

**ING. DANIEL CAMARENA, MSCEE**

Av. Mexico #84, La Esperilla

TEL.: 809-729-8543 – [ing\\_daniel\\_camarena@yahoo.com](mailto:ing_daniel_camarena@yahoo.com)

Ced.: 001-1290186-3

Codia #22293

Santo Domingo, D.N.  
10 de Octubre 2014

Señor

**Dr. Julio Sánchez**

Rector

Instituto de Formación Docente Salomé Ureña

ISFODOSU

Ciudad

ATT: Arq. Francisco Medina Polanco

ASUNTO: Estudio y Evaluación Estructural “Edificio Rectoría Instituto de Formación Docente Salomé Ureña”.

Anexo a la presente sometemos a su consideración la evaluación estructural y sus conclusiones respecto al “Edificio Rectoría Instituto de Formación Docente Salomé Ureña” ubicado en la Calle Leonardo da Vinci casi esquina Caonabo, Distrito Nacional.

Sin otro particular por el momento.

Muy atentamente,

Ing. Daniel Camarena, MScEE

Anexos: Informe Técnico Estudio y Evaluación Estructural “Edificio Rectoría Instituto de Formación Docente Salomé Ureña”.

**INFORME TECNICO**  
ESTUDIO Y EVALUACIÓN ESTRUCTURAL "EDIFICIO  
RECTORÍA INSTITUTO DE FORMACIÓN DOCENTE SALOMÉ  
UREÑA"

**Fecha de Visitas al Lugar:** 24/Septiembre/2014, 30/Septiembre/2014

**Realizado por:**  
Daniel Camarena Capriles  
Ing. Estructuralista, MScEE

El objetivo de este informe es presentar los resultados obtenidos en el levantamiento estructural y posterior análisis de la edificación de tres niveles en el Instituto Superior de Formación Docente Salome Ureña Recinto Félix Evaristo Mejía, Ubicado en la calle Caonabo, esq. Leonardo Da Vinci, Santo Domingo, Rep. Dom.



Imagen 1: Ubicación Edificio Administrativo FEM.

### **DESCRIPCION ESTRUCTURA EXISTENTE E INSPECCION VISUAL:**

Edificación de tres niveles. Sistema estructural se compone de muros de mampostería soportando losas nervadas arriostrados con columnas y vigas de hormigón armado que soportan losas macizas y vuelos en el extremo noreste. Parte del 3er nivel está conformado por una estructura ligera compuesta de vigas y columnas metálicas soportando un techo de aluzinc.

El sistema estructural consta 5 columnas circulares de 50 cm de diámetro. El espesor general de las losas macizas es de 12 cm.

Por evaluación visual no se ven grietas ni danos estructurales en los elementos principales. No se ven asentamientos diferenciales en los pisos o suelos.

### **ANTECEDENTES:**

Los planos estructurales de la estructura en cuestión fueron ubicados en las oficinas pertinentes del Ministerio de Educación.

La edificación fue diseñada en el año 2006. La misma fue construida entre los años 2006 y 2008.

Debido a que el diseño de la edificación es anterior a la puesta en vigencia de las normas sísmicas actuales se procedió a realizar una revisión de la geometría del sistema estructural, a verificar el estado de la resistencia a la compresión de

los elementos principales de hormigón y la distribución del acero de dichos elementos.

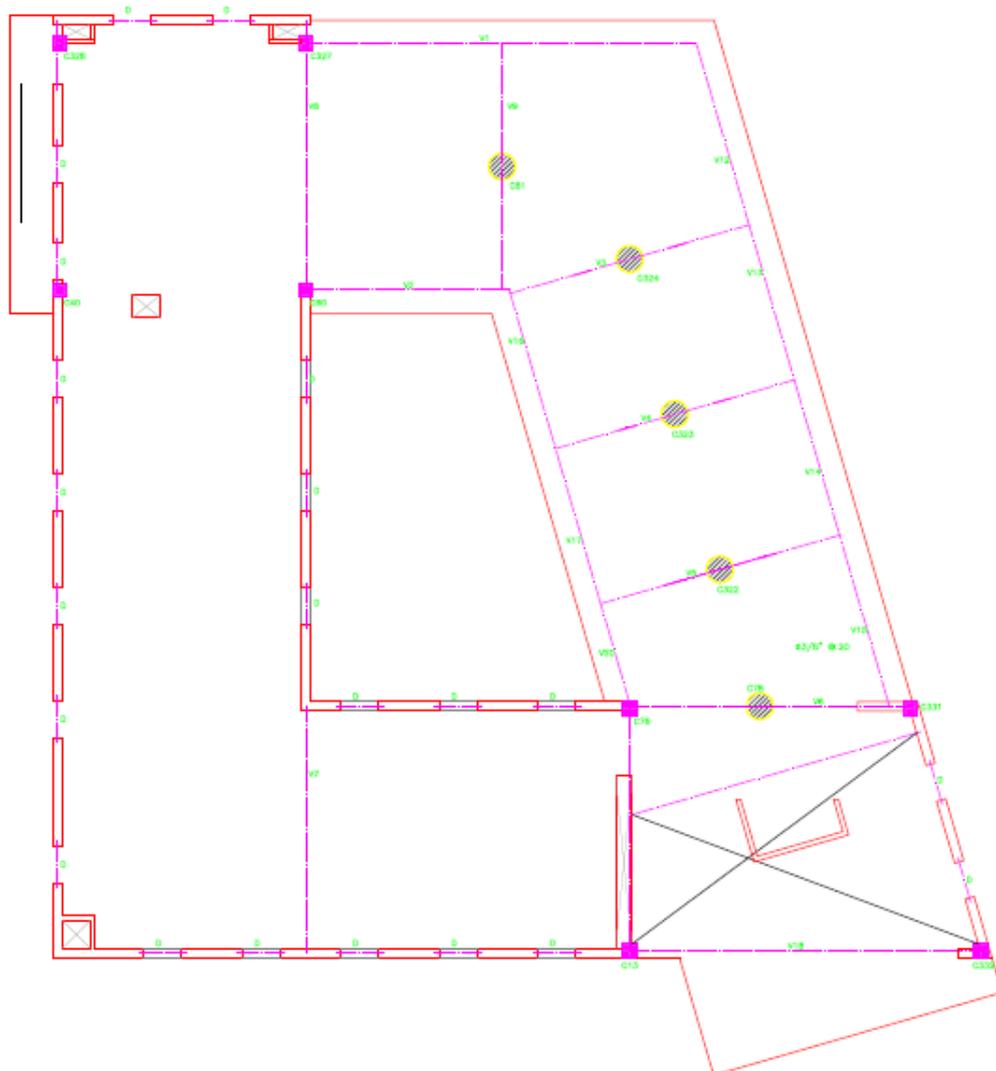


Imagen 2: Replanteo de sistema estructural.

### **EVALUACION RESISTENCIA HORMIGON EN VIGAS, COLUMNAS Y LOSAS:**

Se sometieron a la prueba de martillo 5 columnas, 2 vigas y la losa principal. Cada elemento se somete a repetitivos golpes en diferentes puntos para realizar un promedio, luego se rectifica mediante una tabla recomendada por el fabricante del martillo. Dependiendo del sentido de los golpes se toman diferentes curvas. Los resultados están detallados en la siguiente tabla:

Tabla 1: Resistencia Estimada.

Elemento	Descripción	Valor Prom. de Rebote	Sentido	Valor en MPA	Valor en kg/cm2	Factor Corrección Alpha	Resistencia Estimada kg/cm2
C81	Columna	39.50	Horizontal	40.50	412.97	0.75	<b>309.72</b>
C324	Columna	43.25	Horizontal	48.10	490.46	0.75	<b>367.85</b>
C323	Columna	46.88	Horizontal	52.00	530.23	0.75	<b>397.67</b>
C322	Columna	41.63	Horizontal	43.70	445.60	0.75	<b>334.20</b>
C78	Columna	43.75	Horizontal	49.00	499.64	0.75	<b>374.73</b>
V1	Viga	30.63	Horizontal	23.30	237.58	0.75	<b>178.19</b>
V18	Viga	32.50	Horizontal	27.00	275.31	0.75	<b>206.48</b>
L2	Viga	33.38	Hacia Arriba	20.80	212.09	0.75	<b>159.07</b>

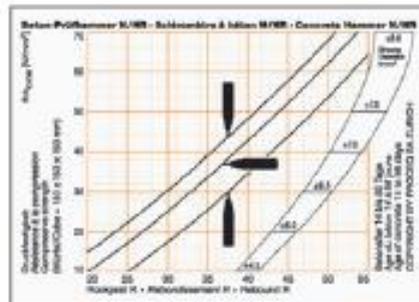


Figura 1: Tabla Fabricante.

Según los resultados de la prueba del martillo la resistencia de las columnas es mayor que la resistencia de diseño en los planos originales. Para las vigas y losas la resistencia se puede considerar igual que la del diseño de planos originales.

## **RADIOGRAFIA DEL ACERO:**

Para identificar la posición y el diámetro tanto del acero longitudinal como transversal, además de la cantidad, se utilizó el equipo PROFOMETER 5+ de PROCEQ, el cual realiza una radiografía tal y como se muestra en las imágenes siguientes:



Imagen 5: Ferroscan PROFOMETER 5-PROCEQ.



Imagen 6: Proceso de radiografías en elementos estructurales.



Figura 2: Escaneo de Elemento Estructural.

En total se ensayaron cinco (5) columnas principales y dos (2) vigas. En la siguiente tabla podrán ver los resultados:

TABLA DE ESCANEO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
NIVEL	1			
ID DE ELEMENTO	INFORMACION DEL ELEMENTO			
COLUMNAS	ACERO LONGITUDINAL		ACERO TRANSVERSAL	
C81	16	1/2"	3/8"	@ 0.20 M
C324	16	-	3/8"	@ 0.20 M
C323	16	1/2"	3/8"	@ 0.20 M
C322	16	1/2"	3/8"	@ 0.20 M
C78	16	1/2"	3/8"	@ 0.20 M
VIGAS	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR		ACERO TRANSVERSAL	
V1	2	3/4"	3/8"	@ 0.10 M
V18	3	3/4"	3/8"	@ 0.20 M

Tabla 2: Resultados de las Radiografías con PROFOMETER 5+

Los resultados de la tabla 2 confirman la disposición de acero encontrada en los planos originales.

## VERIFICACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO:

Se usaron los resultados geotécnicos del informe "INFORME INVESTIGACION GEOTECNICA REMODELACION EDIFICIO ADMISION FEM (FELIX EVARISTO MEJIA)".

## ANALISIS ESTRUCTURAL:

La estructura fue analizada usando el programa ETABS con los datos previamente obtenidos, el cual realiza el análisis tridimensional tanto estático como dinámico. Además realiza el diseño de la estructura de acuerdo al código especificado.

El análisis dinámico de la estructura se realizó de acuerdo al reglamento "Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras R-001" del Departamento de Normas, Reglamentos y Sistemas (DNRS) del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).

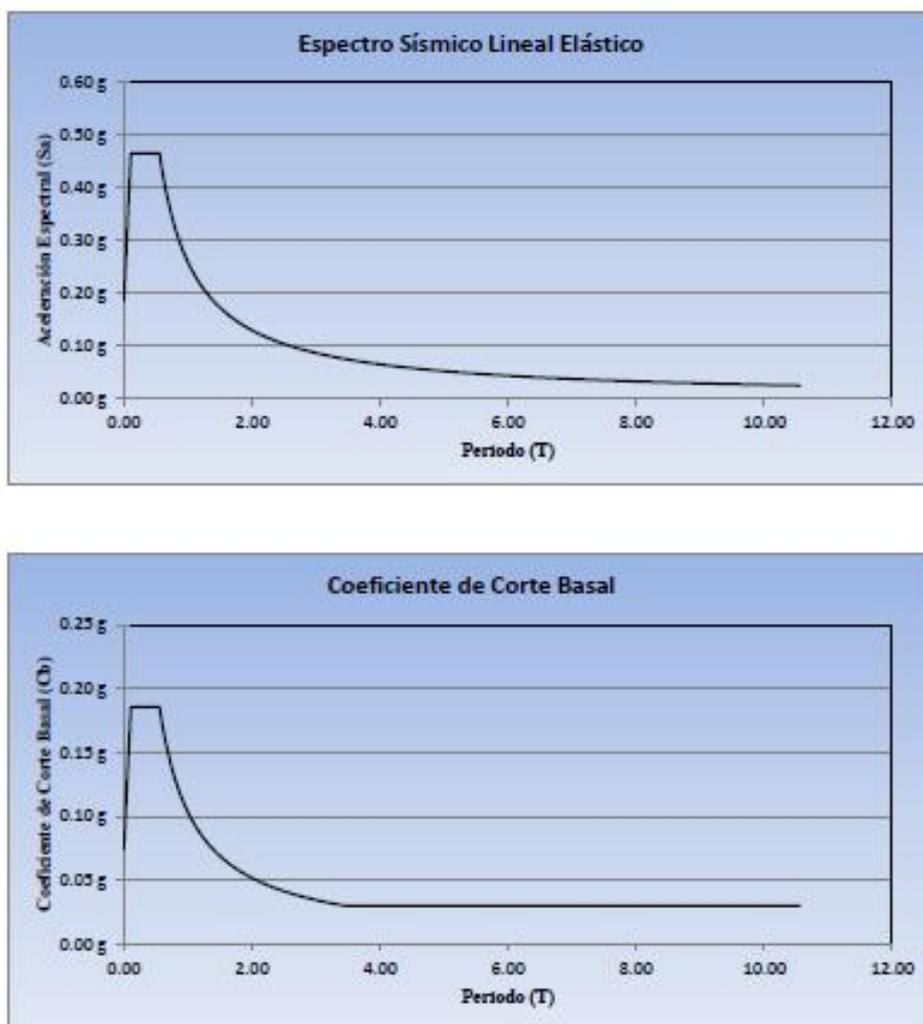


Figura 3: Espectro de Respuesta.

**PROYECTO:** EDIFICIO RECTORIA  
**CLIENTE:** ISFODOSU  
**DISEÑADO POR:** Ing. Daniel Camarena Capriles

**FECHA:** 2/10/2014  
**CODIA:** 22293

**Datos generales**

Zonificación sísmica (Mapa No.1)	II
Usar mapa de isoaceleraciones	Si
Clasificación del sitio	C
Clasificación de la edificación por uso	Grupo IV
Sistema estructural sísmo-resistentes	Di-IV
Localización en campo cercano	No
Modificación de "R <sub>d</sub> " por irregularidades	1.00
Aceleración de la gravedad	9.81 m/seg <sup>2</sup>

**Espectro sísmico lineal elástico**

Aceleración espectral de referencia para periodos cortos - T = 0.20 seg (S <sub>w</sub> )	0.58 g
Aceleración espectral de referencia para periodos largos - T = 1.00 seg (S <sub>l</sub> )	0.25 g

Factor de suelo asociado a periodos cortos (F <sub>w</sub> )	1.20
Factor de suelo asociado a periodos largos (F <sub>l</sub> )	1.55

Ordenada del espectro sísmico lineal elástico para periodos cortos (S <sub>Ds</sub> )	0.4640
Ordenada del espectro sísmico lineal elástico para periodos largos (S <sub>Dl</sub> )	0.2583

Periodo que separa la zona ascendente del espectro de la parte plana (T <sub>a</sub> )	0.11 seg
Periodo que separa la zona plana del espectro de la parte descendente (T <sub>d</sub> )	0.56 seg

**Coefficiente de corte basal**

Coefficiente que depende de la función o uso de la estructura (U)	1.00
---	------

Coefficiente de reducción por capacidad de disipación de energía (R <sub>d</sub> )	2.50
--	------

Tabla 3: Datos y Resultados para el Diseño del Espectro de Respuesta.

**Verificación de la condición de cortante basal:** Cuando el valor del cortante dinámico total en la base ( $V_d$ ), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 65 % del cortante basal sísmico estático ( $V_s$ ), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación:  $0.65 \cdot V_s / V_d$ . R-001 2011 (Artículo 67).

### 65% Cortante Basal Estático

#### Datos Generales

Altura total del edificio (H)	11.64 m
Dimensión en planta del edificio en X ( $D_x$ )	19.74 m
Dimensión en planta del edificio en Y ( $D_y$ )	20.13 m

#### Solicitaciones a nivel de base

Carga muerta (CM)		657825.78 kg
Sobrecarga muerta (SCM)		0.00 kg
Carga viva parqueo (CVP)	$O_i \times Ori = 0.25$	0.00 kg
Carga viva entrepiso (CVE)	$O_i \times Ori = 0.15$	144527.66 kg
Carga viva techo (CVT)	$O_i \times Ori = 0.10$	0.00 kg

Cortante basal dinámico en X ( $V_{dx}$ )	120090.53 kg
Cortante basal dinámico en Y ( $V_{dy}$ )	94400.94 kg

#### Cortante basal estático

Coefficiente del período empírico ( $C_T$ )	0.048
Exponente del período empírico ( $\alpha$ )	0.75
Período fundamental empírico ( $T_a$ )	0.30 seg

Coefficiente del período fundamental ( $K_a$ )	0.09
Período fundamental de vibración ( $T_x$ )	0.24 seg
Período fundamental de vibración ( $T_y$ )	0.23 seg

Espectro sísmico lineal elástico X ( $S_{ax}$ )	0.4640
Espectro sísmico lineal elástico Y ( $S_{ay}$ )	0.4640

Coefficiente de corte basal X ( $C_{bx}$ )	0.1856
Coefficiente de corte basal Y ( $C_{by}$ )	0.1856

Peso total de la estructura (W)	679504.93 kg
---------------------------------	--------------

Cortante basal estático X ( $V_{sx}$ )	126116.11 kg	$V_{dx} > 65\% V_{sx}$
Cortante basal estático Y ( $V_{sy}$ )	126116.11 kg	$V_{dy} > 65\% V_{sy}$

Tabla 4: Datos y Resultados para la comprobación del 65% del cortante basal estático.

Luego de realizado el análisis se pudo verificar que el edificio necesita un arriostramiento en planta con todas las columnas circulares para evitar efectos de torsión no deseados en las vigas adyacentes. Además se pudo comprobar tres vigas que necesitan un refuerzo longitudinal en la zona de apoyo.

Todas las columnas fueron diseñadas correctamente al igual que las losas.

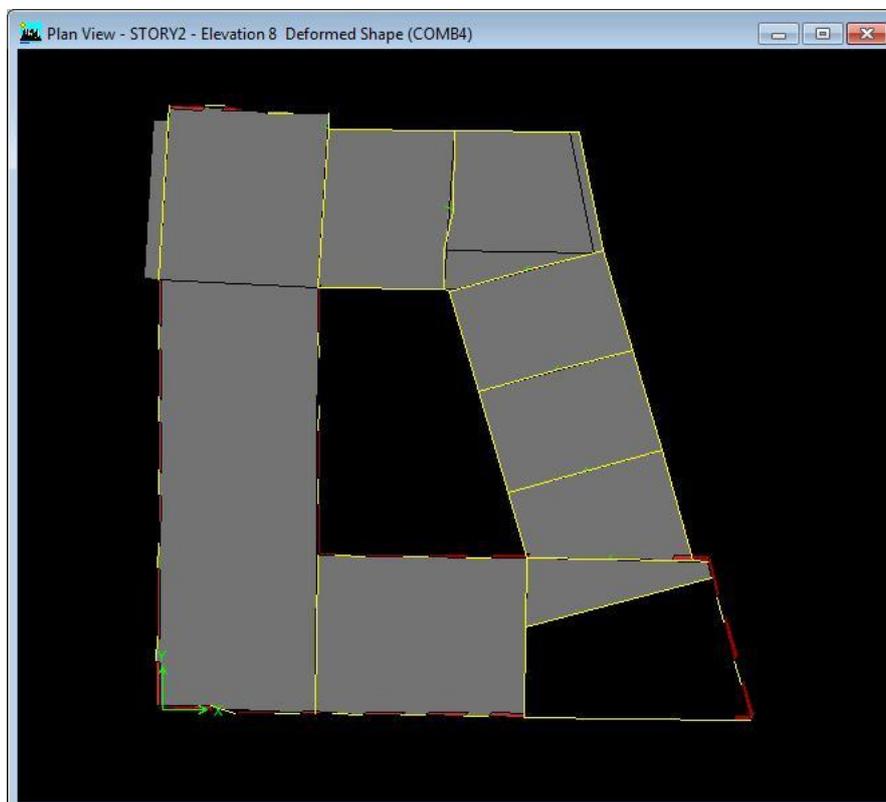
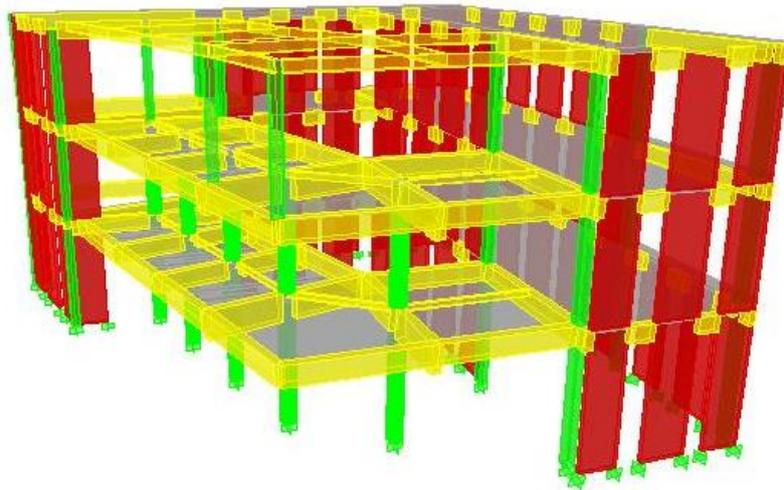


Figura 4: Vista en 3D del modelo y vista en planta de la forma deformada.

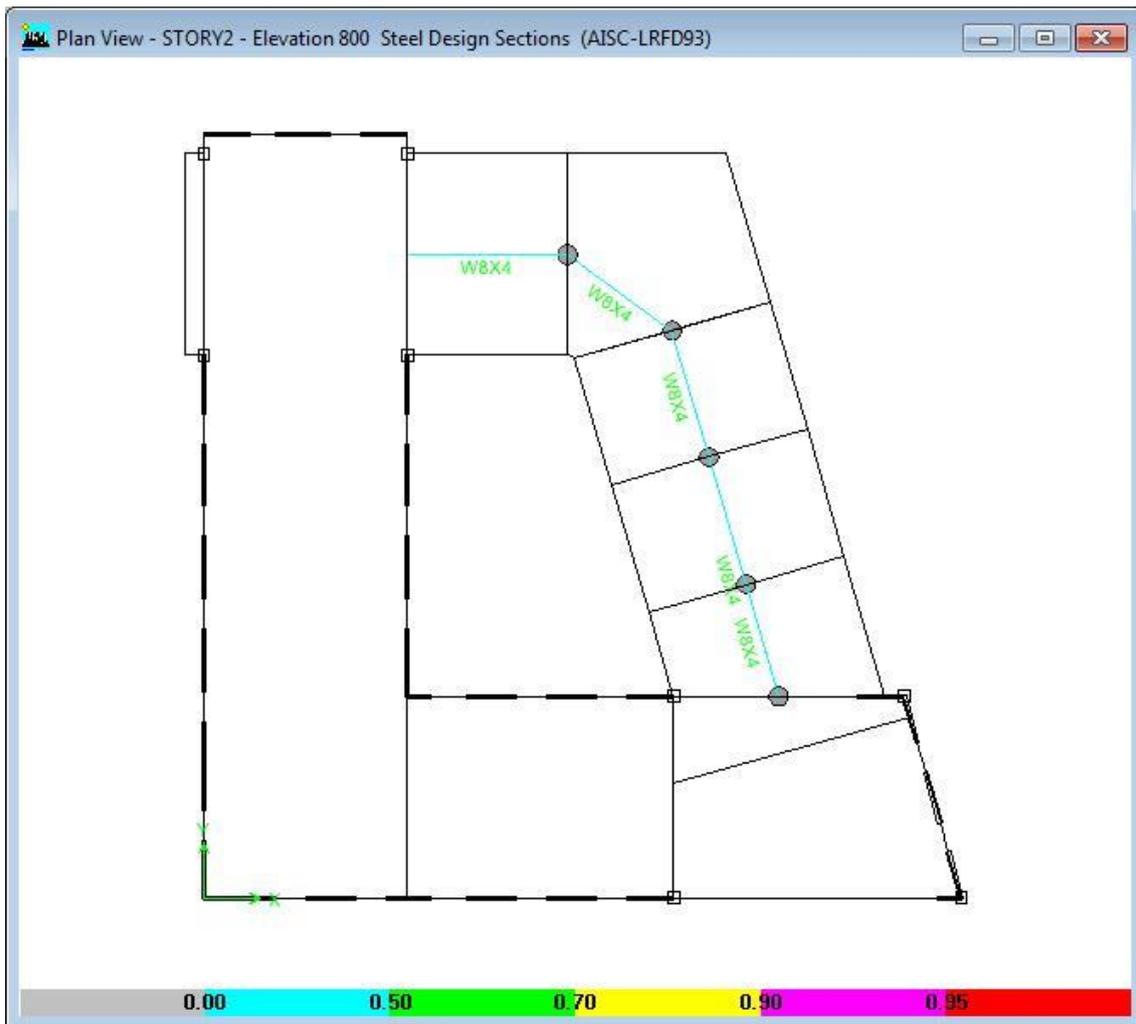


Figura 5: Vista en planta del arriostamiento de las columnas circulares de hormigón con vigas metálicas W8"x4".

Para el análisis y diseño de los elementos de concreto reforzado se usaron las Especificaciones del AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI-318-05) y del reglamento "Diseño y Construcción de Estructuras de Hormigón Armado R-033" del Departamento de Normas, Reglamentos y Sistemas (DNRS) del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).

Las fundaciones de la estructura según el plano original fueron revisadas bajo este nuevo análisis de cargas con el programa SAFE y con los datos del suelo: esfuerzo admisible de  $3.5 \text{ kg/cm}^2$  y un módulo de reacción del suelo de  $11.25 \text{ kg/cm}^3$ . Los resultados confirman que las dimensiones y armado de las zapatas existentes son correctos.

## **RESUMEN:**

- La resistencia a la compresión de las vigas, losas y columnas de hormigón armado es la misma o superior a la de los planos.
- La distribución del acero de los elementos escaneados corresponde con las especificaciones de los planos
- Luego de realizado el análisis estructural de la edificación existente bajo el sistema de carga actual, de acuerdo a los nuevos códigos y reglamentos del MOPC, este arroja que las columnas circulares de 50 cm de diámetro deben de ser arriostradas con una vigas metálicas W8"x4". Además las vigas marcadas como V8, V18 y V6 deben de ser reforzadas en la parte superior de la misma con una placa metálica de 1/8" de espesor y 6" de ancho a lo largo de un tercio de su longitud, ver detalle en anexos.
- Las dimensiones de las zapatas y el armado según los planos originales cumple con el nuevo análisis realizado.

## **CONCLUSION:**

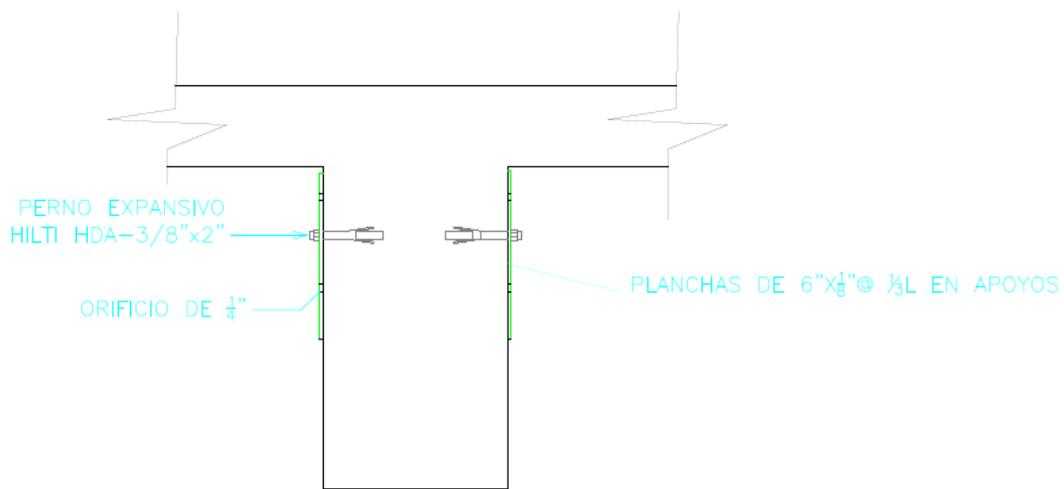
Se debe de reforzar la estructura existente para cumplir con lineamientos actuales de los reglamentos para el "Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras R-001" y el de "Diseño y Construcción de Estructuras de Hormigón Armado R-033". Dicho reforzamiento consiste en colocar unas placas metálicas en tres columnas y en el arriostramiento de las columnas circulares de hormigón armado con vigas metálicas tipo W8"x4".

El reforzamiento debe de ser realizado por un profesional capacitado en el área de reforzamiento de estructuras existentes de hormigón armado y se deben de tomar todas las medidas preventivas durante el proceso.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: Refuerzo en Vigas de Hormigón Armado V8, V18 y V6:

1. Remoción de pañete en áreas de trabajo. Limpieza de superficie de concreto.
2. Colocación de placas de  $6'' \times 1/8'' \times 1/3$  de la longitud de la viga en los extremos de la misma. Usar epóxico adherente, realizar orificios de  $1/4''$ , colocar pernos y placas según dibujo:



## ANEXO 2:







