

**SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS
MINISTERIO DE CULTURA**

ESPACIOS DE VIDA

MEMORIAS DE DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

ESTUDIO ESTRUCTURAL SEGÚN EL

**REGLAMENTO COLOMBIANO DE
CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE
NSR-10**

26

26-CA- CORINTO- CASA DE LA CULTURA

Bogotá D.C. Noviembre de 2012

INDICE

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	5
3.-	ESTUDIOS E INVESTIGACIONES REALIZADAS	6
3.1.-	INSPECCIÓN DEL EDIFICIO	6
3.2.-	PRUEBAS Y ENSAYOS	6
3.2.1.-	METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS Y ENSAYOS DE CAMPO	7
4.-	CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ORIGINAL.....	7
5.-	ESTADO DE LA ESTRUCTURA	7
6.-	CARGAS.....	8
6.1.-	CARGAS MUERTAS Y VIVAS DE DISEÑO	8
6.2.-	MOVIMIENTO SÍSMICO DE DISEÑO	8
7.-	CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	9
7.1.-	GRADO DE IRREGULARIDAD Y AUSENCIA DE REDUNDANCIA	9
7.2.-	FUERZAS SÍSMICAS	11
8.-	COMBINACIONES DE CARGA	11
9.-	RELACIÓN ENTRE DEMANDA Y CAPACIDAD.....	12
9.1.-	ÍNDICE DE SOBRESFUERZO DE LOS ELEMENTOS	12
9.1.-	ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD	13
10.-	ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO.....	13
11.-	CRITERIOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	15
12.-	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	15
13.-	VERIFICACIÓN CIMENTACIÓN.....	16
14.-	ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES	19
15.-	CRITERIO DE DISEÑO.....	19
16.-	NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION	19

INDICE TABLAS

Tabla 4 Cargas Vivas.....	8
Tabla 5 Irregularidades en planta.....	9
Tabla 5 Irregularidades en Altura.....	10
Tabla 7 Factores de reducción de resistencia por ausencia de redundancia	10

MEMORIA DE DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL CORINTO- CASA DE LA CULTURA CAUCA

1.- INTRODUCCIÓN

La presente memoria corresponde a la edificación antes mencionada que forma parte del proyecto Espacios de Vida de acuerdo con el contrato suscrito entre la Sociedad Colombiana de Arquitectos SCA e INGESTRUCTURAS LTDA, para realizar el estudio estructural en los términos del capítulo A-10 de las Normas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, NSR-10.



Figura 1. Vista general de la fachada del edificio

Para la evaluación de la edificación existente, sus modificaciones o ampliaciones, se ha seguido un proceso normativo que incluye las etapas de inspección, evaluación, pruebas y ensayos, revisión analítica, propuesta de intervención y soluciones constructivas, que tomen en cuenta los aspectos de resistencia, ductilidad, comportamiento y estabilidad de la estructura.

2.- CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

De acuerdo con la inspección realizada al inmueble y la propuesta arquitectónica, se trata de una edificación de un (1) piso de altura. La configuración de la edificación es regular tanto en planta como en altura. Su sistema estructural es de mampostería convencional.

La placa de contrapiso es de 10 cm. La cubierta consiste en teja de barro y en cielo raso en bareque. El proyecto contempla la rehabilitación de un sector de la construcción y la construcción de una obra nueva en estructura metálica. En este último caso, no se intervienen los muros.

Las cargas se trasladan por medio de los propios muros a la cimentación.

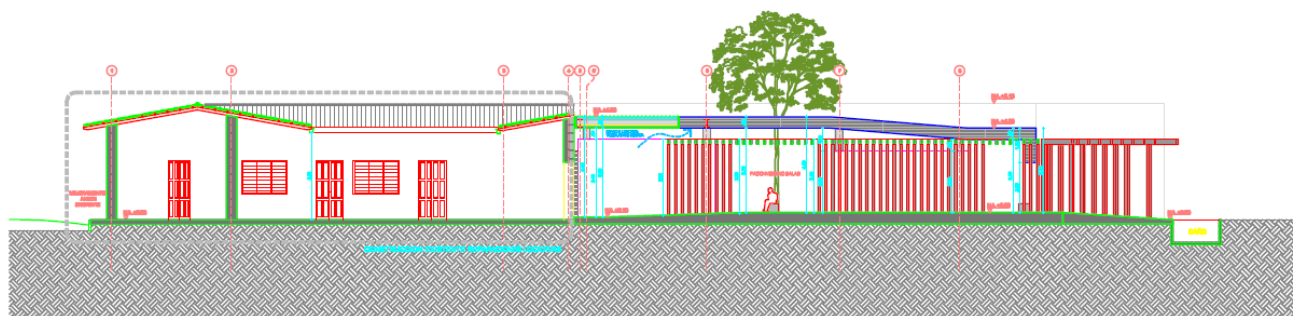


Figura 2. FACHADA

Localización:

Dirección: Barrio La Elvira

Ciudad: CORINTO

Numero de sótanos: 0

Numero de pisos: 1

Características del ingreso

Acceso peatonal: SI

Escaleras: NO

Rampa: NO

Acceso vehicular: NO

Características externas

Andenes: SI

Zonas verdes: SI

Características de la fachada

Tipo de fachada: COLONIAL

Tipo de muros: MAMPOSTERIA
Tipo de ventanas: MADERA

PISO 1

Piso del sótano: BALDOSA
Nivel del Piso 1: +0.00

ENTREPISOS

Placas de entrepiso: NO

CUBIERTA

Tipo de cubierta: teja bareque - barro

Edificios vecinos

SI

Materiales característicos

Concreto: NO

Acero: NO

Mampostería: muros bloque

El proyecto contempla la rehabilitación que se deriva de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. Las cargas se trasladan por medio de columnas a la cimentación.

3.- ESTUDIOS E INVESTIGACIONES REALIZADAS

3.1.- INSPECCIÓN DEL EDIFICIO

Para establecer la condición del edificio y cada uno de sus elementos, se realizó un recorrido en el cual se identificaron los aspectos relacionados al estado de conservación, deterioros, fisuras, etc. Al mismo tiempo se identificaron los elementos estructurales tales como columnas de concreto, viguetas y vigas de los entrepisos y la estructura de cubierta.

En general es una estructura en buen estado y su análisis está dirigido a la verificación de su comportamiento sísmico.

3.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS

Básicamente el concreto es un compuesto de gran heterogeneidad por las características variables de los elementos que lo conforman: cemento, arena, agregado y agua, por lo que existe un infinito

número de combinaciones o dosificaciones de estos materiales para obtener un producto cuyas propiedades deseadas no sólo dependen de sus componentes y del proceso de fabricación, sino también de los procedimientos de manejo como el transporte, vaciado, colocación y curado. Probablemente con lo anterior se comprende la necesidad de conocer algunas de las propiedades del concreto que permitan determinar su calidad, para lo cual se recurre a la realización de ensayos o pruebas.

3.2.1.- METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS Y ENSAYOS DE CAMPO

Con el propósito de establecer las propiedades de los materiales, sus características y parámetros con los que se realizó la evaluación estructural, se estableció un plan de pruebas que enseguida se describen:

- Ferroscañ (Para la localización del acero. Estas evaluaciones evitan el daño que se presenta en caso de realizar demoliciones para establecer el acero de refuerzo.)
- Núcleos (Para evaluar la resistencia)
- Pruebas de esclerómetro (Ensayo no destructivo para evaluar la resistencia y homogeneidad del concreto de la estructura)

4.- CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ORIGINAL

De acuerdo con la Norma NSR-10, esta calificación se define en los términos de la mejor tecnología existente para la época en que se construyó la edificación. Después de recorrer, inspeccionar y evaluar la calidad de los materiales se aprecia que se trata de una edificación desarrollada con la mejor técnica constructiva de su época. Aceptable conformación de su estructura en cuanto a geometría y buen aspecto de los elementos estructurales en cuanto a resistencia y durabilidad.

Para efectos de aplicar la Tabla A.10-4-1 contenida en la NSR-10 respecto a la calificación del diseño y la construcción, se considera que es BUENA.

5.- ESTADO DE LA ESTRUCTURA

No se aprecian manifestaciones de daño que indiquen problemas de asentamientos o inconvenientes relacionados con la cimentación. No se presentan daños relevantes en la

estructura. Por las razones anteriores, la calificación del estado de la estructura existente de acuerdo con la Tabla A.10-4-1 establecida en la NSR-10 es BUENA.

6.- CARGAS

6.1.- CARGAS MUERTAS Y VIVAS DE DISEÑO

Las cargas muertas se calcularon de acuerdo con el peso propio de todos los elementos considerados a partir de la masa de los materiales según la densidad utilizando para ello los valores mínimos establecidos en el Título B, tabla B.3.2-1 y las cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales y verticales del Reglamento NSR-10. En los anexos se encuentran las cargas muertas consideradas para el análisis.

De acuerdo con el uso que tendrá la edificación se definieron las cargas vivas a utilizar en el diseño. Fueron definidos los siguientes usos con sus respectivas cargas vivas según la tabla B.4.2.1-1 del Reglamento NSR-10.

Tabla 1 Cargas Vivas

Ocupación o uso	Carga Uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Corredores y escaleras	300
Entrepiso	200
Cubierta Liviana	50

En los anexos se encuentra el resumen de las cargas vivas de diseño para cada una de las plantas de la edificación de acuerdo a los usos de la tabla anterior.

6.2.- MOVIMIENTO SÍSMICO DE DISEÑO

USO

El uso de la edificación corresponde a estructuras de ocupación especial en el literal (f) Edificios gubernamentales, perteneciendo al Grupo de Uso II.

La edificación se encuentra en el Municipio de Corinto Departamento del Cauca por esta razón para efectos del cálculo de las fuerzas, se determinaron los siguientes parámetros sísmicos:

1. $A_a = 0.25$
2. $A_v = 0.25$
3. $F_a = 1.30$
4. $F_v = 1.90$

7.- CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA

La edificación reforzada se clasifica como EDIFICACIÓN EN MAMPOSTERÍA, el cual corresponde a una estructura espacial resistente a momentos esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y las fuerzas horizontales.

Conforme con el material de la estructura y de las características del sistema de resistencia sísmica, se establece el grado de disipación de energía del presente proyecto corresponde a:

Disipación de Energía Especial.

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, para el sistema estructural de mampostería convencional en nivel de amenaza sísmica alta se permite diseñar estructuras con capacidad especial de disipación de energía DES. Por lo tanto, el coeficiente de capacidad de disipación de energía básico utilizado, de acuerdo con las normas NSR-10, es de $R_0=5.0$.

7.1.- GRADO DE IRREGULARIDAD Y AUSENCIA DE REDUNDANCIA

Se analizó la geometría y rigidez del modelo para determinar sus irregularidades de acuerdo a los parámetros de la Norma.

Tabla 2 Irregularidades en planta

Tipo	IRREGULARIDAD	SI	NO	ϕ_π
1aP	Irregularidad torsional		X	1
1bP	Irregularidad torsional extrema		X	1
2P	Retrocesos en las esquinas		X	1

3P	Discontinuidades en el diafragma		X	1
4P	Desplazamientos del plano de acción de elementos verticales		X	1
5P	Sistemas no paralelos		X	1
	Valor ϕ_p	1.0		

Tabla 3 Irregularidades en Altura

Tipo	IRREGULARIDAD	SI	NO	ϕ_a
1aA	Piso flexible (Irregularidad en rigidez)		X	1
1bA	Piso flexible (Irregularidad extrema en rigidez)		X	1
2A	Irregularidad en la distribución de masas		X	1
3A	Irregularidad geométrica		X	1
4A	Desplazamientos dentro del plano de acción		X	1
5aA	Piso débil-Discontinuidad en la resistencia		X	1
5bA	Piso débil-Discontinuidad extrema en la resistencia		X	1
	Valor ϕ_a	1		

Los factores de reducción de resistencia por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica en cada una de las direcciones son:

Tabla 4 Factores de reducción de resistencia por ausencia de redundancia

Factor	
ϕ_{rx}	1.00
ϕ_{ry}	1.00

Los cálculos se presentan en los anexos.

7.2.- FUERZAS SÍSMICAS

Las fuerzas sísmicas se calcularon mediante el método del análisis dinámico como se establece en el Capítulo A.5 del Código.

8.- COMBINACIONES DE CARGA

El modelo estructural se evaluó para las condiciones de un sismo de diseño según lo establecido en la NSR-10. Para efectos de la revisión del diseño de cada uno de los elementos estructurales, se utilizaron las combinaciones de carga establecidas en el título B.2.4.2 y se enumeran a continuación:

1.4D
 1.2D+1.6L+0.5Lr
 1.2D+1.6Lr+1.0L
 1.2D+1.0L+0.5Lr
 1.2D+1.0E+1.0L
 0.9D
 0.9D+1.0E

Donde D es la carga muerta, L la carga viva, Lr carga viva sobre la cubierta y E carga sísmica.

Sin embargo, de acuerdo a las condiciones de carga a las que se verá sometida la estructura se determinan las combinaciones correspondientes. Las combinaciones de carga con las cuales se obtiene la envolvente de los mayores efectos en los miembros estructurales, son las siguientes:

1. 1.4D0+1.4DL
2. 1.2D0+1.2DL+1.6LL+0.5LLR
3. 1.2D0+1.2DL+1LL+1.6LLR
4. 1.2D0+1.2DL+1LL+0.5LLR
5. 1.2D0+1.2DL+1LL+1EQX+0.3EQY
6. 1.2D0+1.2DL+1LL-1EQX-0.3EQY
7. 1.2D0+1.2DL+1LL+1EQX-0.3EQY
8. 1.2D0+1.2DL+1LL-1EQX+0.3EQY
9. 1.2D0+1.2DL+1LL+0.3EQX+1EQY
10. 1.2D0+1.2DL+1LL-0.3EQX-1EQY
11. 1.2D0+1.2DL+1LL+0.3EQX-1EQY
12. 1.2D0+1.2DL+1LL-0.3EQX+1EQY
13. 0.9D0+0.9DL
14. 0.9D0+0.9DL+1EQX+0.3EQY
15. 0.9D0+0.9DL-1EQX-0.3EQY
16. 0.9D0+0.9DL+1EQX-0.3EQY
17. 0.9D0+0.9DL-1EQX+0.3EQY

18. $0.9D_0+0.9DL+0.3EQX+1EQY$
19. $0.9D_0+0.9DL-0.3EQX-1EQY$
20. $0.9D_0+0.9DL+0.3EQX-1EQY$
21. $0.9D_0+0.9-0.3EQX1EQY$

Donde D_0 es el peso propio de los elementos estructurales, DL el peso adicional que soportara la estructura, LL la carga viva, LLR carga viva sobre la cubierta, EQX la carga sísmica en sentido X y EQY la carga sísmica en el sentido Y.

9.- RELACIÓN ENTRE DEMANDA Y CAPACIDAD

Con el fin de realizar el estudio de la estructura existente se debe determinar si la edificación actual está en capacidad de resistir y comportarse de acuerdo a lo establecido en la NSR-10. De acuerdo a lo anterior, y con el resultado del análisis se obtienen los diferentes parámetros con los cuales se califica el grado de vulnerabilidad por medio del cálculo de la relación entre la demanda y la capacidad de la estructura, lo cual se define como la evaluación de los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad que se definen a continuación:

9.1.- ÍNDICE DE SOBRESFUERZO DE LOS ELEMENTOS

Se refiere al índice de sobreesfuerzo de cada uno de los elementos estructurales individuales. Dicho índice se calcula comparando la resistencia efectiva que posee el elemento actual contra los nuevos esfuerzos que produce la aplicación de la fuerza sísmica bajo los criterios de las normas vigentes.

En resumen, al dividir el esfuerzo actuante por la resistencia efectiva del elemento, se obtiene un índice que si supera la unidad, significa que a dicho elemento le hace falta determinada cantidad de refuerzo para absorber satisfactoriamente las nuevas solicitaciones. La resistencia efectiva de los elementos existentes se evalúa teniendo en cuenta la calificación en cuanto a calidad y estado de la construcción, afectándola por los siguientes factores de reducción:

- Reducción de resistencia por calidad de la obra: $\phi_c = 1.0$
- Reducción de resistencia por estado de la estructura: $\phi_e = 1.0$

El índice de sobreesfuerzo de la estructura actual corresponde al mayor valor obtenido de los índices para los elementos.

En los anexos se presentan los índices detallados de sobreesfuerzo de la estructura. De los resultados obtenidos se puede concluir que dichos índices sobrepasan en algunos elementos los valores permitidos por las actuales normas, por lo tanto se determina que la edificación requiere intervención en dichos elementos.

9.1.- ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD

Indica la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por el reglamento. Para edificaciones convencionales, es decir estructuras que presentan placas de entrepiso y conforman diafragmas rígidos que concentran su masa en estos puntos, la evaluación de la deriva se realiza teniendo en cuenta la definición proveniente del código que es: “Se entiende por deriva el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos dispuestos en la misma línea vertical en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación”.

Una vez se realizó la modelación, se procedió a evaluar la respuesta en términos de las derivas cuyo límite es del 1%. El control de los desplazamientos excesivos causados por las fuerzas sísmicas en la estructura evita el aumento de los momentos debidos a los efectos de segundo orden en los elementos principales del pórtico, y limita el daño en elementos no estructurales.

El índice de flexibilidad se define como el cociente entre la deflexión máxima o deriva obtenida del análisis de la estructura existente y la permitida por el Reglamento para cada uno de los pisos de la edificación.

Las deflexiones en la estructura son aceptables, por lo tanto no es necesario el diseño de elementos que contribuyan con el control de las derivas, las derivas son mínimas.

10.- ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO

Como criterio general se establece que la evaluación sísmica realizada a la edificación corresponde a la aplicación de las actuales normas NSR-10 las cuales son posteriores a la construcción del edificio, razón por la cual, una vez se determina la vulnerabilidad, se propone su

intervención o rehabilitación con el fin de lograr que el edificio esté en condiciones de soportar la acción sísmica establecida en las normas, es decir, mejore su respuesta a un nivel superior al que poseía antes de su intervención.

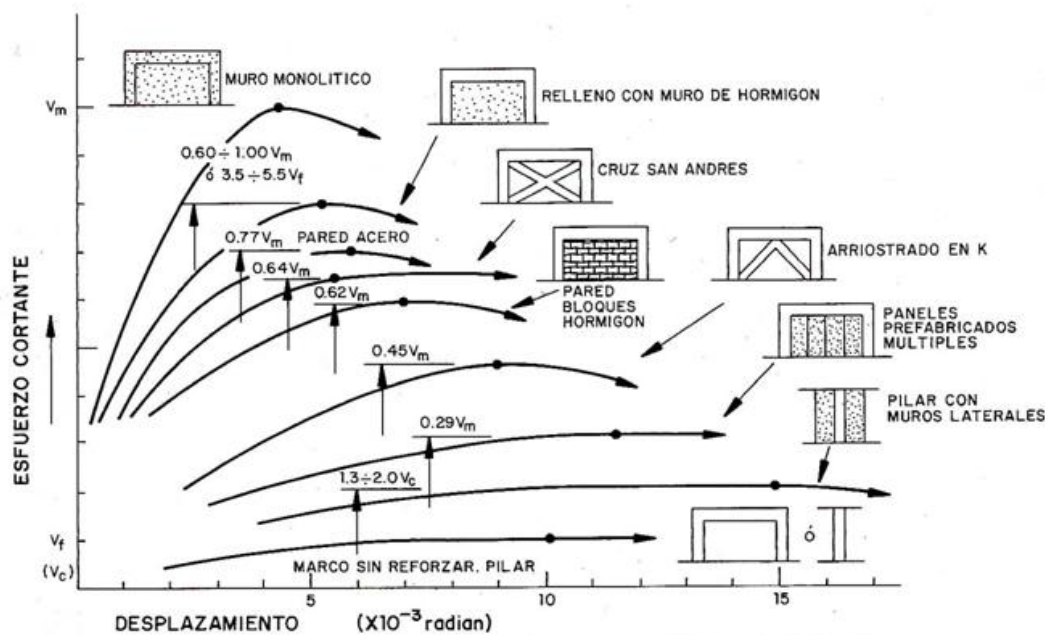


Figura 3. Eficiencia de los distintos sistemas de rigidización

Los factores que se tomaron en cuenta en la selección de alternativas fueron variados y resulta complejo realizar una lista de ellos puesto que están relacionados con el tipo de edificio, su uso, la funcionalidad, la edad, su ocupación, el valor patrimonial, la capacidad de disipación de energía, el respeto por los bienes públicos, la importancia del inmueble, etc.

En la Figura 7 se ilustra de manera ejemplar, la respuesta que ofrecen las distintas alternativas de rigidización frente a las fuerzas sísmicas.

Independiente de la ductilidad que cualquiera de las alternativas señaladas puede aportar, se aprecia la diversidad de casos que se presentan desde la incorporación de muros laterales, paneles prefabricados, arriostramientos en V, paredes de bloques, arriostramientos en X o cruz de San Andrés, paredes de acero, rellenos de muros de concreto o muros monolíticos conocidos en

nuestro medio como pantallas. Es claro entonces que la solución de mayor eficiencia está relacionada con la conformación de pantallas o muros de concreto de ciertas características.

En cualquier caso, la incorporación de los elementos, cualquiera que ellos sean, debe consultar la disposición arquitectónica para minimizar su impacto tanto desde el punto de vista de la disposición de los espacios como de la funcionalidad. Existen casos en los que la variable arquitectónica es determinante en la definición del reforzamiento aun cuando en otros casos las situaciones exigen una solución eminentemente estructural.

Por otra parte, a las consideraciones anteriores sobre los sistemas estructurales de reforzamiento deben agregarse las necesidades de intervención de los elementos tales como columnas, vigas o placas en los que se presentan diversas alternativas en cuanto al aumento de capacidad resistente o incremento de su rigidez y en algunos casos el mejoramiento de su ductilidad.

11.- CRITERIOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

La solución del reforzamiento estructural se enfocó en la minimización del impacto de las obras sobre el inmueble garantizando la satisfacción de los requerimientos de Ley en cuanto a la eliminación de la vulnerabilidad sísmica, buscando la mayor eficiencia posible. La rehabilitación desde el punto de vista de comportamiento estructural, está dirigida a satisfacer los requerimientos normativos y con ellos los criterios que inspiraron la norma NSR-10 para garantizar en el tiempo, la conservación del inmueble con la garantía del mejor comportamiento ante la eventualidad de movimientos sísmicos.

Para el control de los índices de sobreesfuerzo de la estructura se planteó rehabilitar la edificación mediante el revestimiento de los muros de mampostería con un sistema de pañete estructural en toda su extensión, en una de sus dos caras.

12.- ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

El comportamiento dinámico y sísmico de la estructura está representado por la relación existente entre la masa que posee la estructura y la rigidez de la misma, es decir, en el porcentaje de masa que se logra acumular para excitarse en cada uno de los modos de vibración.

De acuerdo a las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se deben incluir en el análisis dinámico, todos los modos que contribuyan de manera significativa a la respuesta dinámica de la estructura. Para tal efecto se deben incluir la cantidad de modos suficientes para acumular por lo menos el 90 por ciento de la masa total de la estructura en cada una de las direcciones de análisis.

PROGRAMA DE COMPUTADOR

Mediante el uso del programa *EngSolutions RCB v.8.2.3*, de propiedad del suscrito, se analiza y confecciona la estructura tridimensionalmente. Mediante un proceso interactivo se crea la estructura con lo cual se define la geometría y conformación de la estructura. El programa calcula inicialmente la matriz de rigidez, considerando deformaciones axiales y de corte, y a partir de ella, obtiene las deformaciones, reacciones y elementos mecánicos para el correspondiente diseño.

El primer resultado del análisis estructural permitió evaluar la magnitud de los desplazamientos y a partir de ellos las derivas correspondientes. Una vez la estructura cumplió con los requisitos de control de la deriva que se transcriben mas adelante, se procedió al diseño de los elementos estructurales, utilizando el Método de la Resistencia Ultima, de conformidad con lo establecido en la Norma NSR-10. Para ello se tuvo en cuenta los efectos causados por el sismo de diseño mediante la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, mediante la reducción de las fuerzas al dividir las por el coeficiente de reducción de capacidad de disipación de energía **R**.

El diseño se realizó de acuerdo con los requisitos propios del sistema estructural de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Los despieces se realizaron de acuerdo con el grado de capacidad de disipación para los valores más desfavorables obtenidos de las combinaciones mas desfavorables señaladas anteriormente. Las columnas se diseñaron según su comportamiento biaxial de acuerdo con el Método de Bresler.

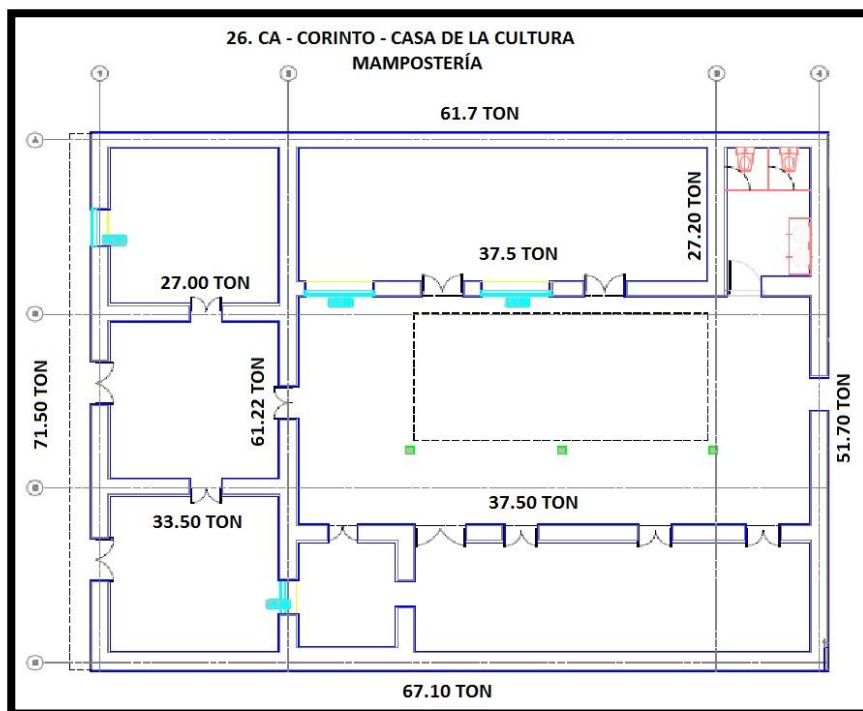
13.- VERIFICACIÓN CIMENTACIÓN Y DISEÑO DE ZAPATAS ESTRUCTURA METÁLICA

Se procedió a realizar la evaluación analítica de la edificación para establecer las cargas que se transmiten al suelo. Para este efecto, se definieron las cargas muertas y vivas y con ello se obtuvieron los siguientes resultados:

EDIFICACIÓN EN MAMPOSTERÍA CONVENCIONAL

(Cuadro que contienen las cargas que se transmiten al suelo)

Ejes	Carga (ton.)
1	71.50
2	61.22
3	27.20
4	51.70
A	61.70
B	67.50
C	71.00
D	61.10



$$P (\text{Eje 3}) = 27.20 \text{ Ton}$$

$$L (\text{Muro Eje 3}) = 5.00 \text{ m}$$

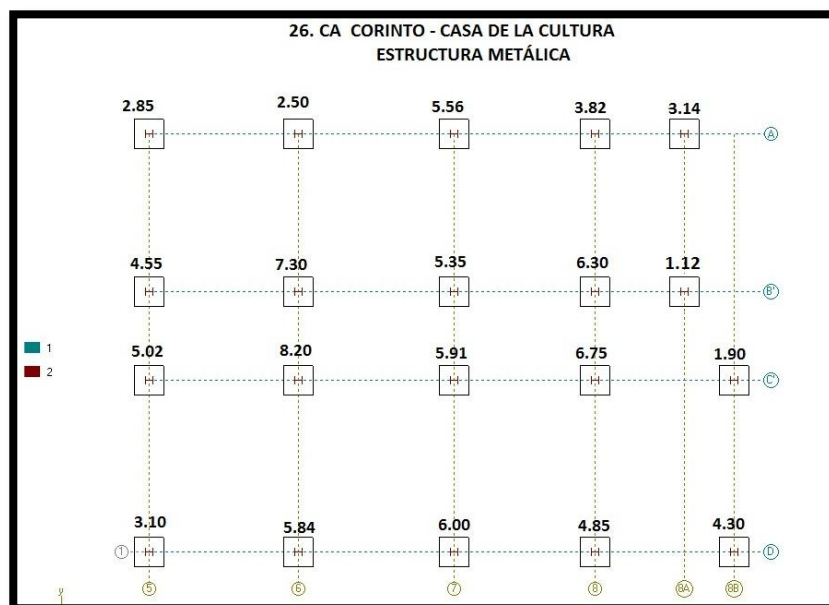
$$P/L = (27.20 \text{ Ton}) / (5.00 \text{ m}) = 5.44 \text{ Ton/m}$$

$$\sigma = (5.44 \text{ Ton/m}) / (0.60 \text{ m})$$

$$\sigma = 9.07 \text{ Ton/m}^2$$

EDIFICACIÓN EN ESTRUCTURA METÁLICA
(Cuadro que contienen las cargas que se transmiten al suelo)

Ejes	Carga (ton.)
A-5'	2.85
A-6	2.50
A-7	5.60
A-8	3.85
A-8'	3.15
B'-5'	4.55
B'-6	7.30
B'-7	5.35
B'-8	6.30
B'-8'	1.15
C'-5'	5.05
C'-6	8.20
C'-7	5.95
C'-8	6.75
C'-8'	1.90
D-5'	3.10
D-6	5.85
D-7	6.00
D-8	4.85
D-8'	4.30



Cuadro Zapatas				
Tipo	h	b (m)	L (m)	Refuerzo
Z-1	.30	.70	.70	4 Ø1/2" @.21m L=.56m
Z-2	.30	.90	.90	5 Ø1/2" @.20m L=.76m
Z-3	.30	1.20	1.20	7 Ø1/2" @.18m L=1.06m

14.- ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES

Los materiales con los cuales se realiza el presente estudio y que deben corresponder a los que se utilizarán en la construcción de la obra son:

1. Concretos:

- Columnas y vigas: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa)

2. Refuerzo:

- $\geq 3/8"$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (420 MPa)
- $< 3/8"$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (420 MPa)
- Malla Electrosoldada $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (420 MPa)

3. Perfiles Metálicos

- IPE 330
- HEA 300

15.- CRITERIO DE DISEÑO

De acuerdo con el REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10, la estructura aquí diseñada, es capaz de resistir los temblores pequeños sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero con algún daño en los elementos no estructurales, y un temblor fuerte sin colapso o pérdida de vidas humanas.

16.- NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

El presente estudio, se realiza de acuerdo con las Normas contenidas en el *Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10*.

El cuidado tanto en el diseño como en LA CONSTRUCCIÓN, SUPERVISIÓN TÉCNICA Y EN LA INTERVENTORÍA, son fundamentales para que la edificación sea sismo-resistente.

Las siguientes MEMORIAS corresponden al análisis y diseño de la edificación en los términos del proyecto arquitectónico y de los parámetros ya mencionados.

Este estudio está constituido por las presentes MEMORIAS DE CÁLCULO y PLANOS ESTRUCTURALES que se acompañan, los cuales contienen toda la información sobre los materiales a utilizar, secciones, tamaño y localización de todos los elementos estructurales con sus dimensiones y refuerzo.

Si por alguna circunstancia existe alguna variación en ellos, que impliquen modificaciones al proyecto estructural, se deberá hacer conocer al suscrito para estudiar su incidencia y definir la solución más adecuada.

Atentamente,

HAROLD ALBERTO MUÑOZ M.

Consultor Estructural.