1, dependiendo de la calificación de la calidad y estado de la estructura definidas en A.10.2.2.1 y A.10.2.2.2.

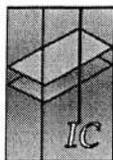
Tabla A.10.4-1
Valores de ϕ_c y ϕ_e

	Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación		
	Buena	Regular	Malá
ϕ_c o ϕ_e	1.0	0.8	0.6

A.10.4.3.5 — **Definición del índice de flexibilidad** — Debe determinarse un índice de flexibilidad, el cual indica la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por el Reglamento. Tiene dos acepciones:

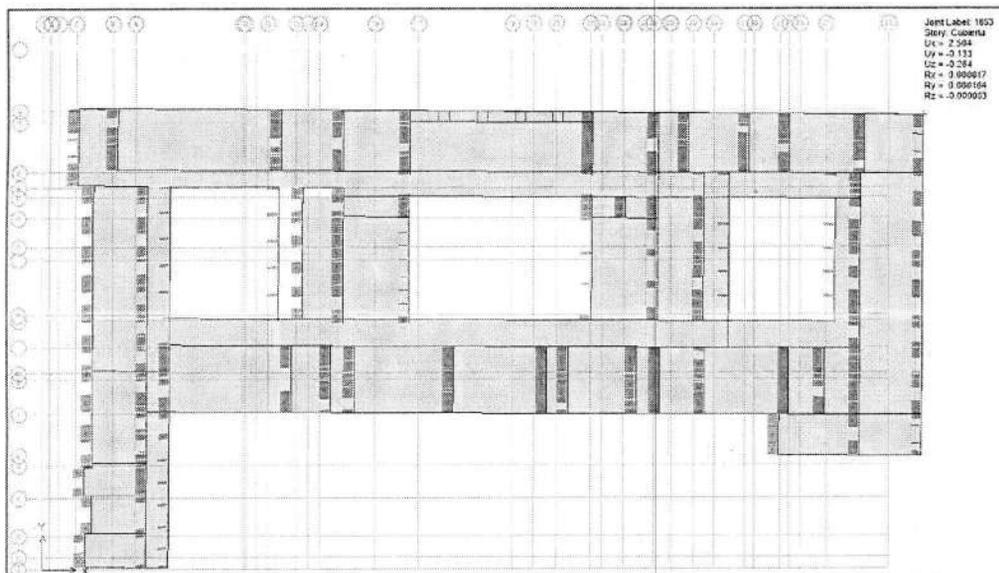
- Índice de flexibilidad del piso** — el cual se define como el cociente entre la deflexión o deriva obtenida del análisis de la estructura, y la permitida por el Reglamento, para cada uno de los pisos de la edificación, y
- Índice de flexibilidad de la estructura** — definido como el mayor valor de los índices de flexibilidad de piso de toda la estructura. Se debe evaluar para las deflexiones verticales y para las derivas.

De acuerdo al estudio patológico de la estructura y sus componentes, el estudio de suelos y exploraciones realizadas, se concluye que el estado de la estructura es bueno es decir $\phi_e = 1.00$. El estado del diseño y la construcción se califica como bueno $\phi_c = 1.00$ aclarando que la estructura aunque tiene aproximadamente 100 años de existencia en las zonas más antiguas y que para la época seguramente no se contaba con diseños, la edificación se encuentra en un buen estado no se evidencian asentamientos diferenciales, fisuras u otra patología que indique que está en peligro de colapso.



5.1 INDICE DE FLEXIBILIDAD

Desplazamiento máximo para sismo en X

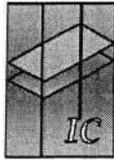


Desplazamiento máximo = 2.50mm

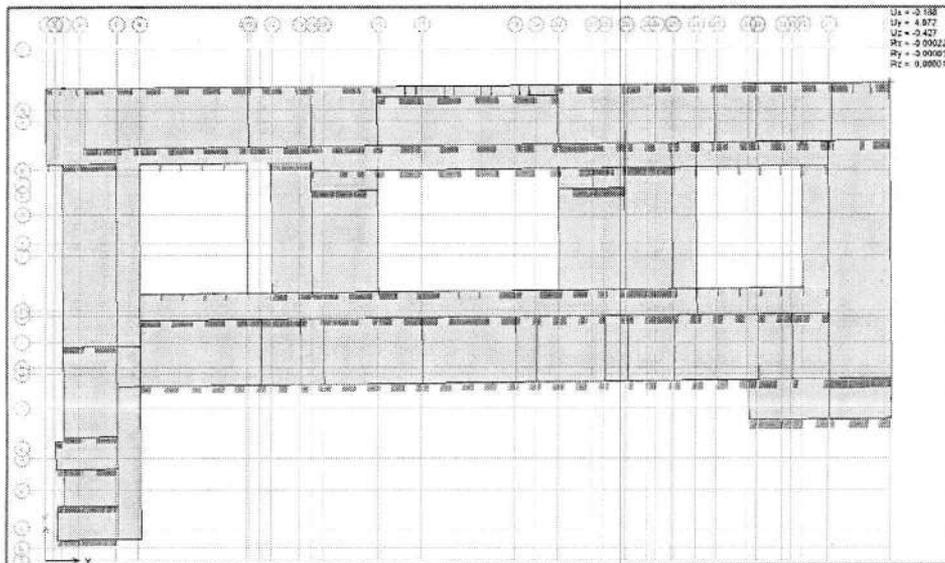
Altura = 12.3m

Deriva máxima en X = 0.02% < 0.50% límite permitido para Edificaciones de Mampostería

Índice de flexibilidad = 0.04 < 1.00



Desplazamiento máximo para sismo en Y

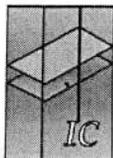


Desplazamiento máximo = 4.07mm

Altura = 12.3m

Deriva máxima en X = 0.033% < 0.50% límite permitido para Edificaciones de Mampostería

Índice de flexibilidad = 0.07 < 1.00



5.2 RELACION DEMANDA CAPACIDAD MUROS

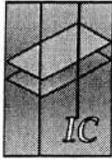
Se hizo la revisión de la capacidad de los muros a las distintas fuerzas impuestas por las cargas gravitacionales y laterales de sismo.

Se determinaron los esfuerzos en los muros producidos por las solicitaciones definidas en el título B:

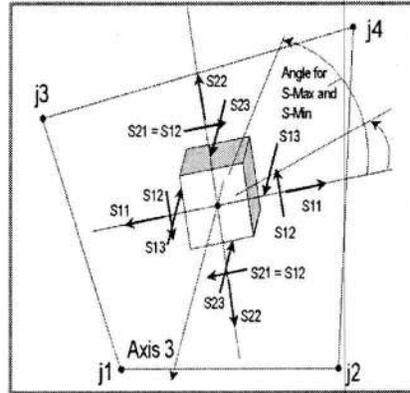
$D+F$	(B.2.3-1)
$D+H+F+L+T$	(B.2.3-2)
$D+H+F+(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-3)
$D+H+F+0.75(L+T)+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-4)
$D+H+F+W$	(B.2.3-5)
$D+H+F+0.7E$	(B.2.3-6)
$D+H+F+0.75W+0.75L+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-7)
$D+H+F+0.75(0.7E)+0.75L+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-8)
$0.6D+W+H$	(B.2.3-9)
$0.6D+0.7E+H$	(B.2.3-10)

Los parámetros para la definición de los esfuerzos sobre los muros se definieron de la siguiente manera.

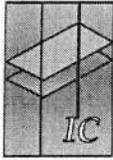
- Edificación en mampostería no reforzada.
- Todos los esfuerzos se muestran en kg/cm^2
- Los esfuerzos S11, corresponden a esfuerzos de compresión o tracción en sentido horizontal.
- Los esfuerzos S22, corresponden a esfuerzos de compresión o tracción en sentido vertical.
- Los esfuerzos S12, corresponden a esfuerzos de corte en el plano del muro.
- Convenciones de signos (+) tracción, (-) compresión.
- La resistencias admisibles a compresión estimadas fueron para S11 y S22 = 90kg/cm^2 (ver calculo en numeral 4.6.1)
- La resistencias admisibles a cortante asumidas fueron para S12 = 5kg/cm^2



Esquema de Esfuerzos para elementos tipo shell



Se anexan plantas en archivo .dwg donde se indican los índices de sobrefuerzo en los muros de la edificación.

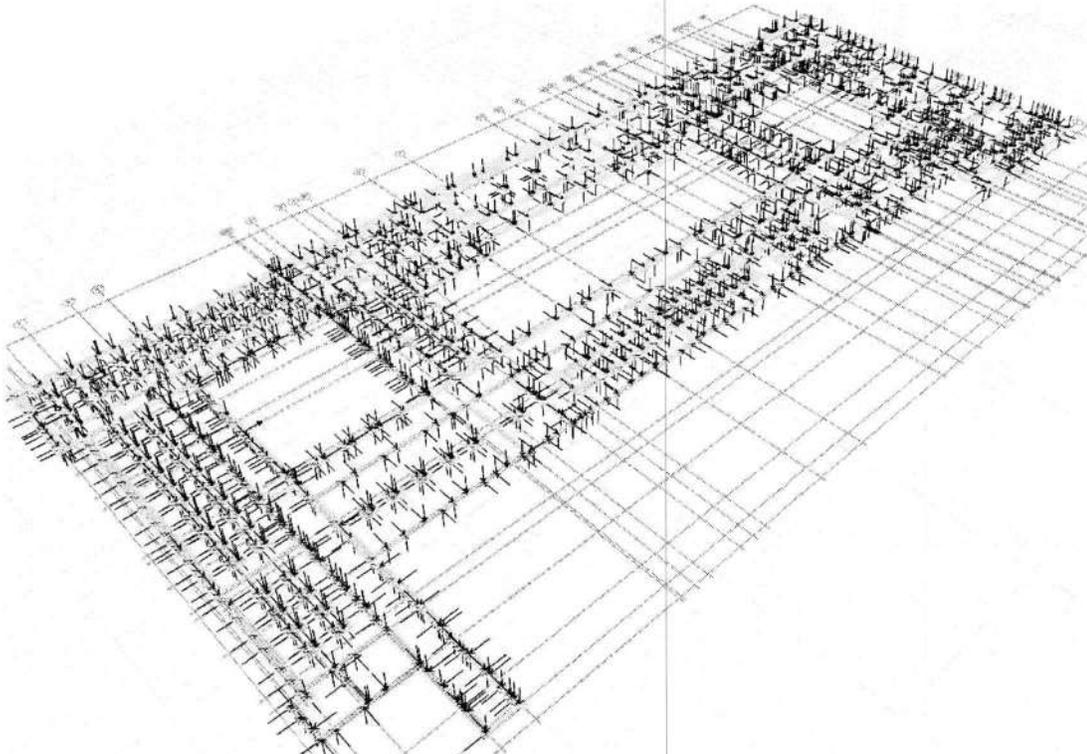


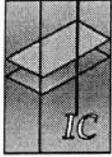
5.3 RELACION DEMANDA CAPACIDAD CIMENTACION

Se realizó un modelo en el programa SAFE donde se verificaron las presiones aplicadas por las cargas transmitidas por los muros del sistema estructural, se hicieron varias suposiciones para la revisión:

1. Se supone que la cimentación tiene un ancho igual al ancho del muro.
2. Se asume un módulo de reacción del suelo igual a 1.00 kg/cm^3 según recomendación del ingeniero de suelos.

Esquema de Cargas Aplicadas (Muerta, Viva, Sismo)

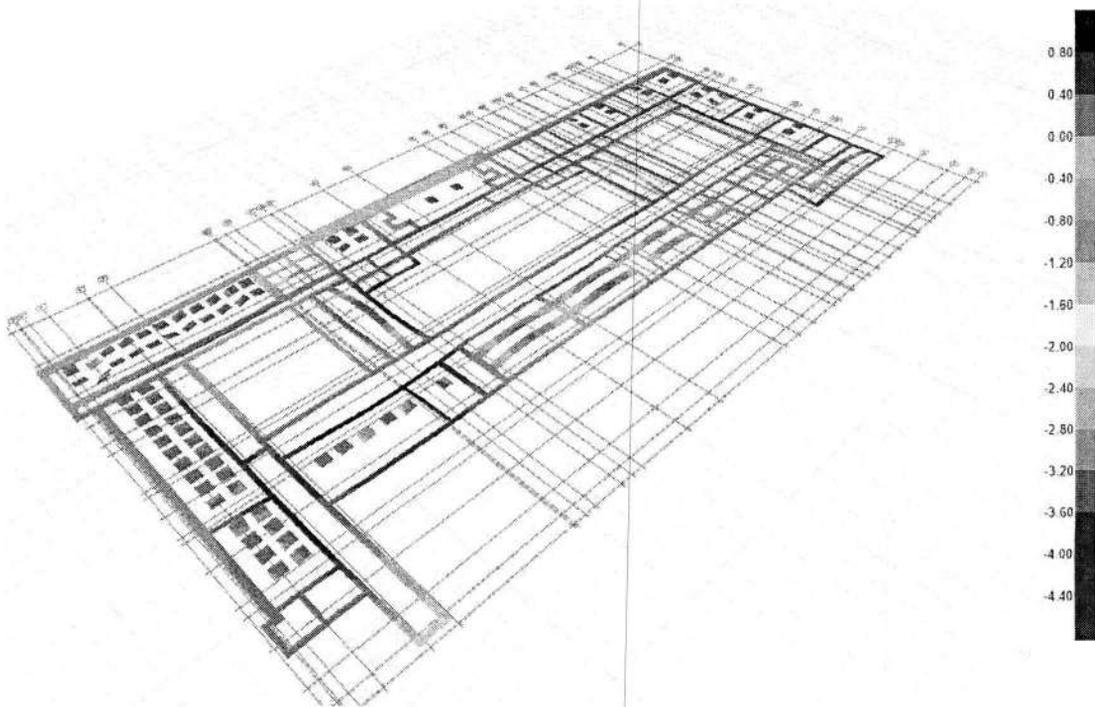


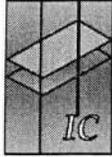


CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

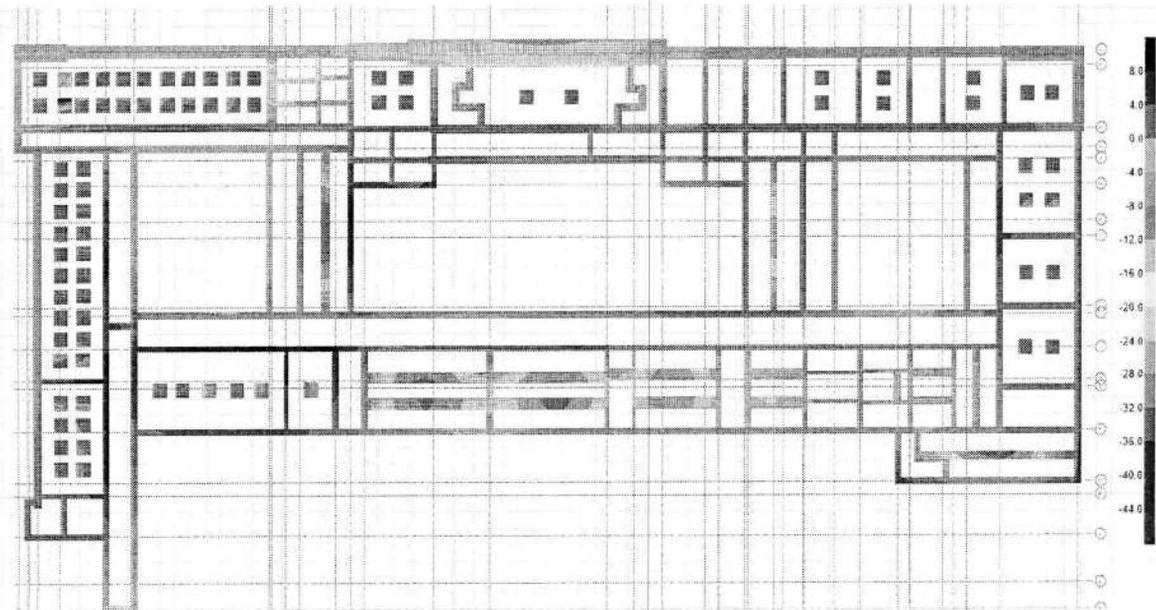
CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

Deformaciones Máximas (Muerta + Viva) en cms.

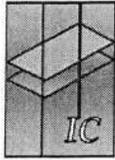




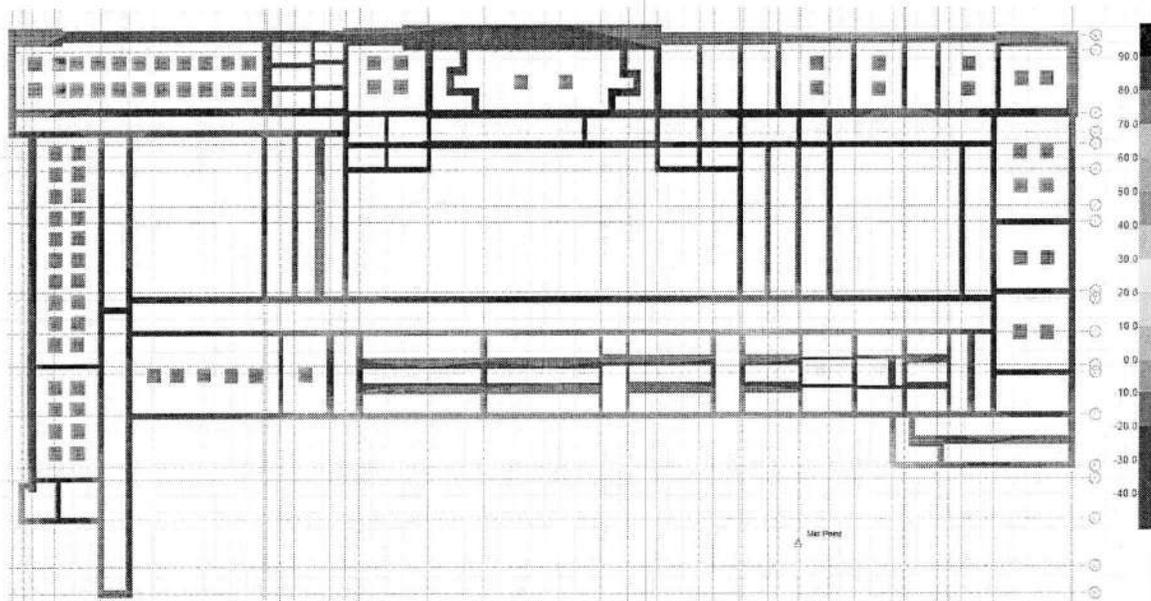
Esfuerzos Para combinación ESF02 (Muertas + Vivas)



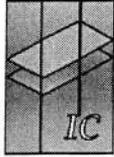
Las presiones resultantes son mayores en muchos puntos a la presión admisible recomendada por el ingeniero de suelos de 12.5 ton/m².



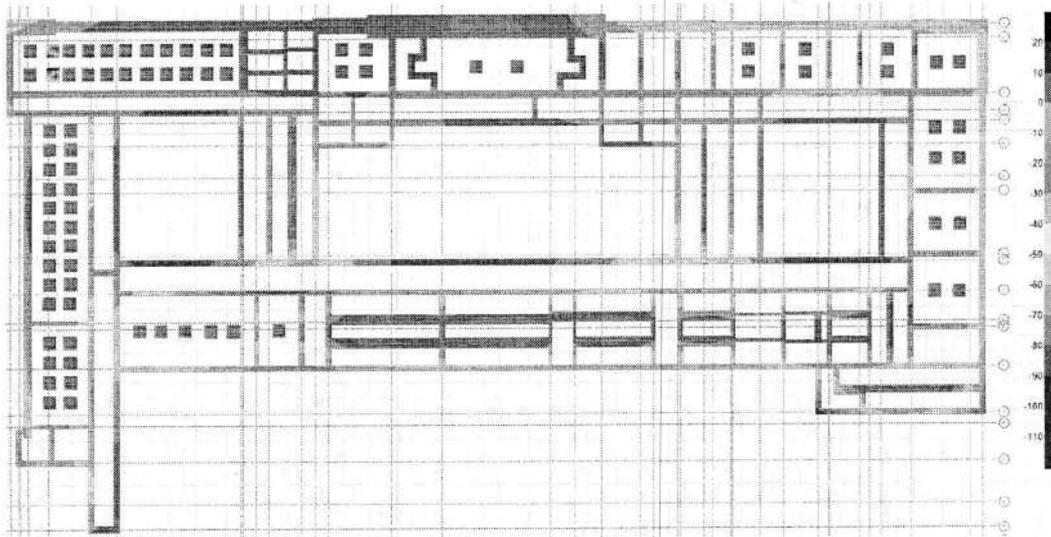
Esfuerzos Para combinación ESFUERZOS MAX (Muertas + Vivas + Sismo)



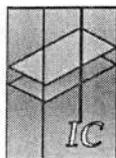
Las presiones resultantes son mayores en muchos puntos a la presión admisible recomendada por el ingeniero de suelos de 12.5 ton/m².



Esfuerzos Para combinación ESFUERZOS MIN (Muertas + Vivas + Sismo)



Las presiones resultantes son mayores en muchos puntos a la presión admisible recomendada por el ingeniero de suelos de 12.5 ton/m².



6. EDIFICIO ANTIGUA MORGUE

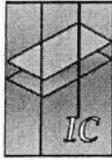
El Edificio de la antigua Morgue que funciono para la facultad de Medicina de la Universidad Nacional en este momento se encuentra en un estado de deterioro avanzado debido a que no cuenta con su cubierta en algunas zonas

Vista Fachada Principal Edificio Morgue



Vista Interior Entrepiso Edificio Morgue





6.1 EVALUACION ESTRUCTURA EDIFICIO MORGUE

6.1.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

Después de revisada la información existente y los diferentes apiques realizados se encontró que el sistema principal de resistencia de la edificación está compuesto por muros de mampostería de gran espesor, no se encontró acero de refuerzo en muros.

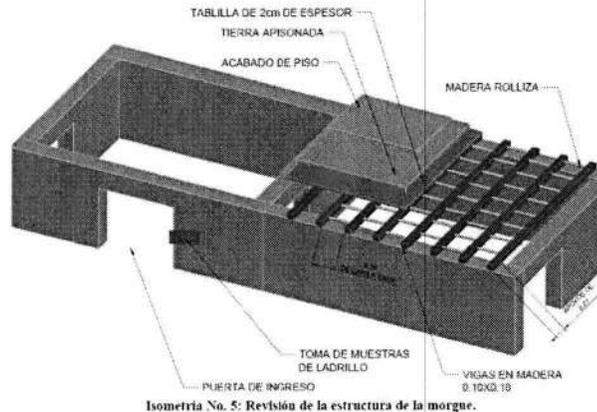
De acuerdo a la NSR-10 norma de construcción sísmo resistente colombiana, este sistema estructural se clasifica como sistema de muros de mampostería no reforzada.

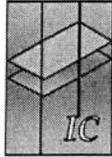
Tabla A.3-1
Sistema estructural de muros de carga (Nota 1)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				alta		intermedia		Baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos

6.1.2 SISTEMAS DE ENTREPISO

Se encontró a diferencia del edificio de reclutamiento un solo sistema de entrepiso, conformado por vigas de madera rolliza que soportan un piso en madera, un lleno en tierra apisonada y el acabado de piso.





6.1.3 RESISTENCIA MATERIALES

De acuerdo a los ensayos de patología se obtuvieron los siguientes resultados:

CONCRETOS

No se encontraron elementos de concreto en la edificación.

MAMPOSTERIA

MUESTRA	ABSORCIÓN Y DENSIDAD (promedio)	RESISTENCIA (promedio)	COMENTARIOS
Edificio de la morgue, punto P-6 del plan de trabajo	13.5 % 1801 kg/m ³	260 kg/cm ²	Ladrillos con absorción alta y resistencia promedio adecuada para este tipo de mampuestos en arcilla

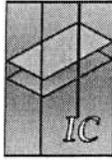
Las resistencias obtenidas para la mampostería se pueden considerar para una estructura de más de 80 años como excelente y comparable con resistencias de la mampostería estructural que se produce en la actualidad.

ACERO

No se encontraron elementos con acero estructural

6.1.4 CARGAS MUERTAS CONSIDERADAS

Acabado de Piso + Tierra Apisonada	= 200 kg/m ²
Tablilla de Madera = 0.02m x 750 kg/m ³	= 15 kg/m ²
Viguetas de madera @0.38 = 0.10x0.18x750kg/m ³ /0.38m	= 36 kg/m ²
Entramado de Madera =	= 30 kg/m ²
	<u>CMT = 300 kg/m²</u>



6.1.5 CUBIERTA

Cubierta en Asbesto cemento + teja de barro	= 100 kg/m ²
Cielo Raso	= 25 kg/m ²
Estructura Metalica	= 25 kg/m ²
	<u>CMT = 150 kg/m²</u>

6.1.6 CARGAS VIVAS CONSIDERADAS

Oficinas y habitaciones Piso 2	= 200 kg/m ²
Cubierta pendiente >15 grados	= 35 kg/m ²

6.1.7 CARGAS DE GRANIZO

Cubierta pendiente >15 grados	= 50 kg/m ²
-------------------------------	------------------------

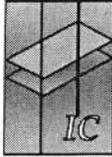
6.2 COEFICIENTE DE RESPUESTA R

De acuerdo a la normativa vigente NSR_10 el sistema estructural se clasifica como sistema de Muros de Mampostería NO Reforzada, sistema no permitido en la actualidad como sistema estructural para edificaciones nuevas en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta.

Tabla A.3-1
Sistema estructural de muros de carga (Nota 1)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R ₀ (Nota 2)	Valor Ω ₀ (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			alta		intermedia		Baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos

De acuerdo a lo anterior el sistema se le asigna un R de 1.00, lo cual quiere decir que no se cuenta con un sistema de disipación de energía.



6.3 FUERZA SISMICA DE DISEÑO

Resultado de Análisis Modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
		sec					
Modal	1	1.077	0.0001	0.0515	0	0.0001	0.0515
Modal	2	0.953	0.0000	0.0453	0	0.0001	0.0969
---	---	---	---	---	---	---	---
Modal	249	0.023	0.0001	0.0000	0	0.8957	0.9611
Modal	250	0.023	0.0001	0.0001	0	0.8958	0.9612

Periodos menores a 1.08 seg.

W=	1,807,862
Sa=	0.7313
I=	1.1
R=	1

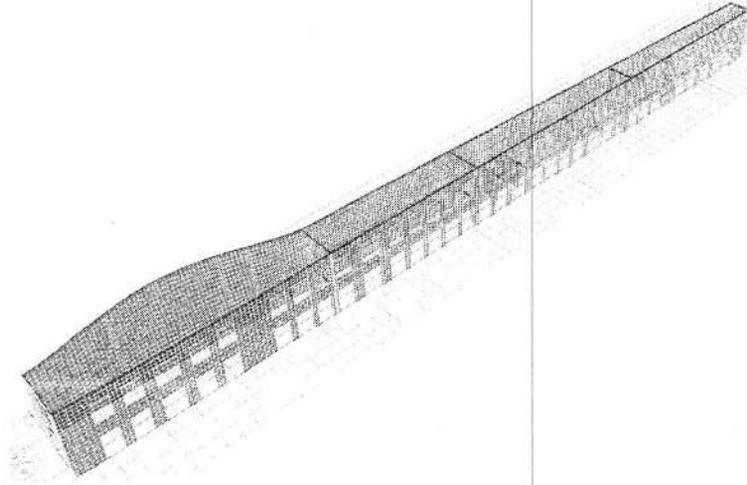
E = E x Sa / R	1,308,869	
		Factores de Ajuste Espectro
Ex Etabs=	722,885	1.81
Ey Etabs=	468,776	2.79



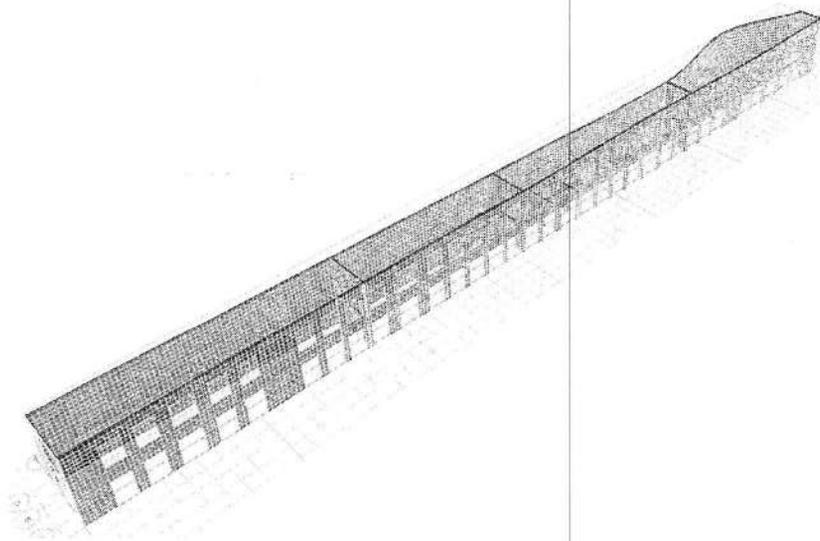
CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

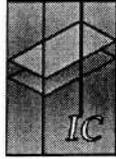
CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

Modo 1 = 1.07seg



Modo 2 = 0.93seg

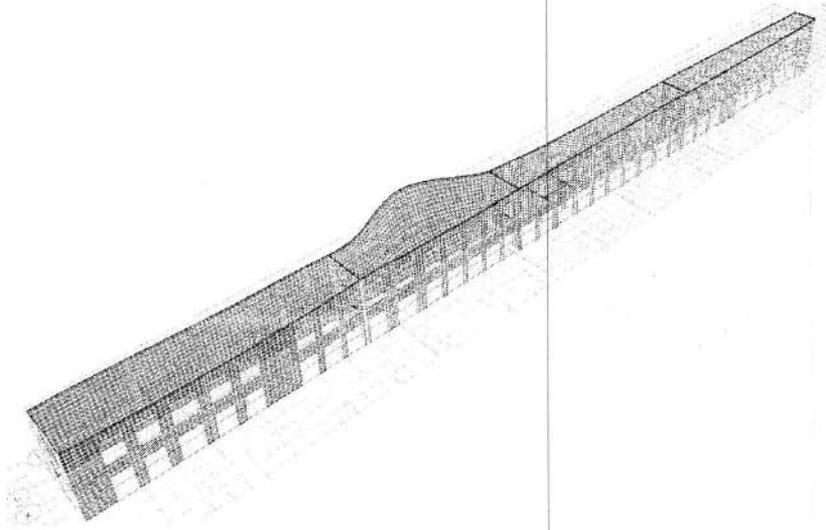


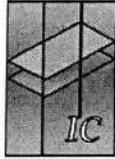


CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

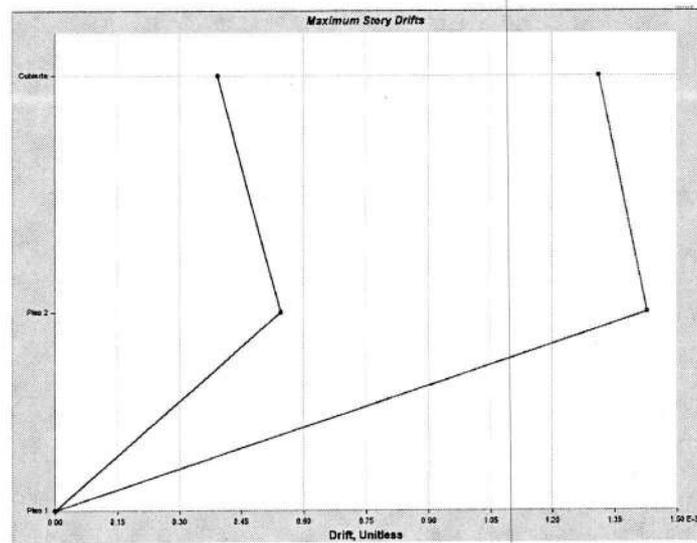
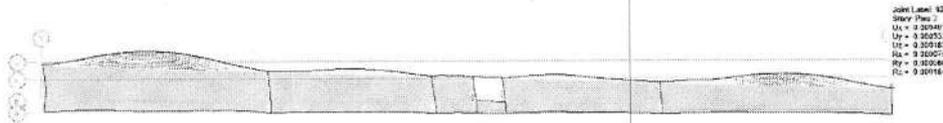
Modo 3 = 0.54seg





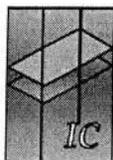
6.4 INDICE DE FLEXIBILIDAD

Desplazamiento máximo para sismo en X



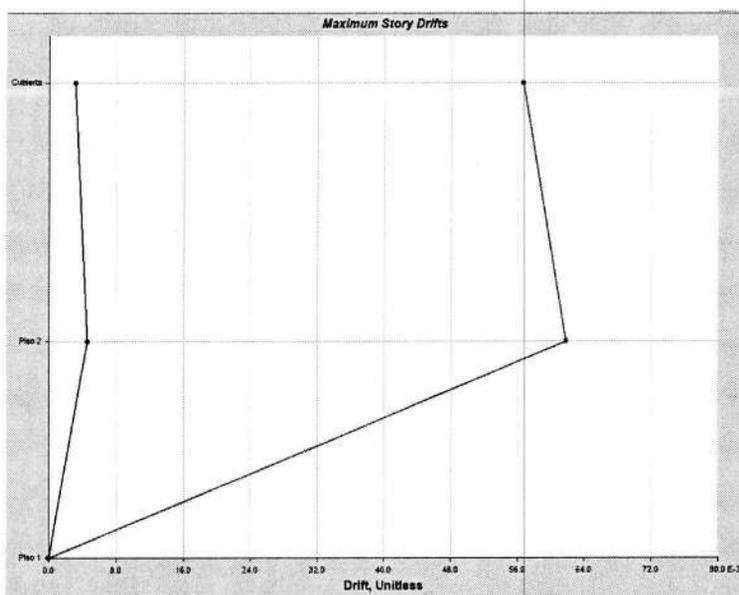
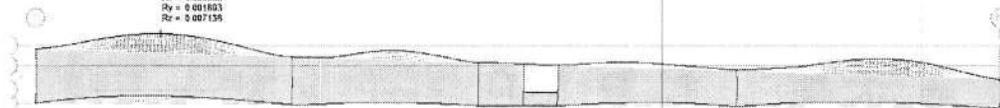
Deriva máxima en X = 0.15% < 0.50% límite permitido para Edificaciones de Mampostería

Índice de flexibilidad = 0.30 < 1.00



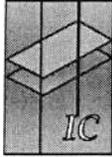
Desplazamiento máximo para sismo en Y

JOB LABEL: 154
Story: Piso 2
Ux = 0.007789
Uy = 0.255622
Uz = 0.000033
Rx = 0.050032
Ry = 0.001803
Rz = 0.007156



Deriva máxima en Y = 6.30% > 0.50% límite permitido para Edificaciones de Mampostería

Índice de flexibilidad = 12.6 > 1.00



6.5 RELACION DEMANDA CAPACIDAD MUROS

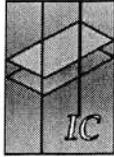
Se hizo la revisión de la capacidad de los muros a las distintas fuerzas impuestas por las cargas gravitacionales y laterales de sismo.

Se determinaron los esfuerzos en los muros producidos por las sollicitaciones definidas en el título B:

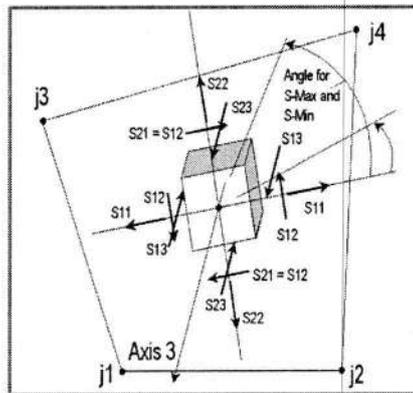
$D + F$	(B.2.3-1)
$D + H + F + L + T$	(B.2.3-2)
$D + H + F + (L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-3)
$D + H + F + 0.75(L + T) + 0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-4)
$D + H + F + W$	(B.2.3-5)
$D + H + F + 0.7E$	(B.2.3-6)
$D + H + F + 0.75W + 0.75L + 0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-7)
$D + H + F + 0.75(0.7E) + 0.75L + 0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-8)
$0.6D + W + H$	(B.2.3-9)
$0.6D + 0.7E + H$	(B.2.3-10)

Los parámetros para la definición de los esfuerzos sobre los muros se definieron de la siguiente manera.

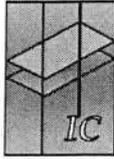
- Edificación en mampostería no reforzada.
- Todos los esfuerzos se muestran en kg/cm^2
- Los esfuerzos S11, corresponden a esfuerzos de compresión o tracción en sentido horizontal.
- Los esfuerzos S22, corresponden a esfuerzos de compresión o tracción en sentido vertical.
- Los esfuerzos S12, corresponden a esfuerzos de corte en el plano del muro.
- Convenciones de signos (+) tracción, (-) compresión.
- La resistencias admisibles a compresión estimadas fueron para S11 y S22 = 90kg/cm^2 (ver calculo en numeral 4.6.1)
- La resistencias admisibles a cortante asumidas fueron para S12 = 5kg/cm^2



Esquema de Esfuerzos para elementos tipo shell



Se anexan plantas en archivo .dwg donde se indican los índices de sobrefuerzo en los muros de la edificación.

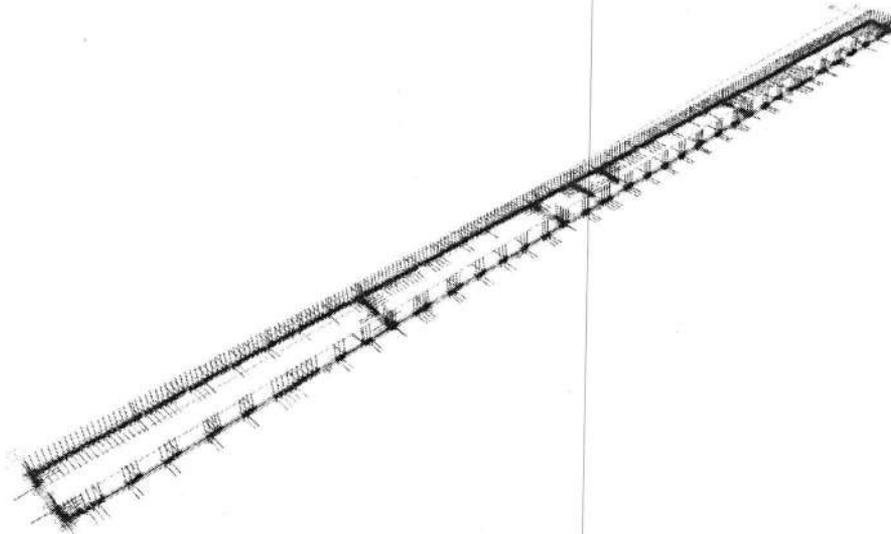


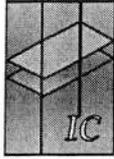
6.6 RELACION DEMANDA CAPACIDAD CIMENTACION

Se realizó un modelo en el programa SAFE donde se verificaron las presiones aplicadas por las cargas transmitidas por los muros del sistema estructural, se hicieron varias suposiciones para la revisión:

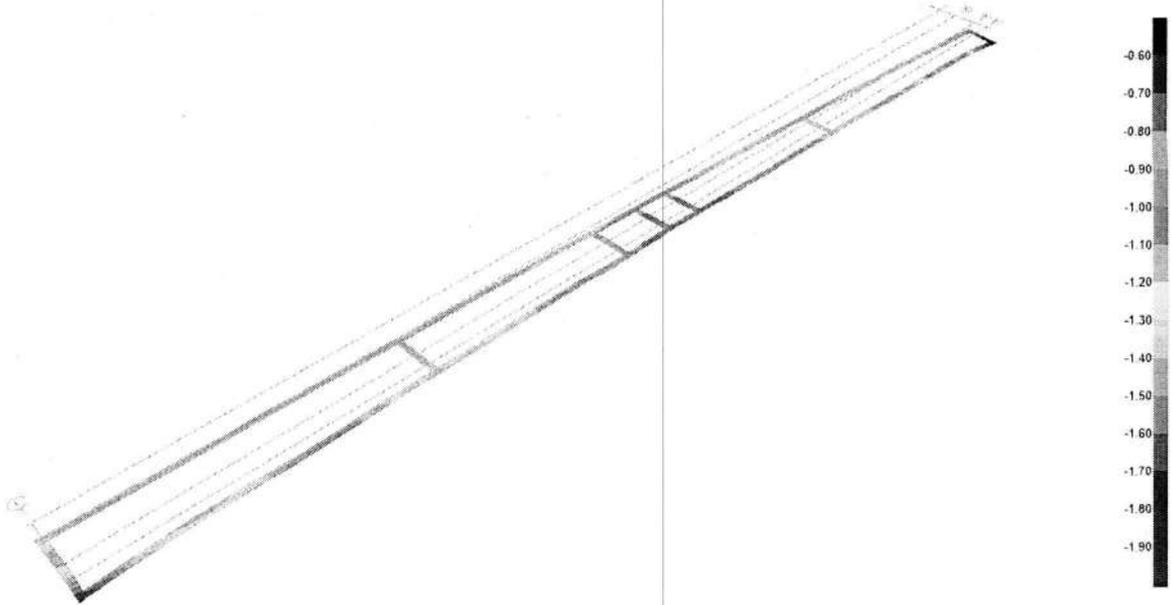
1. Se supone que la cimentación tiene un ancho igual al ancho del muro.
2. Se asume un módulo de reacción del suelo igual a 2.00 kg/cm³.

Esquema de Cargas Aplicadas (Muerta, Viva, Sismo)

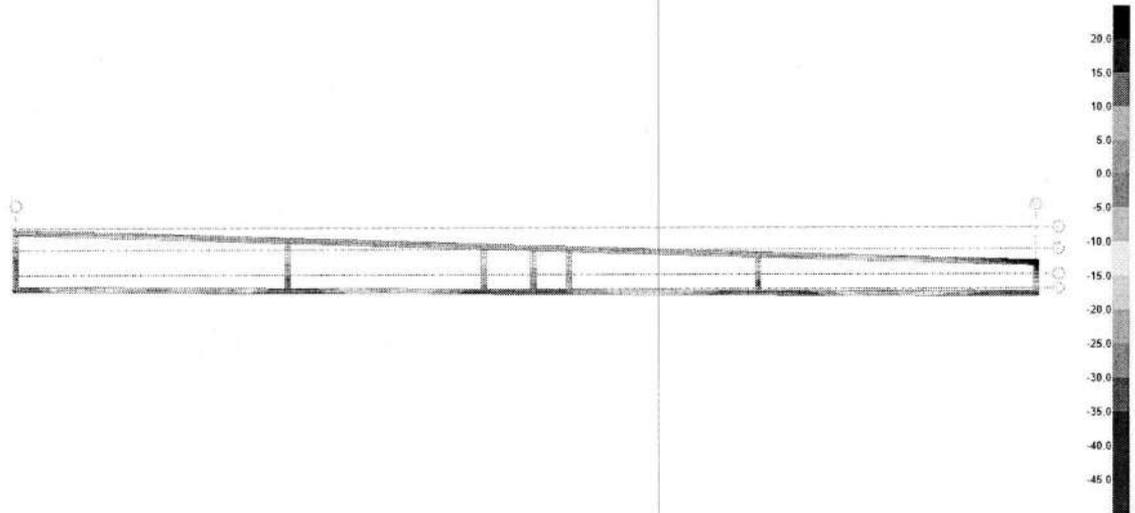




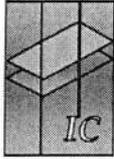
Deformaciones Máximas (Muerta + Viva) en cms.



Esfuerzos Para combinación ESF07 (Muertas + Vivas)

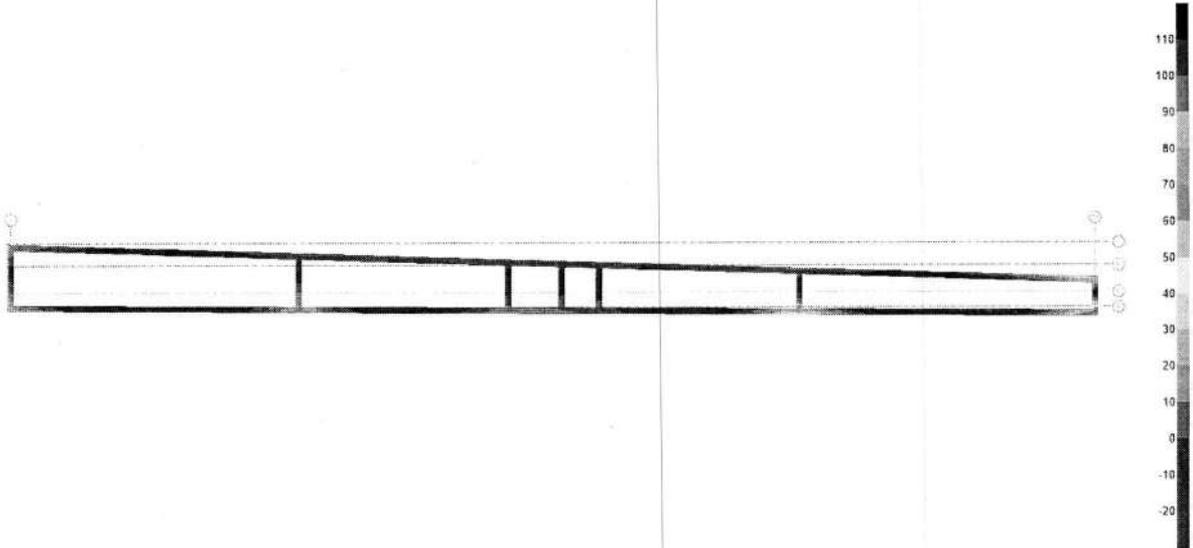


Las presiones resultantes son mayores en muchos puntos a la presión admisible recomendada por el ingeniero de suelos de 12.5 ton/m².

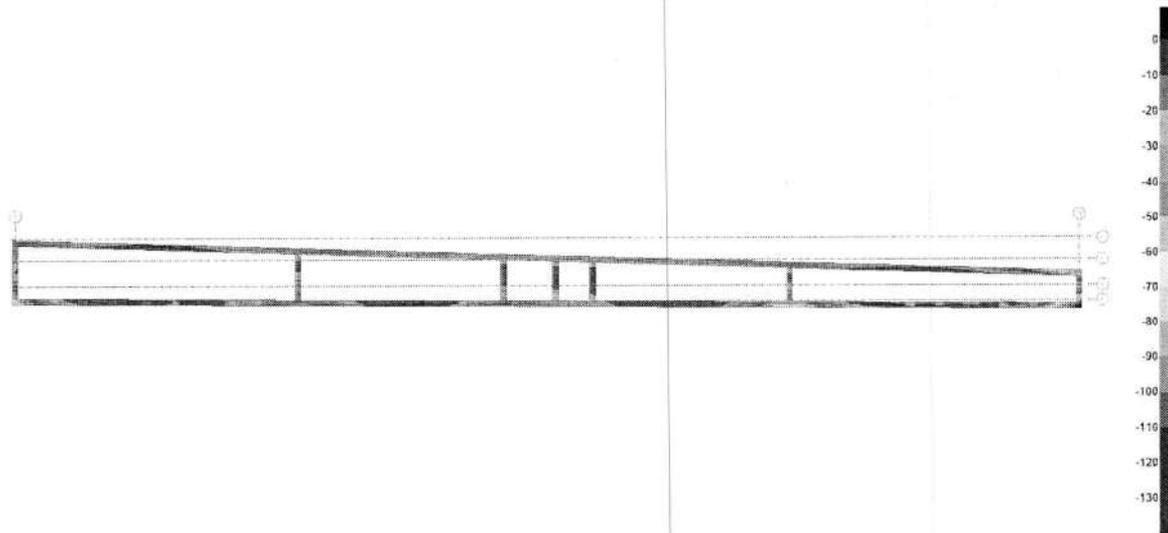


CONSULTEC S.A.S.
INGENIEROS CONSULTORES

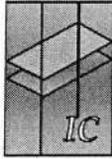
CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
Esfuerzos Para combinación ESFUERZOS MAX (Muertas + Vivas+ sismo)



Esfuerzos Para combinación ESFUERZOS MIN (Muertas + Vivas+ sismo)



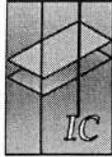
Las presiones resultantes son mayores en muchos puntos a la presión admisible recomendada por el ingeniero de suelos de 12.5 ton/m².



7. CONCLUSIONES EDIFICIO BATALLON

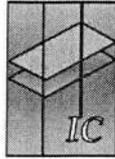
Después de analizar todas las variables arriba mencionadas se puede concluir que:

- La edificación aunque cuenta con una antigüedad considerable se encuentra en muy buenas condiciones de sanidad estructural, ya que no se encontraron indicios de falla estructural como fisuras, asentamientos u otros.
- La estructura tiene una buena densidad de muros y columnas de soporte que proveen a la edificación de redundancia estructural.
- Los resultados de ensayos de materiales obtenidos concluyen que estos tienen buena resistencia y no han sufrido deterioro importante con el tiempo.
- Después de realizado el análisis estructural se puede concluir que la edificación tiene un buen comportamiento para desplazamientos por cargas laterales y cumple con límites establecidos.
- Al revisar los índices de demanda y capacidad de los muros de la edificación del batallón, a cargas de compresión se puede observar que estos resultan en valores muy bajos, dado su gran espesor y rigidez. Pero bajo los esfuerzos cortantes dada la baja resistencia del sistema estructural a este tipo de carga los índices de demanda y capacidad aumenta sobrepasando los valores límites de 1.00 en algunos muros los cuales se pueden identificar en las plantas donde se indican estos valores.
- En la cimentación se presentan índices de sobre esfuerzo mayores a 1.00 dado que la estructura fue concebida para resistir solo su peso propio y las cargas de uso, no fue analizada con un diseño sísmico, y considerando que actualmente las cargas sísmicas representan entre el 70% y 100 % del peso de la edificación, las cargas transmitidas a la cimentación son altas.



8. CONCLUSIONES EDIFICIO FLAUTA

- La edificación analizada dada su forma que presenta una gran esbeltez por la relación en planta entre el largo y el ancho, los desplazamientos en el sentido corto son excesivos aun cuando en esta dirección la cantidad de muros que puedan resistir las cargas laterales es mínima.
- Las relaciones demanda capacidad para esfuerzos de compresión son aceptables y en su mayoría se encuentran por debajo de la unidad, para esfuerzos cortantes el 100% de los muros de la edificación presentan índices mayores a la unidad por lo cual se debe plantear un refuerzo de estos muros para aumentar la capacidad a cortante.
- La cimentación igualmente presenta valores mayores a la unidad y se debe plantear un reforzamiento de la misma.

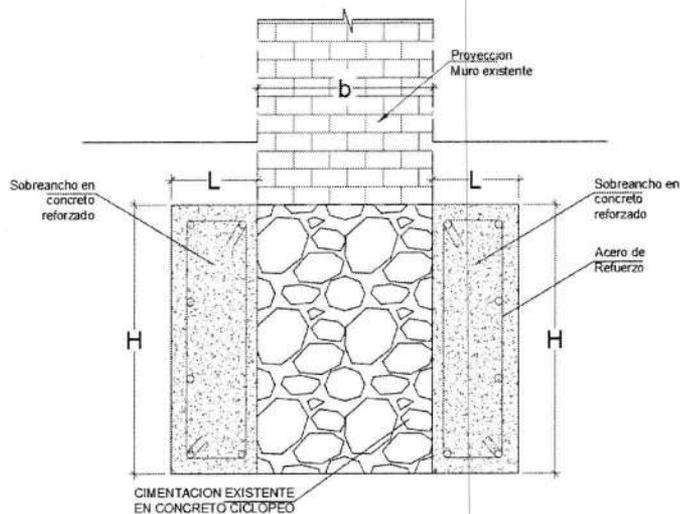


9. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

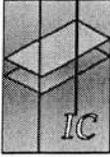
9.1 REFORZAMIENTO CIMENTACION

De acuerdo al análisis de la cimentación existente se requiere un reforzamiento de la misma dado que los esfuerzos transmitidos sobrepasan las capacidades admisibles del suelo.

El sistema de reforzamiento más viable en este tipo de edificaciones es construir un recalce de la cimentación, para lo cual se realiza un recalce a ambos lados de la cimentación existente, en los casos donde muro esta contra un lote vecino el recalce solo se podrá ejecutar por un lado de la misma.



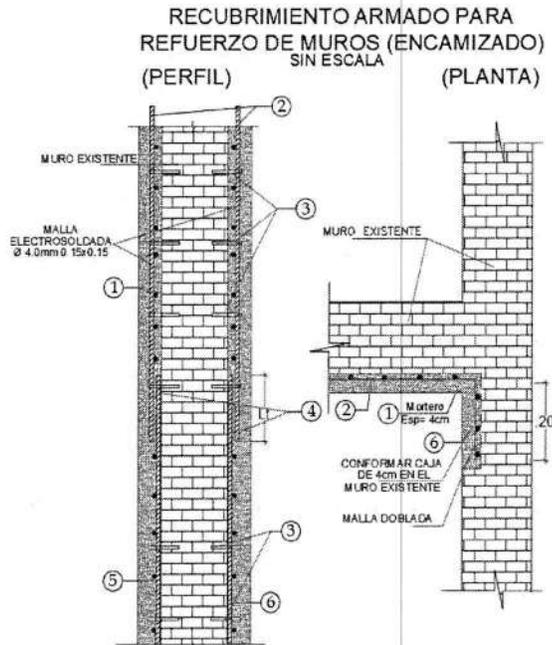
Esquema de Reforzamiento de Cimentación



9.2 REFORZAMIENTO MUROS DE MAMPOSTERIA

9.2.1 PROPUESTA 1

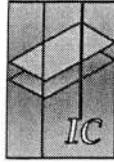
En el caso de los muros existentes el reforzamiento consiste en realizar un recalce en concreto reforzado con malla electro soldada por ambas caras del muro.



Esquema de Reforzamiento Muros

DESCRIPCION DEL SISTEMA

- capa de mortero de 4cm de espesor lanzada contra el muro de mampostería, las Capas de mortero en proporción: 1 cemento : 3 arena retenida tamiz no.50 (0.3mm)
- Malla electro soldada 4mm 0.15x0.15
- Clavos de acero corrugado de 75 mm de longitud fijados con arandela, en una densidad no menor de 16 unidades/m² (25 x 25).
- En las fachadas y muros interiores el encamisado (recubrimiento armado) debe rodear completamente los vanos de las ventanas, deberán rematarse en su extremo superior horizontal y en sus extremos verticales, contra la Estructura Existente



PROCEDIMIENTO

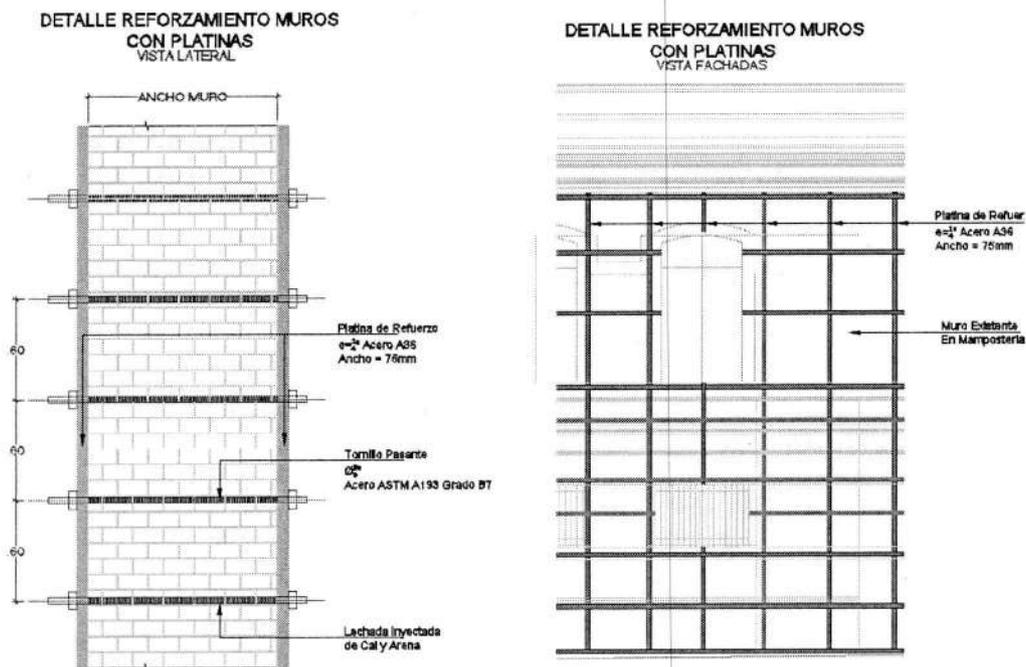
- Se debe retirar todo recubrimiento del muro incluyendo fragmentos de piezas sueltas limpiar el polvo e inyectar las grietas con lechada de cemento.
- Colocar la malla, sujetándola con los clavos de acero rodeando completamente los vanos de puertas y ventanas.
- Donde sea posible, terminar el recubrimiento doblando la malla horizontalmente para anclarla sobre una caja practicada en el muro perpendicular existente.
- Para colocar el mortero, primero se aplica una capa de 1.50cm aproximadamente, y luego se aplica una segunda capa completando el espesor de 4cm, esta última capa se pule con llana de madera para darle un acabado listo para estucar.
- Hacer curado del mortero

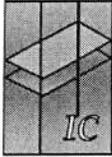
PROCEDIMIENTO INYECCION DE FISURAS

- Se deben inyectar las fisuras de la mampostería previamente al encamisado
- Inyectar las fisuras con lechada de dos (2) partes de cal por una (1) de arena para confinar grieta utilizar 1 volumen de cal y 1 volumen de arena.
- Las fisuras se deben inyectar a baja presión con equipo de bomba de pistones (utilizada en ductos de postensado)

9.2.2 PROPUESTA 2

La segunda alternativa de reforzamiento de muros consiste en adicionar platinas de refuerzo las cuales irán adheridas a los muros existentes mediante la instalación de varillas roscadas.





CONSULTEC S.A.S.

INGENIEROS CONSULTORES

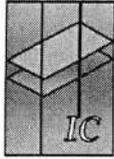
CÁLCULOS ESTRUCTURALES - CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

DESCRIPCION DEL SISTEMA

- El sistema se compone de refuerzos verticales y horizontales en platinas de acero las cuales se colocan por una o ambas del muro según se especifique.
- Las platinas se unirán a los muros mediante anclajes en varilla roscada de 3/8".
- Igual que en la propuesta 1 se deberá hacer un inyección de fisuras donde se requiera.

PROCEDIMIENTO

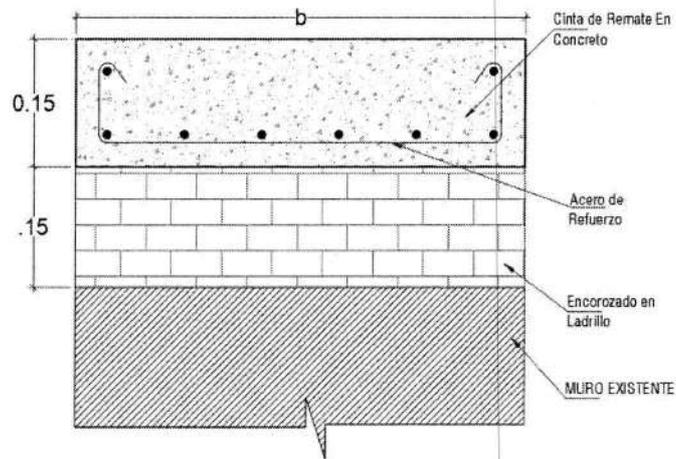
- Demarcar las zonas donde se realizarán las cajas para disponer los topes de amarre de las varillas de refuerzo en las caras exteriores de los muros existentes.
- Demoler el pañete y el muro en la zona demarcada respetando las dimensiones de las cajas.
- Realizar las perforaciones transversales en los muros existentes, respetando la localización, dimensión y especificaciones.
- Realizar las perforaciones y disponer las platinas de refuerzo sobre el muro existente, ensartándolas y asegurar las tuercas y arandelas en los extremos.
- Restituir el acabado del muro existente realizar el del muro nuevo según las especificaciones dadas por el restaurador para ello.
- En las fachadas y muros interiores el encamisado (recubrimiento armado) debe rodear completamente los vanos de las ventanas, deberán rematarse en su extremo superior horizontal y en sus extremos verticales, contra la Estructura Existente



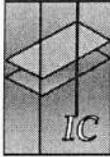
9.3 RIGIDIZACIÓN A NIVEL DE CUBIERTA

Durante la inspección de la edificación se encontró a nivel de cubierta sobre los muros una cinta de amarre en concreto, la cual ayuda a mejorar la rigidez de los muros y a que estos tengan un trabajo conjunto con los demás muros de la edificación.

Donde esta cinta de amarre en concreto no exista se recomienda su construcción y anclaje a las existentes.



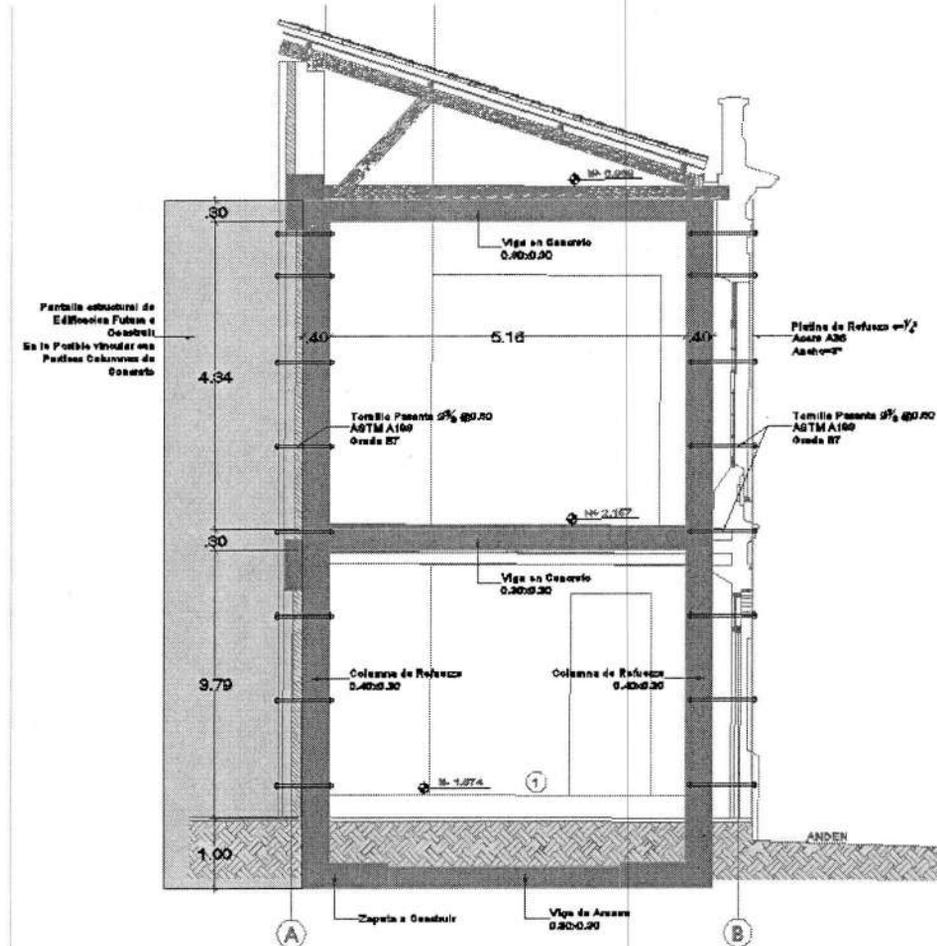
Esquema de Cinta de Amarre sobre Muros



9.4 REFORZAMIENTO PARA ESTRUCTURA EDIFICIO FLAUTA

Adicional a los reforzamientos planteados anteriormente se plantea la incorporación de un sistema de pórticos en sentido transversal para el edificio de la flauta, dado que su configuración en esa dirección en bastante inestable y puede comportarse de manera no deseada en un evento sísmico.

El reforzamiento consiste en pórticos de concreto reforzado los cuales se construyen al interior de la edificación sin afectar la fachada, pero la fachada deberá ir anclada a los pórticos de concreto.



Esquema Reforzamiento con Pórticos de Concreto