

MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO ESTRUCTURAL PÓRTICO PARA APERTURA DE UN VANO EN EL CENTRO MÉDICO

PIE-PGDS-EST-015 03 2019

PROYECTO:	APERTURA DE UN VANO EN EL CENTRO MÉDICO
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL
CONTENIDO:	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL
ÁREA REQUERENTE:	PLATAFORMA GUBERNAMENTAL DE DESARROLLO SOCIAL
INSTITUCIÓN:	SERVICIO DE GESTIÓN INMOBILIARIA DEL SECTOR PUBLICO "INMOBILIAR"
ÁREA:	GERENCIA PROYECTO IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS ESTRATÉGICOS PARA LA DISTRIBUCIÓN A NIVEL NACIONAL DE LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR PÚBLICO.
ELABORACIÓN:	ING. CARLOS AVELINO CÓRDOVA SANTAFÉ
CARGO:	EXPERTO ESTRATÉGICO
FECHA:	15 de marzo de 2019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	ANTECEDENTES.....	4
2	ALCANCE.....	4
3	OBJETIVO.....	4
3.1	GENERAL.....	4
3.2	ESPECÍFICO.....	4
4	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	4
5	SISTEMA ESTRUCTURAL.....	5
5.1	VIGAS DE ACERO TIPO O.....	5
5.2	COLUMNAS DE ACERO TIPO O.....	5
6	MATERIALES NORMAS Y CÓDIGOS.....	6
6.1	MATERIALES.....	6
6.2	NORMAS Y CÓDIGOS.....	6
7	MODELACIÓN.....	6
7.1	DEFINICIÓN DE UNIDADES.....	6
7.2	DEFINICIÓN DE MATERIALES.....	7
7.3	DEFINICIÓN DE SECCIONES.....	7
7.4	DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA.....	8
8	CARGAS BÁSICAS Y COMBINACIONES.....	8
8.1	PESO PROPIO (PP).....	9
8.2	CARGA MUERTA (D).....	9
8.3	COMBINACIONES DE CARGA.....	10
9	ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	10
9.1	ESFUERZOS.....	10
10	DISEÑO ACERO ESTRUCTURAL.....	11
10.1	PLACAS DE ANCLAJES.....	11
10.1	PERNOS DE ANCLAJES.....	13
10.2	FLEXIÓN.....	14
10.3	FLEXO-COMPRESIÓN.....	16
10.4	CONEXIÓN VIGA PRINCIPAL Y SECUNDARIA.....	19
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	UBICACIÓN EDIFICIO PGDS, SECTOR QUITUMBE, FUENTES: GOOGLE MAPS.....	5
FIGURA 2.	VIGAS Y COLUMNAS DE ACERO TIPO O.....	5
FIGURA 3.	DEFINICIÓN DE UNIDADES EN EL MODELO 3D.....	7
FIGURA 4.	DEFINICIÓN DE MATERIALES EN EL MODELO 3D	7
FIGURA 5.	MODELO 3D DEL SISTEMA.....	8
FIGURA 6.	COMPROBACIÓN DE ESFUERZOS	11
FIGURA 7.	DIAGRAMA DE MOMENTOS	14
FIGURA 8.	RELACIÓN DE ESFUERZOS	15
FIGURA 9.	CARGA AXIAL EN COLUMNAS.....	17
FIGURA 10.	MOMENTO EN COLUMNAS M3-3	17

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	RESUMEN DE MATERIALES	6
TABLA 2.	RESUMEN DE SECCIONES ASIGNADAS AL MODELO 3D	8
TABLA 3.	RESUMEN DE CARGAS	9
TABLA 4.	RESUMEN DE CARGAS	9
TABLA 5.	RESUMEN DE COMBINACIONES DE CARGA	10
TABLA 6.	DISEÑO PLACA BASE	13
TABLA 7.	DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE	13
TABLA 8.	DISEÑO DE VIGA 200x100x2	16
TABLA 9.	DISEÑO DE COLUMNA 100x200x2.....	18

1 ANTECEDENTES

La Gerencia del Proyecto Inmobiliario Estratégico para la Distribución a Nivel Nacional en las Instituciones del Sector Público, solicita el Diseño Estructural de un soporte para la apertura de un vano en el Centro Medico de planta baja en el nivel $Nv=\pm 0.00$ de la Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social.

2 ALCANCE

El presente documento está realizado para detallar el procedimiento de análisis y diseño de los elementos estructurales para la construcción correspondiente a un soporte para la apertura de un vano en el Centro Medico de planta baja en el nivel $Nv=\pm 0.00$ de la Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social.

3 OBJETIVO

3.1 General

Realizar el análisis y diseño estructural de un soporte para la apertura de un vano en el Centro Medico de planta baja en el nivel $Nv=\pm 0.00$ de la Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social.

3.2 Específico

Describir los criterios, hipótesis, normas y cálculos de diseño estructural, que se deben realizar para garantizar el óptimo desempeño de la estructura.

Proveer de una propuesta de sistema estructural, de tal manera que ofrezca todas las garantías de resistencia, seguridad y ductilidad requerida, y además que cumpla con los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015, en los capítulos:

NEC-SE-AC-2015 Estructuras de Acero
NEC-SE-CG-2015 Cargas no sísmicas
NEC-SE-HM-2015 Hormigón Armado
NEC-SE-DS-2015 Peligro Sísmico
NEC-SE-RE-2015 Riesgo sísmico

Generar el Estudio Estructural.

4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social se encuentra ubicada entre la Av. Quitumbe Nan, Lira Nan y Av. Amaru Nan; junto a la plaza Quitumbe, en el Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha; ubicación geográfica Latitud: $0^{\circ}17'34.50''S$, longitud: $78^{\circ}32'43.41''W$; coordenadas UTM 773227.95m, 9967593.54m; aproximadamente a 2892.62 msnm.



Figura 1. Ubicación edificio PGDS, sector Quitumbe, Fuentes: Google Maps

5 SISTEMA ESTRUCTURAL

Se propone un sistema cuyos elementos estructurales principales consisten en vigas y columnas conectadas a través de nudos formando un sistema resistente en la dirección correspondiente al eje longitudinal de la mampostería existente.

La estructura se conforma de un conjunto de elementos estructurales resistentes, capaces de mantener sus formas y cualidades a lo largo del tiempo, bajo la acción de las cargas y agentes exteriores a las que debe estar sometido, es decir; que deben estar diseñadas para resistir acciones verticales y horizontales simultáneamente.

5.1 Vigas de Acero Tipo O

Las vigas que conforman el sistema de cubierta son de acero estructural con perfiles Tipo cajón ASTM A 500 de dimensiones variables, con una resistencia a la fluencia de 2530 kg/cm².

5.2 Columnas de Acero Tipo O

Las vigas que conforman el sistema de cubierta son de acero estructural con perfiles Tipo cajón ASTM A 500 de dimensiones variables, con una resistencia a la fluencia de 2530 kg/cm².



Figura 2. Vigas y Columnas de Acero Tipo O

6 MATERIALES NORMAS Y CÓDIGOS

6.1 Materiales

Como materiales predominantes en la construcción, se consideran los siguientes:

Acero Estructural ASTM A-36	
Peso volumétrico	w=7.845 t/m ³
Módulo de elasticidad	E= 2038901.92 kg/cm ²
Coeficiente de Poisson	$\mu=0.30$
Resistencia a la fluencia	$f_y= 2530.00 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia a la rotura	$f_u= 4218.42 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 1. Resumen de Materiales

6.2 Normas y Códigos

Para el análisis y diseño de los diferentes elementos de acero se aplicaron los criterios, comentarios, especificaciones y normas contenidas en los códigos descritos a continuación:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015. Requisitos generales de diseño y requisitos mínimos de cálculo para diseño sismo-resistente de las estructuras, en los capítulos:
NEC-SE-AC-2015 Estructuras de Acero
NEC-SE-CG-2015 Cargas no sísmicas
NEC-SE-DS-2015 Peligro Sísmico
NEC-SE-RE-2015 Riesgo sísmico
- Especificaciones para Construcciones en Acero AISC 360-10 (American Institute of Steel Construction).
- Requisitos para soldadura AWS (American Welding Society).
- Requisitos de diseño de acuerdo a la norma ACI 318-14 (American Concrete Institute) Building Code Requirements for Reinforced Concrete.

en lo que se refiere a dimensiones mínimas, porcentajes mínimos de refuerzo, recubrimientos mínimos, longitudes de traslape, colocación y figurado de las varillas, coeficientes de mayoración de cargas, combinaciones de carga, esfuerzos de los materiales, deformaciones, desplazamientos máximos, entre otros.

7 MODELACIÓN

Para realizar la modelación de la estructura se utilizó la ayuda del software denominado SAP2000, considerando un análisis espacial tridimensional, manipulando elementos tipo frame para representar columnas y vigas de acero estructural. La modelación o idealización de la estructura se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

7.1 Definición de Unidades

Es necesario definir las unidades con las cuales se va a ingresar los datos al programa de diseño denominado SAP2000 tales como, geometría, distancias, espesores, cargas, entre otros. Así mismo estas unidades nos permitirán leer los valores de solicitaciones generadas por acciones externas a la estructura, de tal manera que se pueda definir el diseño final de los elementos estructurales que se desea analizar.

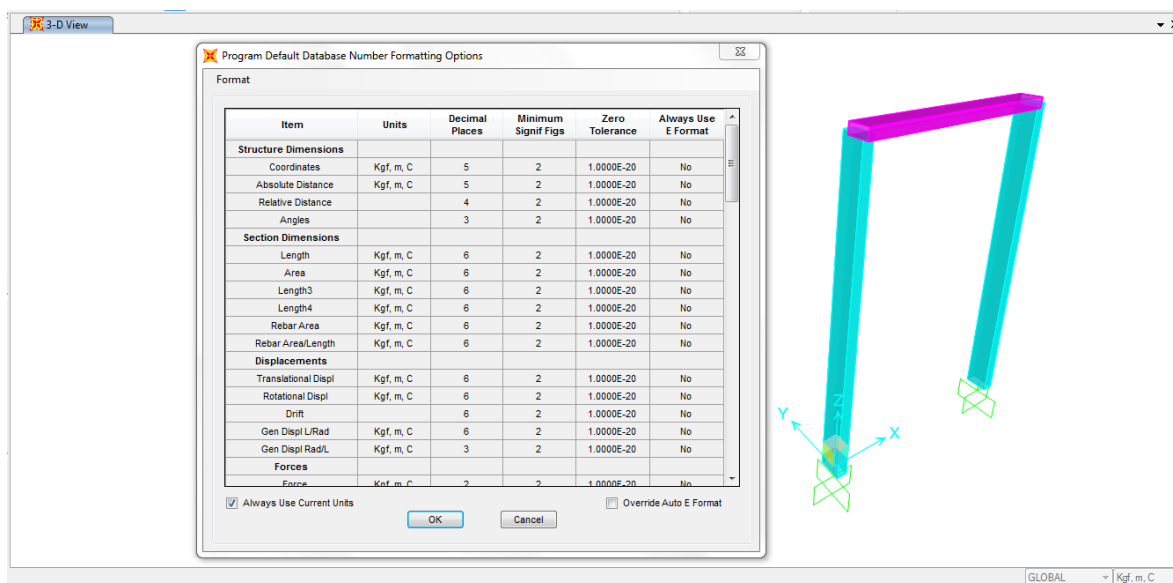


Figura 3. Definición de Unidades en el Modelo 3D

7.2 Definición de Materiales

Se definen los principales materiales que comprenden la estructura, como es acero con límite a la fluencia $f_y=2530.00 \text{ kg/cm}^2$. Con esta información se genera los materiales que se proponen utilizar para la idealización o discretización del modelo.

A continuación se muestra los gráficos de las definiciones de los materiales principales.

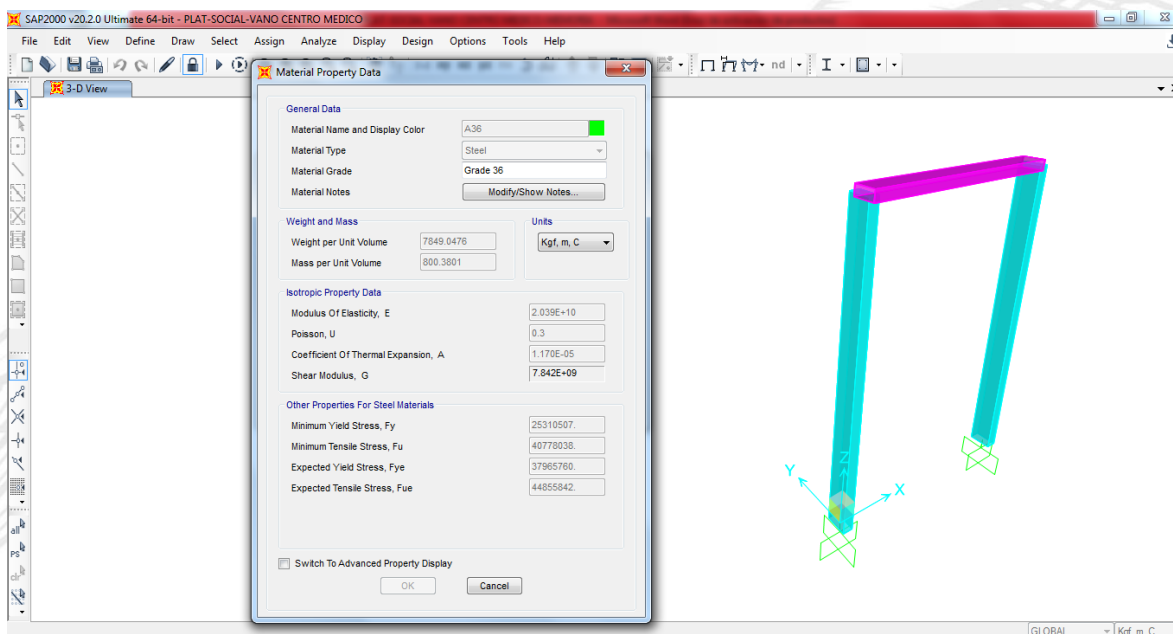


Figura 4. Definición de Materiales en el Modelo 3D

7.3 Definición de Secciones

Se define las secciones con las que se va a realizar el dibujo del modelo en el programa SAP2000, en función de las herramientas para el tipo de elementos estructurales que se consideran, así para vigas y columnas se define como elementos tipo frame o barra de dimensiones variables, además se considera para cada elemento el material

correspondiente, de acuerdo con la definición del material que se generó en el punto anterior.

RESUMEN DE SECCIONES		
Descripción	Tipo	Sección
Columnas	Perfil de Acero Tipo Cajón	200x100x2
Vigas	Perfil de Acero Tipo Cajón	100x200x3

Tabla 2. Resumen de Secciones asignadas al Modelo 3D

7.4 Definición de la Geometría

En función de la distribución, cortes longitudinales y transversales, fachadas y demás información arquitectónica disponible, se debe generar la geometría en el programa SAP2000, que se va analizar, de tal manera que se plasme en el modelo, lo más fiable a la realidad, cuidando todos los detalle, para que al finalizar la fase de análisis, se obtengan valores racionales para proceder a la etapa de diseño.

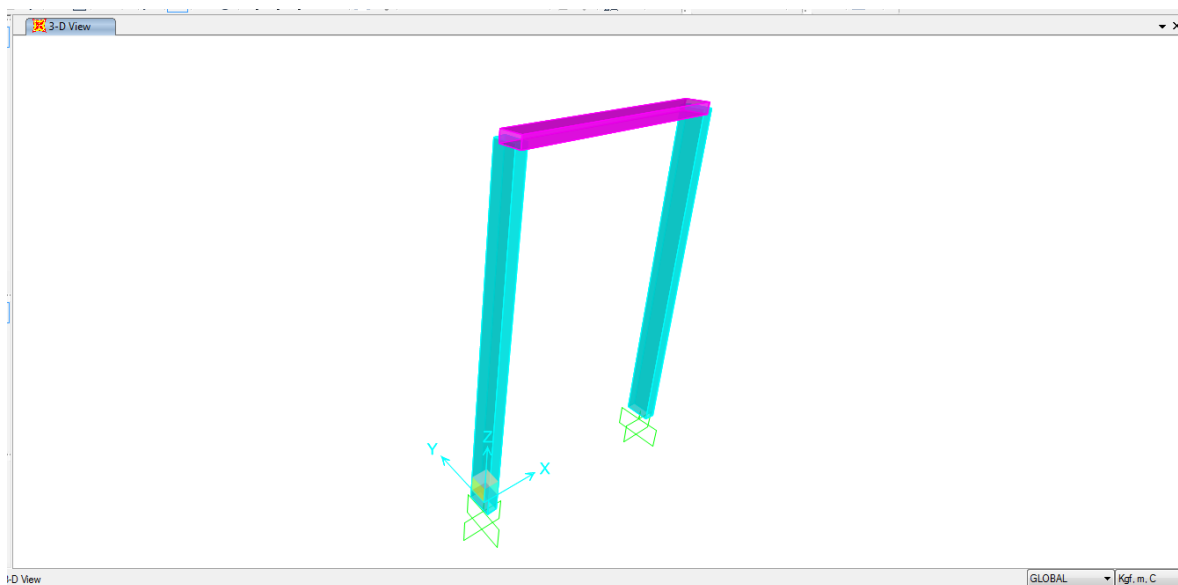


Figura 5. Modelo 3D del Sistema

8 CARGAS BÁSICAS Y COMBINACIONES

De acuerdo a la naturaleza del presente proyecto, las características, usos e importancia de la estructura a diseñarse y los códigos de diseño y construcción aplicables, se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- La estructura es de acero conformado con columnas y vigas principales.
- Los elementos deben soportar las diferentes solicitaciones, bajo las diversas condiciones de carga y sus combinaciones, considerando las más desfavorables para la etapa de diseño estructural.
- Para el presente caso el sistema se implantará sobre el nivel $N_v = \pm 0.00$, de acuerdo a la distribución arquitectónica.
- Se ha elaborado el modelo matemático estructural mediante elementos tipo frame, en tres dimensiones, considerando todas las características geométricas y las acciones bajo las diferentes condiciones de funcionamiento que representa, tratando de mostrar

la geometría lo más fielmente posible a la realidad y los materiales utilizados.

- e) Por tratarse de una readecuación, las conclusiones que aquí se manifiestan, servirían para que se efectúen la construcción de los elementos de tal manera que aseguren un comportamiento estructural adecuado y conforme a los estándares nacionales e internacionales; es decir que, se presentan los lineamientos generales y específicos para la construcción del sistema.

La estructura se analizó bajo las siguientes condiciones básicas de carga:

SOLICITACIONES	ESTADOS DE CARGA		UNIDADES
Peso Propio	PP	Peso volumétrico de los elementos que conforman la estructura y/o de cubierta modelados	[t/m ²]
Carga Muerta	D	Peso de los elementos, equipos, cargas permanentes que no se han incluido en el modelo	[t/m ²]

Tabla 3. Resumen de Cargas

8.1 Peso Propio (PP)

El peso propio de los elementos estructurales depende del material con el cual se construyen, para lo cual se determinó el peso volumétrico en las unidades correspondientes utilizadas por el programa, para acero estructural un peso volumétrico de 7.849 t/m³.

8.2 Carga Muerta (D)

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.

Para la asignación de los diferentes tipos de carga permanente, se deben aplicar directamente sobre la cara superior de los elementos tipo frame que representan la viga, se tomó como referencia la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-215, en su Capítulo de Cargas Gravitacionales NEC-SE-CG-2015.

CUANTIFICACIÓN DE CARGAS				
Se realiza el análisis para el cálculo de peso de la mampostería que va por sobre el pórtico con dimensiones de 3.3x2.0 metros				
PESO PROPIO (t/m ²)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PESO UNITARIO (kg)	PESO TOTAL (kg)
bloque liviano de 15cm de ancho	u	82.00	10.37	850.34
Hormigón simple para unión de bloques	m ³	0.18	2200.00	396.00
Enlucido e=2cm mortero 1:4	m ³	0.26	2200.00	580.80
Estucado e=1mm	m ³	0.13	1400.00	184.80
Pintura e=0.5mm	m ³	0.07	1650.00	108.90
TOTAL POR PARED (kg) =				2120.84
TOTAL POR DOS (2) PAREDES (kg) =				4241.68
LONGITUD DE VANO (m) =				2.00
PESO TOTAL DE DOS(2) PAREDES (kg/m) =				2120.84

Tabla 4. Resumen de Cargas

8.3 Combinaciones de Carga

Para el análisis de la estructura se consideran las combinaciones de cargas básicas necesarias a fin de determinar las condiciones de diseño críticas, de acuerdo a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015 en su capítulo NEC-SE-CG-2015, Cargas gravitacionales y combinaciones de carga.

- 1) D+L
- 2) 1.2*D

CARGAS	COMBINACIONES	
	Comb 1	Comb 2
Peso Propio	1	1.2
Muerta	1	1.2

Tabla 5. Resumen de Combinaciones de Carga

9 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Los resultados de las solicitaciones generadas luego del análisis estructural, para cada elemento que conforma el sistema se leyeron directamente del monitor por la facilidad que ofrece el programa para leer dichos valores en cualquier ubicación.

Los valores de momento para la zona de los apoyos en cada elemento estructural, se obtienen en la cara del apoyo, mientras que los valores de corte se obtienen a una distancia “d” de la cara del apoyo. Se presentan los diagramas de momentos y cortes máximos, considerando cargas factoradas de todos los elementos estructurales.

Además con el sistema propuesto se verifica la estabilidad local y general, los mismos que se enuncian a continuación. Del análisis pormenorizado del modelo matemático de la estructura se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Se minimizan las deformaciones laterales del sistema espacial.
- Los elementos estructurales han sido verificados para que resistan solicitaciones producidos por agentes externos e internos.
- La viga ha sido verificada para que no sobrepasen los esfuerzos admisibles de cada elemento de acuerdo a la sección propuesta.

9.1 Esfuerzos

Luego del análisis estructural se determina el esfuerzo al cual están trabajando los elementos de acero, de tal manera que en ningún caso se excedan la relación de capacidad y solicitación de cada unidad.

A continuación se muestra un resumen de la relación de esfuerzos para los elementos principales y secundarios de la estructura.

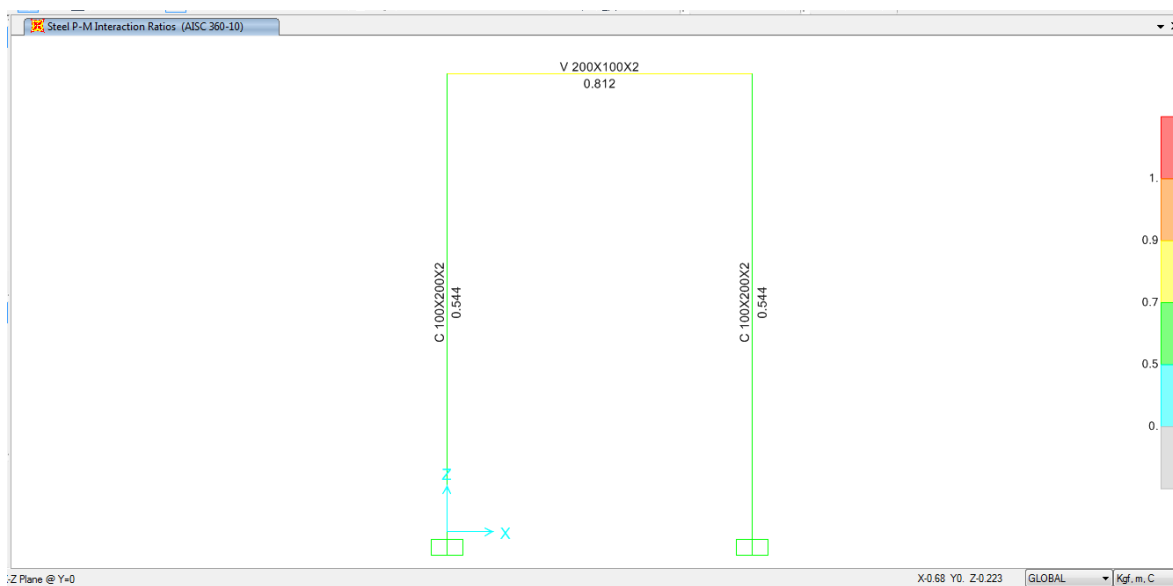


Figura 6. Comprobación de Esfuerzos

10 DISEÑO ACERO ESTRUCTURAL

Una vez superada la fase de análisis, se continúa con la verificación de esfuerzos (*diseño*) de los elementos de acuerdo con la capacidad de cada uno de ellos. Se utiliza la opción de diseño del programa SAP2000 por cuanto los datos de entrada han sido cuidadosamente verificados y se puede confiar en los resultados que se obtienen.

Se escoge la opción para diseñar los elementos de acuerdo a la metodología del AISC 360-10 para elementos de acero estructural.

En general el chequeo de esfuerzos en elementos tipo barra (frame), deben resaltarse las facilidades de diseño gráfico del programa SAP2000, que a través de un código de colores permite al diseñador encontrar las secciones o elementos que no satisfacen los requisitos de diseño, de tal forma que buena parte de los chequeos se los realiza directamente en pantalla, para las diferentes combinaciones de carga, evitando así la generación de extensos listados de resultados para verificar las condiciones óptimas de diseño.

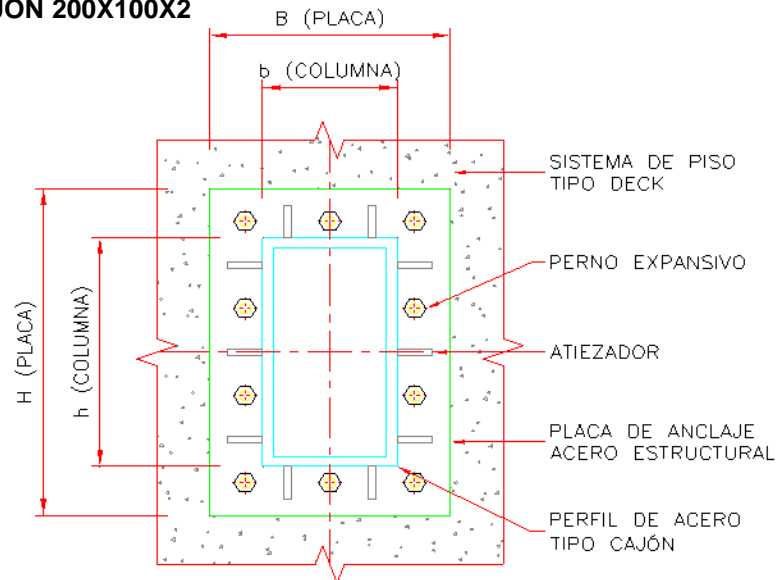
10.1 Placas de Anclajes

Placa de acero colocada entre un soporte y el elemento constructivo que recibe el esfuerzo, para reducir las tensiones sobre este elemento y realizar un empotramiento efectivo mediante rigidizadores u otros elementos.

A continuación se muestra el diseño de las placas de anclaje que se necesitan para el proyecto.

DISEÑO DE PLACA BASE PARA ANCLAJE DE COLUMNAS METÁLICAS

COLUMNA TIPO CAJÓN 200X100X2



1.- MATERIALES

$f'_c =$	240	kg/cm ²	$E_c =$	232,379	kg/cm ²	$n =$	9.04
$f_y =$	2,530	kg/cm ²	(Acero placa, ASTM A-36)	$E_s =$	2,100,000	kg/cm ²	

2.- CONEXIÓN

2.1.- CARGAS APLICADAS

Las cargas incluyen solicitaciones por viento o sismo? **NO** Factor= 1.00

Solicitaciones del Análisis Estructural		Solicitaciones del Análisis Estructural Corregidas	
$P =$	1.54 t	$P_{dis} =$	1.54 t
$M =$	0.14 t*m	$M_{dis} =$	0.14 t*m

2.2.- GEOMETRÍA DE VIGA

$B =$	200	mm	(Ancho columna)
$H =$	100	mm	(Altura columna)

2.3.- GEOMETRÍA DE PLACA

$H_{cal} =$	245	mm	(Largo placa base)	$m =$	75
$B_{calc} =$	345	mm	(Ancho placa base)	$n =$	93
$f_p =$	10	mm	(Diámetro pernos anclaje)		
$N_p =$	4	u	(Número de pernos)		
$N =$	10		(Nro. Labrados/pulgada)		
$e_p =$	10	mm	(Espesor mínimo placa base)		

2.4.- ESFUERZOS ADMISIBLES

$f_{cadm} =$	40.86	kg/cm ²
$f_e =$	1,897.50	kg/cm ²

3.- COMPROBACIÓN DE ESFUERZOS

e = 90.91 mm (Excentricidad)
D/6 = 40.83 mm

3.1.- PRIMERA CONDICIÓN (n > m)

SI APLICA

fc = 1.29 kg/cm² **OK**
Mp = 1,356.13 kg*cm
ep = 4.18 mm (espesor de placa requerido)

3.2.- SEGUNDA CONDICIÓN (e ≤ D/6)

NO APLICA, e > D/6

3.3.- TERCERA CONDICIÓN (e > D/6)

SI APLICA

At = 39.70 mm²
b = 122.50 mm
K1 = -94.77 mm
K2 = 1,332.14 mm²
K3 = ##### mm³

Y = 109.74 0.00 **Solver**
T = 36.85 kg
fc = 8.33 kg/cm²
fa = 2.64 kg/cm²
Mp1 = 6.24 t*m
Mp2 = 0.14 t*m
Mp = 6.24 t*m
ep = 7.56 mm (espesor de placa requerido)

e = 9 mm (Espesor de placa)

Tabla 6. Diseño Placa Base

10.1 Pernos de Anclajes

Los pernos de anclaje son de acero colocados entre un soporte y la placa de anclaje que recibe el esfuerzo, para reducir las tensiones sobre este elemento y realizar un empotramiento efectivo. A continuación se muestra el diseño de los pernos de anclaje que se necesitan para el proyecto.

DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE											
ELEMEN TO	PLACA BASE		MOMENT O		ANÁLISIS X-X		PERNO A 307				
	H (mm)	B (mm)	Mx (T-m)	My (T-m)	No. exteri or	T tra (t)	fy (kg/cm 2)	Ø (")	T resistenc ia 66% (t)	T solicitaci ón (t)	CRITERIO
Columna 200X100X 2	185	285	0.5 6		2	2.8 2	4210.0 0	3/8	3.96	> 2.82	OK 71.23%

Tabla 7. Diseño de Pernos de Anclaje

10.2 Flexión

Para el diseño de los elementos estructurales analizados a flexión (*vigas*), la resistencia nominal de la sección transversal (M_n) se debe reducir aplicando el factor de resistencia (Φ) a fin de obtener la resistencia de diseño (ΦM_n) de la sección. La resistencia de diseño (ΦM_n) debe ser mayor o igual que la resistencia requerida (M_u).

$$\begin{aligned} (\text{Solicitud}) &< (\text{Resistencia}) \\ (M_u) &< (\Phi M_n) \end{aligned}$$

Las vigas son elementos que están principalmente sometidos a una carga perpendicular a su eje longitudinal, que produce momentos y fuerzas cortantes y prácticamente no hay carga axial.

Una viga está bajo un momento flector constante, se trata de encontrar los esfuerzos, deformaciones y curvaturas en cualquier nivel, medidos desde el eje neutro. Para ello se requiere cinemática, equilibrio y las leyes constitutivas del material

A continuación se presenta el resumen de gráficos de momentos de las solicitaciones en la viga, mediante el programa SAP2000.

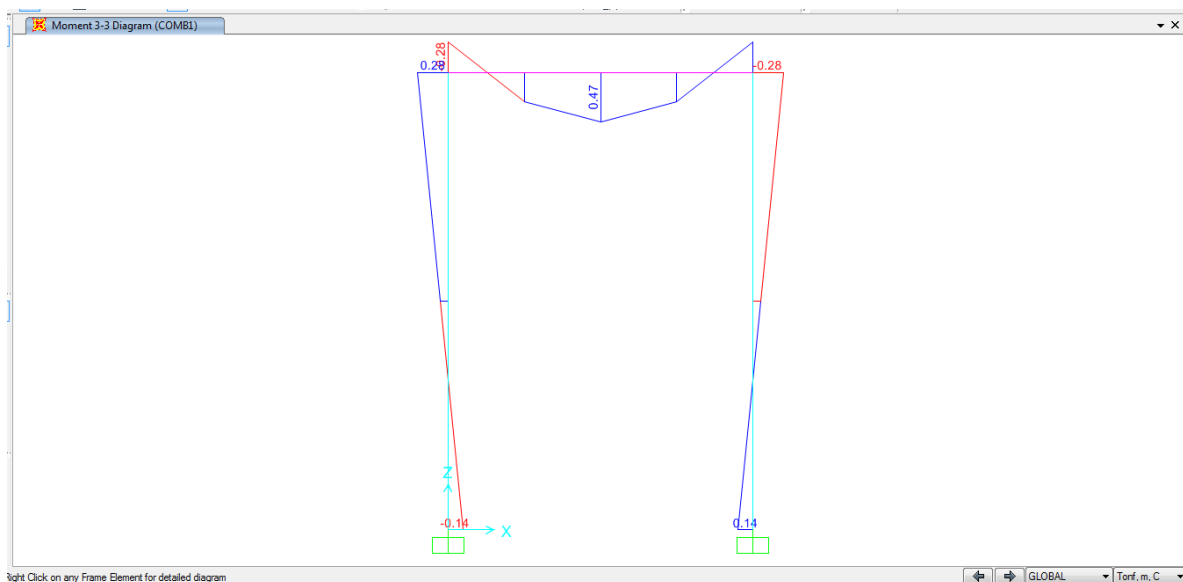


Figura 7. Diagrama de Momentos

Toda sección sujeta a flexión se diseñará de manera que siempre la combinación de esfuerzos actuantes, sea menor que las combinaciones de momento flector resistentes.

A continuación se muestran los gráficos de relación de esfuerzos que se obtuvieron del programa de análisis estructural denominado SAP2000.

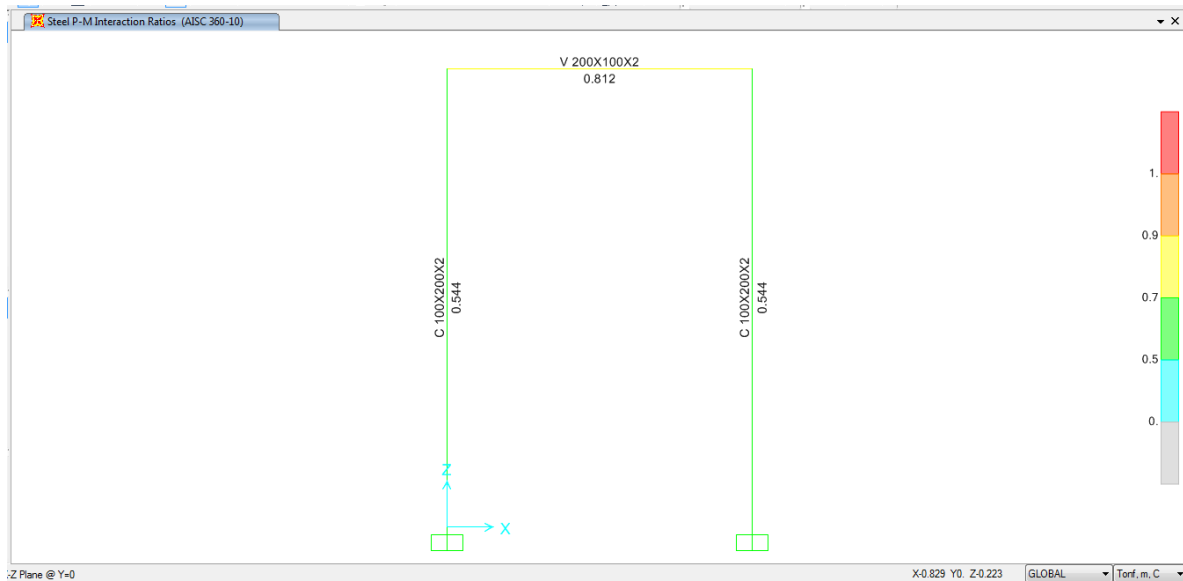
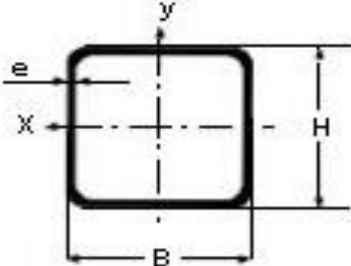


Figura 8. Relación de Esfuerzos

A continuación se muestran las tablas del diseño de los elementos estructurales analizados, en el que se muestran su capacidad de resistir efectos de sollicitaciones internas y externas.

CAPACIDAD DE SECCIONES TUBULARES			
1.- Datos Iniciales			
	H=	100	mm
	e _H =	2	mm
	B=	200	mm
	e _B =	2	mm
	f _y =	2530	kg/cm2
	(E/f _y) ^{.5} =	28.42	
	k _c =	0.58	eH Correcto
	k =	1.00	
L= 3.5 m			
2.- Condiciones de los Elementos			
Eje (X-X)		H/e= 48.00	
		B/e= 98.00	
Eje (Y-Y)			
ELEMENTO COMPACTO AISC 360-10			
Alma Compacta		Patín no Compacto	
Patín Esbelto		Alma no Compacta	
ELEMENTO DÚCTIL AISC 341-10			
Alma Moderadamente Dúctil		Patín Dúctil	
Patín No Dúctil		Alma Dúctil	
3.- Propiedades Geométricas			
Área=	11.84	Peso=	9.29
Inercia I _{xx} =	221.60	Inercia I _{yy} =	643.04
	cm2		kg/m
	cm4		cm4

J=	508.80	cm4	Cw=	0.00	cm6
rx=	4.33	cm	ry=	7.37	cm
Sx=	44.32	cm3	Sy=	51.81	cm3
Zx=	48.42	cm3	Zy=	78.02	cm3

4.- Resistencia a Flexión

ØMnx=	0.55	t*m
Max=	0.33	t*m

Tabla 8. Diseño de Viga 200x100x2

10.3 Flexo-Compresión

La fuerza axial es la que va en la dirección del eje del elemento estructural analizado y puede ser de tracción o de compresión. Según esta tendencia depende el tipo de diseño a utilizar, así mismo este diseño varía según el tipo de material; siendo los más empleados el hormigón armado y el acero estructural.

El diseño de un elemento comprimido se basa fundamentalmente en la resistencia de su sección transversal, solicitada a una combinación de flexión y carga axial que debe satisfacer tanto la condición de equilibrio de fuerzas como la condición de compatibilidad de las deformaciones.

Luego la resistencia a la combinación de carga axial y momento (P_n , M_n) se multiplica por el factor de reducción de la resistencia (Φ) que corresponda para determinar la resistencia de diseño (ΦP_n , ΦM_n) de la sección. La resistencia de diseño debe ser mayor que la resistencia requerida.

$$\begin{aligned} (\text{Solicitud}) &< (\text{Resistencia}) \\ (P_u, M_u) &< (\Phi P_n, \Phi M_n) \end{aligned}$$

El procedimiento general es suponer un perfil y luego calcular su resistencia de diseño. Si la resistencia es muy pequeña (insegura) o demasiado grande (antieconómica), deberá hacerse otro tanteo. Un enfoque sistemático para hacer la selección de tanteo es como sigue:

- Seleccionar un perfil del cual se debe obtener las propiedades geométricas.
- Calcular la resistencia de la sección seleccionada.
- Comprobar si la resistencia calculada del perfil seleccionado inicialmente es muy cercana al valor de la solicitud. De otra manera, repita todo el procedimiento hasta conseguir una convergencia razonable.

A continuación se muestra los gráficos de carga axial en cada eje para las columnas analizadas mediante el programa SAP2000.

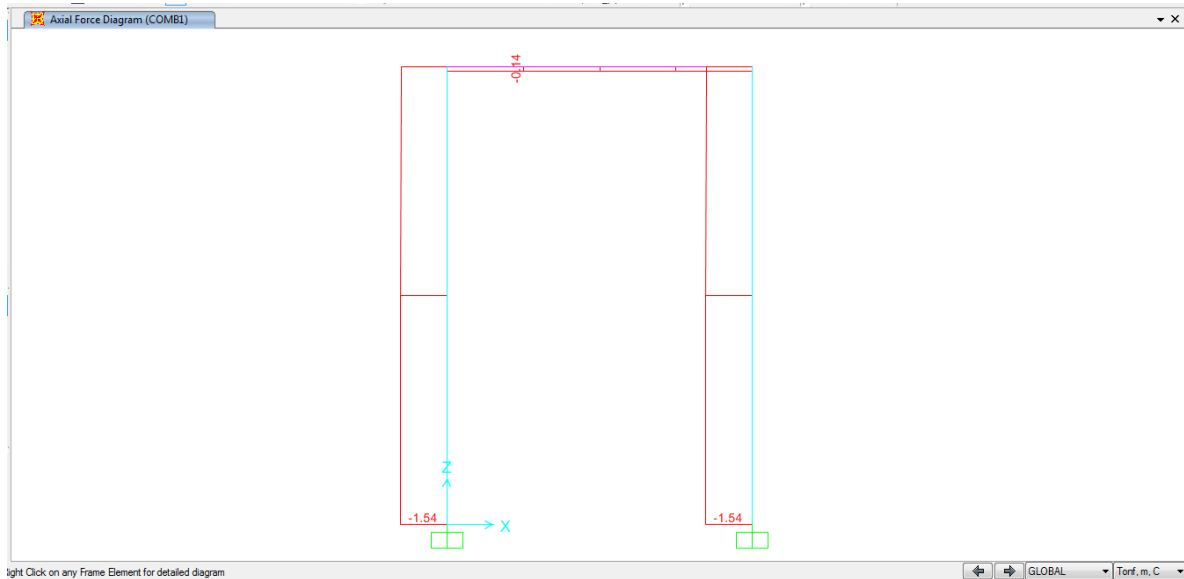


Figura 9. Carga Axial en Columnas

A continuación se muestra los gráficos de momento en las columnas analizadas mediante el programa SAP2000.

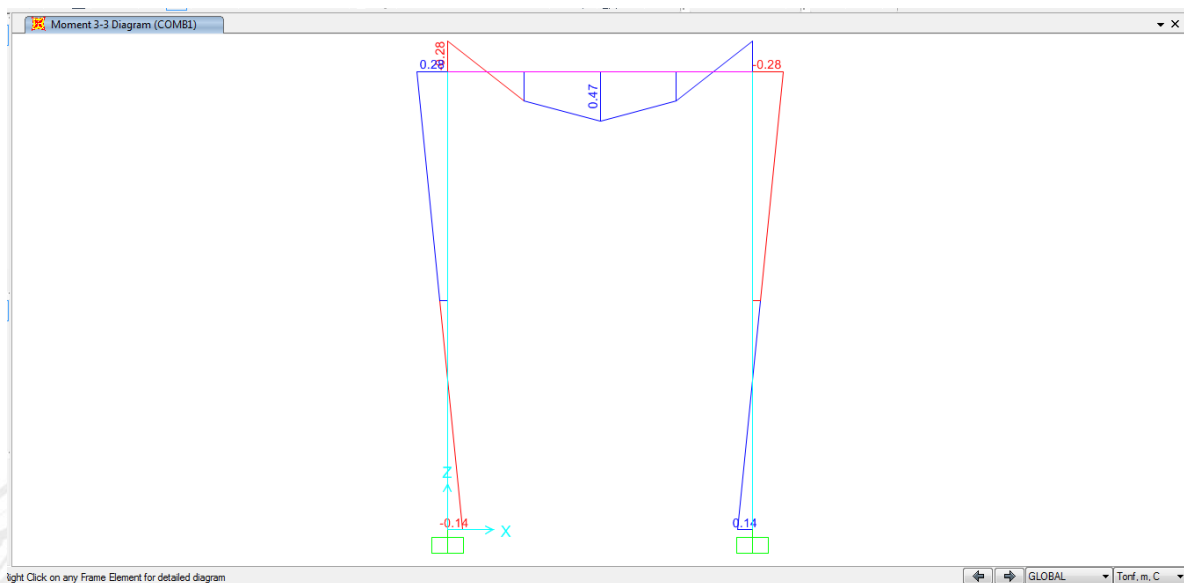


Figura 10. Momento en Columnas M3-3

Toda sección sujeta a flexo-compresión se diseñará de manera que siempre la combinación de esfuerzos actuantes, sea menor que los esfuerzos resistentes.

A continuación se muestran las tablas del diseño de los elementos estructurales analizados, en el que se muestran su capacidad de resistir efectos de solicitaciones internas y externas.

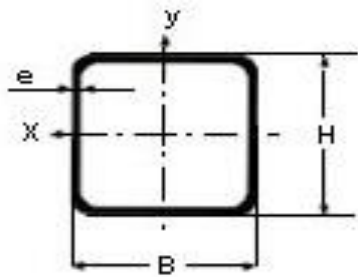
CAPACIDAD DE SECCIONES TUBULARES			
1.- Datos Iniciales			
	H=	100	mm
	e _H =	2	mm
	B=	200	mm
	e _B =	2	mm
	f _y =	2530	kg/cm2
	(E/f _y) ^{.5} =	28.42	
	k _c =	0.58	eH Correcto
	k =	1.00	
L= 0.8 m			
2.- Condiciones de los Elementos			
		H/e= 48.00	
		B/e= 98.00	
Eje (X-X)			Eje (Y-Y)
ELEMENTO COMPACTO AISC 360-10			
Alma Compacta			Patín no Compacto
Patín Esbelto			Alma no Compacta
ELEMENTO DÚCTIL AISC 341-10			
Alma Moderadamente Dúctil			Patín Dúctil
Patín No Dúctil			Alma Dúctil
3.- Propiedades Geométricas			
Área=	11.84	cm2	Peso= 9.29 kg/m
Inercia I _{xx} =	221.60	cm4	Inercia I _{yy} = 643.04 cm4
J=	508.80	cm4	C _w = 0.00 cm6
r _x =	4.33	cm	r _y = 7.37 cm
S _x =	44.32	cm3	S _y = 51.81 cm3
Z _x =	48.42	cm3	Z _y = 78.02 cm3
4.- Resistencia Axial			
Pandeo Flexural	ØP _{nx} =	26.48	t
	P _{ax} =	15.86	t
	ØP _{ny} =	26.79	t
	P _{ay} =	16.04	t
Pandeo Torso-Flexural	ØP _{nz} =	26.90	t
	P _{az} =	16.11	t
5.- Resistencia a Flexión			
		ØM _{nx} =	0.55 t*m
		Max=	0.33 t*m
		ØM _{ny} =	0.90 t*m
		May=	0.54 t*m

Tabla 9. Diseño de Columna 100x200x2

10.4 Conexión Viga Principal y Secundaria

Existen varios tipos de conexiones viga columna, dentro de este amplio grupo destacan tres tipos básicos de conexiones viga columna:

- a) Cuando una conexión cuenta con una resistencia completa a momento y por lo tanto, a la rotación se le llama conexión rígida.
- b) Una conexión que no opone ninguna resistencia a la rotación se conoce como simple.
- c) Existe además otro tipo de conexiones cuyas características rotacionales caen en algún punto entre las de los dos tipos antes mencionados; este tipo de conexiones recibe el nombre de semirrígidas.

En la práctica resulta imposible lograr que una conexión sea totalmente rígida o flexible, es por esa razón que para clasificarlas se ha considerado el porcentaje de restricción total a momento - rotación que se desarrolla en la conexión.

En los planos de la Ingeniería Estructural se puntualizarán los detalles constructivos de estos elementos.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se analizó el pórtico tal como se pretende construir, el comportamiento es el adecuado.

Se analizaron las estructuras, considerando que no tenga afectación con los diseños arquitectónicos.

Se realizó el diseño de los elementos estructurales, considerando los elementos más esforzados para verificar que su capacidad esté dentro de los rangos aceptables razonables de resistencia.

El constructor deberá proveer el sistema de conexiones con la mampostería, de tal manera que se cumpla la filosófica de diseño estructural, evitando de esta manera el colapso de la estructura, frente a las acciones de fuerzas horizontales equivalente producidas por eventuales movimientos sísmicos.

Se recomienda que antes de proceder a ejecutar los trabajos preliminares propuesto en el presente documento, se realice una visita técnica para conocer las condiciones reales de implantación del proyecto, de esta manera comprobar y ratificar los parámetros de diseño.

Ing. Carlos Avelino Córdova Santafé
EXPERTO ESTRATÉGICO
PROYECTO INMOBILIARIO ESTRATÉGICO
SERVICIO DE GESTIÓN INMOBILIARIA DEL SECTOR PÚBLICO INMOBILIAR