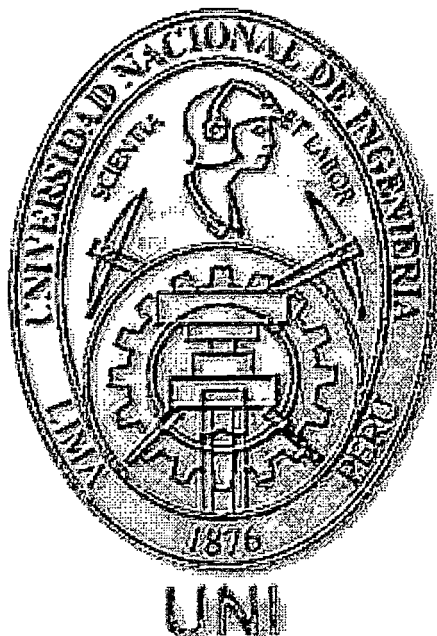


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL CENTRO
EDUCATIVO FERMIN DEL CASTILLO UBICADO EN LA CIUDAD DE NAZCA,
AFECTADO POR EL SISMO DE 1996**

T E S I S

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

FERNANDO CALAGUA MENDOZA

ASESORADO POR ING. LUIS VARGAS RODRÍGUEZ

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

LIMA – PERU

2000

Dedico este trabajo a mis seres queridos
en especial a L.G.D.

INDICE

	Pág
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
DOCUMENTACION	3
DESCRIPCION DE LOS ANALISIS EFECTUADOS	4
CAPITULO I: CONSIDERACIONES Y ANALISIS PREVIOS	7
I.1.-Metrado de cargas en cada entrepiso	7
I.1.1.- Cargas debido a peso propio de las columnas	7
I.1.2.- Cargas debido a peso propio de las vigas	10
I.1.3.- Cargas debido a peso propio de los muros de albañilería y tabiquería	12
I.1.4.- Cargas debido a peso propio de losas	14
I.2.-Calculo de los pesos y masas concentradas en cada entrepiso	16
I.3.-Consideraciones para el análisis sísmico, cálculo de las masas traslacionales y rotacionales para el archivo de datos	18
I.3.1.-Cálculo de las características físicas del sistema	22
CAPITULO II: PRIMER ANALISIS NSR77, CALCULO DE LOS PARAMETROS Y RESULTADOS DE ANALISIS	24
II.1.-Cálculo de parámetros, S, U, Z, C, Rd y H	24
II.2.-Cálculo del espectro de aceleraciones para el análisis dinámico de la Estructura	26
II.3.-Análisis en la dirección X	28
II.3.1.- Fuerzas escaladas al valor mínimo de la fuerza cortante en la base por el método estático	34
II.3.2.- Cálculo de los desplazamientos y distorsiones de entrepiso	37
II.4.-Análisis en la dirección Y	39
II.4.1.- Fuerzas escaladas al valor mínimo de la fuerza cortante en la base por el método estático	45
II.4.2.- Cálculo de los desplazamientos y distorsiones de entrepiso	47

CAPITULO III: SEGUNDO ANALISIS, SEGÚN LA NORMA NTE.E0.30,	
CALCULO DE LOS PARAMETROS Y RESULTADOS DE ANALISIS	49
III.1.-Cálculo de los parámetros S, U, Z, C, R y V	49
III.1.1.-Calculo del espectro de aceleraciones	54
III.2.-Análisis en la dirección X	56
III.2.1.-Cálculo de la excentricidad accidental	58
III.2.2.-Primer análisis eje X, excentricidad positiva	60
III.2.3.-Segundo análisis eje X, excentricidad negativa	68
III.3.-Análisis en la dirección Y	78
III.3.1.-Cálculo de la excentricidad accidental	79
III.3.2.-Primer análisis eje Y, excentricidad positiva	81
III.3.3.-Segundo análisis eje Y, excentricidad negativa	90
III.3.4.- Verificación de elementos estructurales	99
CAPITULO IV:ANALISIS COMPARATIVO DE DIAFRAGMA FLEXIBLE	109
IV.1.-Ejemplo de Análisis con hipótesis de diafragma flexible	110
IV.2.-Análisis comparativo de resultados con hipótesis de diafragma flexible	120
CAPITULO V: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES DE LOS ANALISIS EFECTUADOS	139
CAPITULO VI: ALTERNATIVA DE SEPARACION DE LA EDIFICACION EN DOS BLOQUES	145
VI.1.-Descripción de la alternativa, consideraciones	145
VI.2.-Metrado de cargas para los dos bloques que forman parte de la estructura (octógono y rectángulos)	146
VI.2.1.- Cargas debido a peso propio de las columnas	147
VI.2.2.- Cargas debido a peso propio de las vigas	150
VI.2.3.- Cargas debido a peso propio de los muros de albañilería y tabiquería	152
VI.2.4.- Cargas debido a peso propio de losas	155
VI.3.-Determinación de la fuerza cortante mínima en la base de cada bloque de la estructura	161

VI.4.-Cálculo de las masas traslacionales y rotacionales para cada bloque de la estructura	162
VI.5.-Descripción del análisis sísmico, según la NTE.E.030	164
CAPITULO VII:ANALISIS SISMICO PARA EL BLOQUE DE OCTOGONO	165
VII.1.-Análisis en la dirección X	167
VII.1.1.-Cálculo de la excentricidad accidental	167
VII.1.2.-Primer análisis eje X, excentricidad positiva	168
VII.1.3.-Segundo análisis eje X, excentricidad negativa	172
VII.2.- Análisis en la dirección Y	176
VII.2.1.-Cálculo de la excentricidad accidental	176
VII.2.2.-Primer análisis eje Y, excentricidad positiva	177
VII.2.3.-Segundo análisis eje Y, excentricidad negativa	181
CAPITULO VIII:ANALISIS SISMICO PARA EL BLOQUE DE RECTANGULOS	186
VIII.1.-Análisis previos	186
VIII.1.1.-Análisis previos en el eje X	187
VIII.1.2.-Análisis previos en el eje Y	193
VIII.2.-Determinación de la junta de separación sísmica, dimensionamiento de columnas que definen la junta	199
VIII.3.-Análisis en la dirección X	201
VIII.3.1.-Cálculo de la excentricidad accidental	201
VIII.3.2.-Primer análisis eje X, excentricidad positiva	204
VIII.3.3.-Segundo análisis eje X, excentricidad negativa	212
VIII.4.- Análisis en la dirección Y	220
VIII.4.1.-Cálculo de la excentricidad accidental	220
VIII.4.2.-Primer análisis eje Y, excentricidad positiva	222
VIII.4.3.-Segundo análisis eje Y, excentricidad negativa	230
VIII.5.- Procedimiento para el reforzamiento de los elementos estructurales	238
CAPITULO IX:CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	256

ANEXO 1:

- **Cálculos de las propiedades geométricas de las plantas para la primera configuración**
- **Cálculos de las propiedades geométricas de las secciones de vigas y columnas**
- **Esquemas para el modelo estructural**
- **Planos del proyecto original**

ANEXO 2:

- **Cálculos de las propiedades geométricas de las plantas para la segunda configuración estructural (JUNTA)**
- **Cálculos de las propiedades geométricas de las secciones de vigas y columnas**
- **Esquemas para el modelo estructural**
- **Planos de estructura para la modificación**

ANEXO 3:

- **Norma Sismoresistente de 1977 NSR77**
- **Norma Técnica de Edificaciones NTE0.30**
- **Publicaciones y fotografías**

BIBLIOGRAFIA

- H.Scaletti-J.Piqué, Análisis Sísmico de Edificios, Colegio de Ingenieros del Perú Octubre1991.
- A.Muñoz, Fuerzas de Diseño y control de Desplazamientos en la Norma Peruana de Diseño Sismo resistente, PUCP- Dpto. de Ingeniería, Febrero 1998.
- A.Muñoz - G.Ottazzi - A.Blanco, Análisis y Diseño Estructural de Edificaciones, Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Nacional, Mayo1998.

- J.Piqué, Presentación de la nueva norma técnica de edificación: Diseño Sismorresistente, Revista "EL INGENIERO CIVIL", Octubre 1997.
- Reglamento Nacional de Construcción, Norma Sismo Resistente (NSR-77), 1977.
- Reglamento Nacional de Construcción, Norma de Diseño Sismo Resistente (NTE.E0.30), 1997.

INTRODUCCION

El presente trabajo consiste en un análisis tanto estructural, sísmico y constructivo, del Centro Educativo FERMIN DEL CASTILLO, ubicado en la ciudad de Nazca en el Departamento de Ica, el cual fue afectado seriamente por el sismo del 12 de Noviembre de 1996, este sismo produjo daños tanto en los elementos estructurales como en los muros de ladrillo que forman parte de la tabiquería que tienen significativa importancia estructural.

El análisis consiste primeramente en un análisis sísmico tridimensional efectuado por combinación modal espectral, usando el espectro de diseño de la Norma de Diseño Sismo Resistente NSR-77, del año 1977, dado que esta edificación en su proyecto contempla la vigencia de dicha Norma, en segundo lugar se ha efectuado un análisis considerando el espectro de diseño de la norma NTE-E.030, la finalidad de este análisis es de investigar cuales son las deficiencias de la estructura sometida a un espectro de diseño que produce desplazamientos laterales mas exigentes, por lo que es importante plantear dicho análisis teniendo en cuenta que las juntas de construcción entre los muros de albañilería y los pórticos de concreto armado están relacionadas directamente con el cálculo de los desplazamientos laterales de la estructura que consiste en una planta totalmente irregular solidaria desde el punto de vista estructural, compuesta de dos formas geométricas, un octógono tipo torre y la parte compuesta por rectángulos, que genera una gran excentricidad, además es probable que la hipótesis de diafragma rígido para evaluar los desplazamientos laterales de entrepiso no sea la mejor aproximación, debemos de notar también que en el tercer piso la planta se divide en dos bloques que a pesar de ser sólo de un piso merecen especial atención por sus formas tan irregulares, estos dos bloques se comportan independientemente uno del otro por lo que tienen su propio punto de aplicación de la fuerza sísmica en dicho nivel.

Observando los planos de arquitectura y comparando con fotografías tomadas desde una altura, con respecto a la planta del Centro Educativo se puede observar un detalle, la edificación coincide con la planta en los planos salvo un detalle, la edificación ha sido construida con la planta invertida, (como un espejo), tal vez la explicación sea por motivos de acomodarse a la facilidad de las instalaciones eléctricas y/o sanitarias o tal vez por orientación con respecto a la geología del lugar,

sea por el motivo que fuera esta incompatibilidad obviamente ha dificultado la rápida interpretación de los planos, así como la supervisión, facilitando así la ocurrencia de errores, también existe una deficiencia de información en los planos estructurales de columnas los cuales no especifican la orientación de las columnas, otro problema es el causado por la aparición de las columnas cortas debido a la deficiencia de juntas entre la tabiquería y las columnas de concreto armado.

Estos son unos de los comentarios deducidos por los análisis efectuados, se dan algunas propuestas de solución a estos problemas posteriormente.

El análisis sísmico de la estructura será un análisis modal espectral, por combinación modal, con excitación en la base, este análisis esta reservado para estructuras de considerable altura, pero en este caso a pesar de que la estructura analizada tan sólo tiene tres pisos se opta por este análisis por tratarse de una estructura de gran importancia además de la irregularidad en su planta

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es evaluar la estructura ante excitaciones sísmicas por medio de movimientos en la base usando un modelo cuyos elementos que en este caso son pórticos que se encuentran interconectados horizontalmente por un diafragma rígido.

Cabe comentar que la geometría y estructuración que aparece en los planos del proyecto construido se han utilizado para definir las propiedades geométricas de los elementos que conforman la estructura.

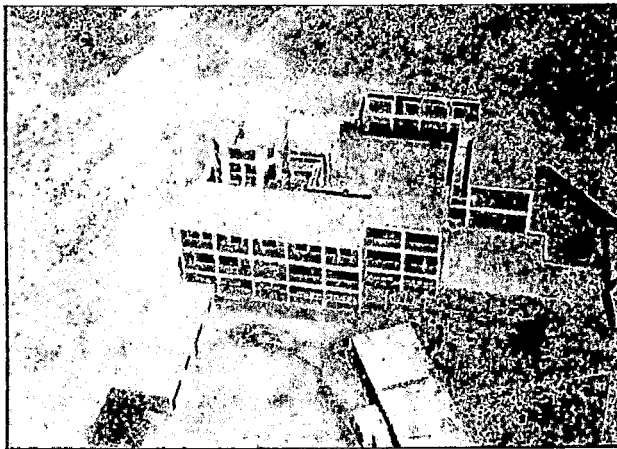
Como sabemos la estructura del C.E. Fermín del Castillo fue afectada severamente por el sismo ocurrido en Nazca el año 1996, las fallas encontradas fueron en su mayoría de carácter constructivo como falta de estribos en algunas columnas insuficiencia en las juntas entre los muros de albañilería y los elementos de concreto armado, pero no podemos hablar tan solo de las deficiencias constructivas sino también de las estructurales, si bien es cierto que la estructura a sido diseñada cuando estaba en vigencia la Norma de diseño sísmico NSR-77 en la cual el cálculo de los desplazamientos era demasiado conservador y estructuras regulares e irregulares eran diseñadas y analizadas de igual manera, las precauciones en cuanto a las juntas entre los elementos de tabiquería y las columnas no fueron debidamente calculadas por lo que generalmente la estructura de concreto armado

tuvo desplazamientos laterales mayores al de la albañilería lo que produjo el fenómeno de columna corta.

DOCUMENTACION

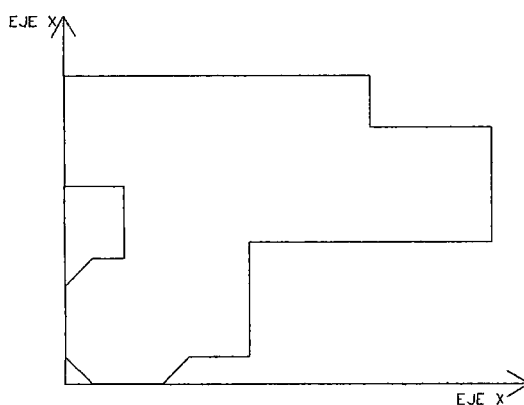
Para la realización del presente trabajo se contó con los planos del proyecto de INFES, del C.E. Fermín del Castillo, además de información sobre la clasificación del suelo de la localidad de Vista Alegre en Nazca, sobre el cual se encuentra la cimentación de la Estructura a analizar.

A continuación se muestran algunas fotografías que muestran la estructura después del sismo.



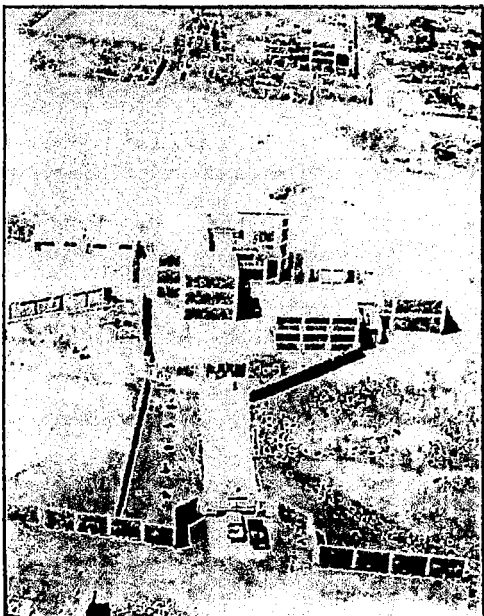
Se muestra una fotografía en elevación del C.E. Fermín del Castillo. Algunos daños estructurales y extensos daños a la tabiquería.

Al parecer la intensidad del movimiento ha sido amplificada en esta zona debido a las desfavorables condiciones topográficas del terreno.



Se observa una silueta de la planta que se detalla en los planos del proyecto, como se había comentado anteriormente la construcción tiene la geometría de la planta invertida y no coinciden con los planos.

Se muestra en esta fotografía las condiciones topográficas accidentadas, es el C.E. Fermín del Castillo desde otro ángulo.



Las fotografías anteriormente mostradas han sido extraídas de la revista "EL INGENIERO CIVIL", publicada después de la ocurrencia del sismo.

DESCRIPCION DE LOS ANALISIS EFECTUADOS

En el presente trabajo se ha analizado el sistema estructural del C.E Fermín del Castillo de la siguiente manera.

PRIMER ANALISIS

Como habíamos comentado anteriormente esta estructura fue diseñada cuando estaba en vigencia la NSR-77 por lo que se ha analizado esta estructura con los parámetros de dicha Norma; este análisis consta de dos partes: un análisis suponiendo que el sismo actúa en la dirección del eje global "X" definido para la estructura y un segundo análisis suponiendo que el sismo actúa en la dirección del eje global "Y" las consideraciones estructurales y cálculos de los parámetros respectivos se detallan en el análisis propiamente dicho, este análisis se ha efectuado tomando como válida la hipótesis del diafragma rígido concentrando la masa en los centros de gravedad de cada diafragma, cabe comentar que en el

tercer nivel se han definido dos diafragmas dado que en este nivel estos ya no están unidos por la escalera.

SEGUNDO ANALISIS

El segundo análisis se ha efectuado manteniendo la geometría y características estructurales del análisis anterior pero utilizando el espectro de aceleraciones y los parámetros correspondientes a la Norma Técnica de Edificaciones NTE-E.030 vigente actualmente desde el año 1997, en este análisis se ha tomado en cuenta los nuevos parámetros así como la clasificación de las estructuras regulares e irregulares, entre las nuevas definiciones que contiene esta Norma podemos citar a la llamada excentricidad accidental que define cuatro análisis diferentes, dos para cada dirección, por medio del cual se trata de tomar en cuenta la incertidumbre de la ubicación del centro de masas en las coordenadas del centro de gravedad de la figura geométrica del diafragma, obviamente en una edificación de planta regular y típica esta incertidumbre será menor dado que las distribuciones de masa en los diferentes niveles son relativamente uniformes. La incertidumbre se incrementa cuando se trata de edificaciones con plantas irregulares y cuyos elementos que conforman la tabiquería, parapetos, dinteles y algún elemento no estructural no están uniformemente distribuidos.

Aunque la exigencia de la Norma puede parecer demasiada no se hace la aclaración en que tipo de estructuras se considerará la excentricidad accidental esta incertidumbre está definida por la Norma cuantitativamente como el 10% de la mayor dimensión en planta de la estructura perpendicular a la dirección del análisis, esto puede ser razonable cuando se trata de una estructura irregular pero cuando se trata de una estructura de planta regular de dimensiones grandes el valor de la excentricidad accidental puede ser demasiado elevado y no necesario porque en este tipo de edificaciones la incertidumbre en la ubicación de los centros de masa es muy pequeña y el considerar esta excentricidad es tal vez una exageración.

Los dos primeros análisis se efectuarán suponiendo que el sismo actúa según la dirección de eje global "X" desplazando primero hacia la izquierda y luego hacia la derecha del eje de simetría que pasa por el centro de gravedad, las coordenadas del centro de masas los dos análisis restantes se harán similarmente pero suponiendo la acción del sismo según el eje global "Y".

Cuando se desea utilizar los datos de este análisis para diseño se tomará los resultados más desfavorables para cada uno de estos cuatro análisis.

ANALISIS COMPARATIVO

Si bien es cierto que los análisis efectuados anteriormente se han desarrollado en base a la hipótesis del diafragma rígido, debemos averiguar la magnitud de la influencia de la flexibilidad de la losa por lo que se hará un análisis para la misma estructura pero considerando esta flexibilidad, en este modelo las masas no son concentradas en un punto determinado sino que se han distribuido uniformemente en la superficie de la losa como "masa por unidad de volumen" y se han liberado los grados de libertad de los nudos que conforman los diafragmas dejando que sea la losa la que intervenga directamente en los desplazamientos de estos.

Este análisis es de carácter comparativo con respecto a la hipótesis del diafragma rígido se comparan los desplazamientos de los diferentes nudos que conforman el diafragma y se podrá observar la magnitud de influencia de la flexibilidad de la losa y de esta manera se podrá averiguar si la hipótesis del diafragma rígido es válida para esta edificación. De no ser así con el fin de diseño con la nueva Norma NTE-E.030, existen dos caminos por seguir el primero puede ser hacer un análisis de diafragma flexible para la estructura considerando el sismo en la o las direcciones en las cuales la hipótesis del diafragma rígido no se valido, pero debemos de tener en cuenta que la Norma nos da límites de desplazamientos y distorsiones de entrepiso para efectos globales de la estructura, esto es para los desplazamientos representativos de cada nivel que corresponden a los desplazamientos de los centros de masa, más no para el caso de un análisis de diafragma flexible en el cual cada nudo de la estructura se desplaza según la fuerza que llega a él, por lo que un análisis de este tipo no lo podríamos comparar directamente con los limites de la Norma y esto dificultaría el análisis.

El segundo camino puede ser el tener como referencia el análisis de diafragma rígido y corregir razonablemente el resultado correspondiente a los desplazamientos y a las fuerzas cortantes de los elementos verticales si se da el caso de que el análisis con diafragma flexible sea más desfavorable y exija a la estructura a deformaciones más severas de esta manera se podrá tener un desplazamiento

corregido en el centro de masas de la estructura que nos servirá para compararlo por los límites establecidos por la Norma.

DETERMINACION DE JUNTA DE SEPARACION

En este análisis se ha planteado una alternativa para poder separar los bloque y disminuir la concentración de rigidez en el bloque del octógono, este análisis se efectuara en base a la estructura existente y considerando las dimensiones de los elementos estructurales existentes.

CAPITULO I: CONSIDERACIONES Y ANALISIS PREVIOS

I.1.- METRADO DE CARGAS EN CADA ENTREPISIO

Para realizar el metrado de las masas concentradas en cada entrepiso se ha utilizado el siguiente criterio.

Primeramente se ha hallado las alturas de entrepiso, que se calculan como distancia vertical entre ejes de losas correspondientes.

Así tenemos:

$$h1=2.75+0.25/2=2.875m$$

$$h2=2.75+0.25=3.00m$$

$$h3=2.75+0.25=3.00m$$

A los cuales estarán ubicadas las masas concentradas.

Para realizar un metrado mas ordenado se ha dividido en partes:

I.1.1.- CARGAS DEBIDO A PESO PROPIO DE LAS COLUMNAS

Se ha determinado el número de columnas de cada tipo que existen en cada nivel:

Así tenemos para todas las plantas:

# de Columnas	Tipo	Area	Ejes
2	C1	0.16	A2, B2
6	C2	0.20	D2,F2,D3,F3,C7,E7
11	C3	0.10	F1,D1,F4,D4,F6,E6,D6,C6,6,C8,E8
1	C4	0.10	E4
4	C5	0.10	1,1,8,8

1	C6	0.10	C4
3	C7	0.31	A,⊗,B
1	C8	0.20	C5
3	C9	0.254	1,1,3
1	C10	0.354	B
1	C11	0.297	3
2	C12	0.10	4,4
1	C13	0.10	E3
1	C14	0.045	AMARRE

Nota: La ubicación de columnas en intersección de ejes esta dado por una letra y un número, y las columnas que están sobre un eje pero fuera de una intersección sólo llevan el nombre del eje correspondiente.

TIPOS DE COLUMNAS EN LOS DIFERENTES NIVELES

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
3er Piso	*	*	*	*	*		*		*	*	*			*
2do Piso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1er Piso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

SUMA DE LAS AREAS TRANSVERSALES DE LAS COLUMNAS

Primer piso

$$\text{Suma}(Ac1)=2*(0.4x0.4)+6x(0.50x0.40)+11x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+4x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+3x(0.31)+1x(0.50x0.40)+3x(0.254)+1x(0.354)+1x(0.297)+2x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)$$

$$\text{Suma}(Ac)=6.063m^2$$

Segundo piso

$$\text{Suma}(Ac2)=2*(0.4x0.4)+6x(0.50x0.40)+11x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+4x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+3x(0.31)+1x(0.50x0.40)+3x(0.254)+1x(0.354)+1x(0.297)+2x(0.25x0.40)+1x(0.15x0.30)$$

$$\text{Suma}(Ac)=6.008m^2$$

Tercer piso

$$\text{Suma}(Ac3)=2*(0.4x0.4)+6x(0.50x0.40)+11x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+4x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+3x(0.31)+3x(0.254)+1x(0.354)+1x(0.297)+1x(0.15x0.30)$$

$$\text{Suma}(Ac)=5.608m^2$$

PESO EN PRIMER ENTRE PISO

$$\text{Peso1}=2.4x[\text{Suma}(Ac1)x0.5h1+\text{Suma}(Ac2)x0.5h2]$$

$$\text{Peso1}=2.4x[6.063x0.5x2.875+6.008x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso1}=42.50 \text{ Tn}}$$

PESO EN SEGUNDO ENTREPISO

$$\text{Peso2}=2.4x[\text{Suma}(Ac2)x0.5h2+\text{Suma}(Ac3)x0.5h3]$$

$$\text{Peso2}=2.4x[6.008x0.5x3+5.608x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso2}=41.81 \text{ Tn}}$$

PESO EN TERCER ENTREPISO

$$\text{Peso3}=2.4x[\text{Suma}(Ac3)x0.5h3]$$

$$\text{Peso3}=2.4x[5.608x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso3}=20.18 \text{ Tn}}$$

I.1.2.- CARGAS DEBIDO APESO PROPIO DE LAS VIGAS

En cuanto al metrado de pesos que contribuye las vigas se ha organizado los datos de la siguiente manera.

TIPO DE VIGA	SECCION (cmxcm)	AREA (M2)
VA-1	25x50	0.125
VA-2	25x50	0.125
VA-3	25x50	0.125
VT-1	25x50	0.125
VT-2	25x50	0.125
VT-3	25x50	0.125
VT-4	25x50	0.125
VT-5	25x50	0.125
VT-6	25x50	0.125
VT-7	30x50	0.15
VT-8	30x50	0.15
VT-9	30x50	0.15
VT-10	30x50	0.15
VT-11	30x50	0.15
VT-12	25x50	0.125
VT-13	25x50	0.125

PESO EN EL PRIMER ENTREPISO

OCTOGONO

4VA-1 de 1.50 m
1VA-1 de 1.05 m
3 VA-1 de 1.45 m
2 VA-1 de 3.85 m
1 VT-1 de 7.85m

PATIO Y ESCALERA

1VT-2 de 5.00 m
1VT-4 de 6.85 m
1 VT-5 de 5.35 m
1 VT-6 de 3.50 m
1 VT-7 de 3.50 m

RECTANGULOS

14 VA-2 de 3.83 m
4VT-3 de 3.38 m
1 VT-1 de 3.50 m
1 VT-1 de 3.25 m
1 VT-3 de 7.15 m
1 VT-8 de 7.15m
1 VT-9 de 7.15m
2 VT-1 de 0.95 m
1 VT-1 de 3.50 m

PESO EN EL SEGUNDO ENTREPISO

OCTOGONO	PATIO Y ESCALERA	RECTANGULOS
4VA-1 de 1.50m	1VT-2 de 5.0 m	14 VA-2 de 3.83m
1VA-1 de 1.05m	1VT-12 de 6.8 m	4VT-3 de 3.38 m
3VA-1 de 1.45m	1 VT-5 de 5.35 m	1VT-1 de 3.50 m
2 VA-1 de 3.85 m	1 VT-6 de 3.5 m	1VT-1 de 3.25 m
1 VT-1 de 7.85	1 VT-7 de 3.5 m	1VT-3 de 7.15m
		1VT-13 de 7.15m
		1VT-9 de 7.15m
		2VT-1 de 0.95m
		1VT-1 de 3.50m
		4 VT-1 de 2.70m

PESO EN EL TERCER ENTREPISO

OCTOGONO	PATIO Y ESCALERA	RECTANGULOS
4VA-1 de 1.50m		14 VA-3 de 3.83 m
1VA-1 de 1.05m		2VT-11 de 3.38 m
3 VA-1 de 1.45m		2 VT-1 de 3.38m
2 VA-1 de 3.85		1 VT-1 de 3.50 m
1 VT-10 de 7.85m		1 VT-1 de 3.25 m
		3 VT-11 de 7.15 m
		2 VT-1 de 0.95 m
		4 VT-1 de 2.70 m

CALCULO DEL PESO DE VIGAS ENCADA NIVEL

Para el calculo de las secciones transversales de las vigas tenemos:

$$\text{Peso} = 2.4 \times \text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long})$$

PESO EN PRIMER ENTREPISO

$$\begin{aligned} \text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = & 4 \times 1.50 \times (0.125) + 1 \times 1.05 \times (0.125) + 3 \times 1.45 \times (0.125) + 2 \times 3.85 \times (0.125) \\ & + 1 \times 7.85 \times (0.125) + 1 \times 5.0 \times (0.125) + 1 \times 5 \times (0.125) + 1 \times 6.85 \times (0.125) + 1 \times 5.35 \times (0.125) + 1 \times 3.5 \\ & 0 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.15) + 14 \times 3.83 \times (0.125) + 4 \times 3.38 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.25 \times (\end{aligned}$$

$$0.125)+1x.15x(0.125)+1x7.15x(0.15)+1x7.15x(0.15)+2x0.95x(0.125)+1x3.5x(0.125)+4x2.70x(0.125) =$$

$$\text{Suma(Asec x Long)}=20.78\text{m}^3$$

$$\text{Peso1}=2.4x20.78=49.87\text{Tn}$$

PESO EN SEGUNDO ENTREPISO

$$\begin{aligned} \text{Suma(AsecxLong)}= & 4x1.50x(0.125)+1x1.05x(0.125)+3x1.45x(0.125)+2x3.85x(0.125) \\ & +1x7.85x(0.125)+1x5.0x(0.125)+1x6.85x(0.125)+1x5.35x(0.125)+1x3.50x(0.125)+1x \\ & 3.50x(0.15)+14x3.83x(0.125)+4x3.38x(0.125)+1x3.50x(0.125)+1x3.25x(0.125)+1x7.1 \\ & 5x(0.125)+1x7.15x(0.125)+1x7.15x(0.15)+2x0.95x(0.125)+1x3.5x(0.125)+4x2.70x(0. \\ & 125) = \end{aligned}$$

$$\text{Suma(Asec x Long)}=20.60\text{m}^3$$

$$\text{Peso2}=2.4x20.60=49.44\text{Tn}$$

PESO EN TERCER ENTREPISO

$$\begin{aligned} \text{Suma(AsecxLong)}= & 4x1.50x(0.125)+1x1.05x(0.125)+3x1.45x(0.125)+2x3.85x(0.125) \\ & +1x7.85x(0.15)+14x3.83x(0.125)+2x3.38x(0.15)+2x3.38x(0.125)+1x3.50x(0.125)+1x \\ & 3.25x(0.125)+3x7.15x(0.15)+2x0.95x(0.125)+4x2.70x(0.125) = \end{aligned}$$

$$\text{Suma(Asec x Long)}=17.77\text{m}^3$$

$$\text{Peso3}=2.4x17.77=42.66\text{Tn}$$

I.1.3.- CARGAS DEBIDO A PESO PROPIO DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA Y TABIQUERIA

En los que respecta a la influencia de la tabiquería en los pesos concentrados en los entrepisos se ha tenido en cuenta que los muros de tabiquería con vanos sólo soportan su peso propio y solo contribuyen al peso correspondiente de la losa sobre la que se apoyan, para el caso de muros que cubren todo el pórtico se ha considerado la mitad de la contribución a cada entrepiso.

Para lo cual tenemos:

• **MUROS SIN VANOS**

$e=0.25m ; \gamma=1.8 \text{ Tn}/m^3$

UBICACIÓN DE MURO	LONGITUD
1 - 1	$2 \times 2.7 + 0.95 = 6.35 \text{ m.}$
3 - 3	$2 \times 3.325 = 6.65 \text{ m.}$
4 - 4	$2 \times 3.325 = 6.65 \text{ m.}$
6 - 6	$2 \times 3.325 = 6.65 \text{ m.}$
8 - 8	$2 \times 2.7 + 0.95 = 6.35 \text{ m.}$
OCTOGONO	$2 \times 3.85 = 7.70 \text{ m}$

Suma de Longitudes = 40.50m

PESO EN EL PRIMER Y SEGUNDO ENTREPISO

$\text{Peso}_1 = 1.8 \times (2.875 + 3) / 2 \times 40.50 \times 0.25 = 53.54 \text{ Tn}$

$\text{Peso}_2 = 1.8 \times (3 + 3) / 2 \times 40.50 \times 0.25 = 54.67 \text{ Tn}$

• **MUROS CON VANOS**

PRIMER ENTREPISO

$h = h(\text{altura del muro}) = 2.75m$

EJE F (long)	EJE E (long)	EJE D (long)	EJE C (long)	OCTOGONO
3.825	3.825	3.825	3.825	1.5
3.825	3.825	2.725	3.825	1.5
3.950		2.850		1.5
3.825		2.725		1.5
3.825		3.825		1.5
				1.5
				1.5
$\Sigma(Lxh) = 52.93m^2$	$\Sigma(Lxh) = 21.03m^2$	$\Sigma(Lxh) = 43.86m^2$	$\Sigma(Lxh) = 21.03m^2$	$\Sigma(Lxh) = 28.88m^2$
$\Sigma(\text{VANOS}) = 2 \times 2.3$ $\times 1.5 + 1.6 \times 1.5 + 2.4$ $\times 1.5 = 21.30m^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 2 \times 3.$ 8×1.2 $= 9.12m^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 4 \times 1.2 +$ $3 \times 1.6 \times 1.6$ $= 12.48m^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 2 \times 2.4 \times 1$ $.6 = 7.68m^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 7 \times 1.$ 5×1.2 $= 12.6m^2$

AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA
31.63 m ²	11.91 m ²	3138 m ²	13.35 m ²	16.28 m ²

$$\text{PESO1}=(31.63+11.91+31.38+13.35+16.28)\times 1.8\times 0.15=28.22 \text{ Tn.}$$

SEGUNDO ENTREPISO

$$h = h(\text{altura del muro})=2.75\text{m}$$

EJE F (long)	EJE E (long)	EJE D (long)	EJE C (long)	OCTOGONO
3.825	3.825	3.825	3.825	1.5
3.825	3.825	2.725	3.825	1.5
3.950		2.850		1.5
3.825		2.725		1.5
3.825		3.825		1.5
				1.5
				1.5
$\Sigma(Lxh)=52.93\text{m}^2$	$\Sigma(Lxh)=21.03\text{m}^2$	$\Sigma(Lxh)=43.86\text{m}^2$	$\Sigma(Lxh)=21.03\text{m}^2$	$\Sigma(Lxh)=28.88\text{m}^2$
$\Sigma(\text{VANOS})=8\times 1.2$ 3x1.2+ 1.6x1.2=13.44m ²	$\Sigma(\text{VANOS})=3.8\times$ 1.2x2 =9.12m ²	$\Sigma(\text{VANOS})=7\times 1.2\times 1$.2 =10.08m ²	$\Sigma(\text{VANOS})=2\times 2.4\times 1$.6=7.68m ²	$\Sigma(\text{VANOS})=7\times 1.$ 5x1.2 =12.6m ²
AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA
39.49 m ²	11.91 m ²	33.78 m ²	13.35 m ²	16.28 m ²

$$\text{PESO2}=(39.49+11.91+33.78+13.35+16.28)\times 1.8\times 0.15=30.99 \text{ Tn.}$$

I.1.4.- CARGAS DEBIDO A PESO PROPIO DE LOSAS

Para el calculo del peso de las losas de cada nivel tenemos que, tener en cuenta que se trata e una losa aligerada de 20 cm. de espesor $h=20\text{cm.}$:

Por lo que se deberá de restar el valor del peso correspondiente a las secciones de viga que contribuyen a la losa

$$\text{Peso (losa } h=20.00\text{cm)}=300 \text{ Kg/cm}^2$$

PRIMER y SEGUNDO ENTREPISO

$$\text{Area(losa)}=382.26 \text{ m}^2$$

Pero se debe de restar los pesos de las porciones de losa que están ocupadas por las vigas, hallando el área que estas ocupan restándole este a el área de la losa del piso correspondiente.

Area de losa ocupada por las vigas losa 1er entrepiso

$$4 \times 1.50 \times (0.25) + 1 \times 1.05 \times (0.25) + 3 \times 1.45 \times (0.25) + 2 \times 3.85 \times (0.25) + 1 \times 7.85 \times (0.25) + 1 \times 5.0 \times (0.25) + 1 \times 5 \times (0.25) + 1 \times 6.85 \times (0.25) + 1 \times 5.35 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.30) + 14 \times 3.83 \times (0.25) + 4 \times 3.38 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.25 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.30) + 1 \times 7.15 \times (0.30) + 2 \times 0.95 \times (0.25) + 1 \times 3.5 \times (0.25) + 4 \times 2.70 \times (0.25) = 41.56 \text{ m}^2$$

Luego:

$$\text{PESO DE LA LOSA 1}^{\text{er}} \text{ piso} = 0.30 \times [382.26 - 41.56] = 102.21 \text{ Tn.}$$

Area de losa ocupada por las vigas losa 2do entrepiso

$$4 \times 1.50 \times (0.25) + 1 \times 1.05 \times (0.25) + 3 \times 1.45 \times (0.25) + 2 \times 3.85 \times (0.25) + 1 \times 7.85 \times (0.25) + 1 \times 5.0 \times (0.25) + 1 \times 6.85 \times (0.25) + 1 \times 5.35 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.30) + 14 \times 3.83 \times (0.25) + 4 \times 3.38 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.25 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.30) + 2 \times 0.95 \times (0.25) + 1 \times 3.5 \times (0.25) + 4 \times 2.70 \times (0.25) = 41.20 \text{ m}^2$$

Luego:

$$\text{PESO DE LA LOSA 2}^{\text{do}} \text{ piso} = 0.30 \times [382.26 - 41.20] = 102.32 \text{ Tn.}$$

Area de losa ocupada por las vigas losa 3er entrepiso

Como el tercer entre piso esta conformado por dos diafragmas se metrarán los pesos de losa para cada diafragma.

OCTOGONO

$$\text{Area(losa)}=67.6 \text{ m}^2$$

Igualmente se debe de restar los pesos de las porciones de losa que están ocupadas por las vigas, hallando el área que estas ocupan restándole este a el área de la losa del piso correspondiente.

Area de losa ocupada por las vigas

$$4 \times 1.50 \times (0.25) + 1 \times 1.05 \times (0.25) + 3 \times 1.45 \times (0.25) + 2 \times 3.85 \times (0.25) + 1 \times 7.85 \times (0.30) = 7.13 \text{ m}^2$$

Luego

$$\text{PESO DE LA LOSA } 3^{\text{er}} = 0.30 \times [67.6 - 7.13] = 18.14 \text{ Tn.}$$

RECTANGULOS

$$\text{Area(losa)} = 228.50 \text{ m}^2$$

Area de losa ocupada por las vigas

$$14 \times 3.83 \times (0.125) + 2 \times 3.38 \times (0.15) + 2 \times 3.38 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.25 \times (0.125) + 3 \times 7.15 \times (0.15) + 2 \times 0.95 \times (0.125) + 4 \times 2.70 \times (0.125) = 25.20 \text{ m}^2$$

Luego

$$\text{PESO DE LA LOSA } 3^{\text{er}} = 0.30 \times [228.50 - 25.20] = 70.00 \text{ Tn.}$$

I.2.- CALCULO DE LOS PESOS Y MASAS CONCENTRADAS EN CADA ENTREPISO

Para hallar el peso por cada entrepiso se procederá a sumar las contribuciones respectivas de columnas + vigas + tabiquería + losa.

PRIMER ENTREPISO

$$\text{COLUMNAS} = 42.50 \text{ Tn.}$$

$$\text{VIGAS} = 49.87 \text{ Tn.}$$

$$\text{TABIQUERIA} = 53.54 + 28.22 = 81.76 \text{ Tn}$$

$$\text{LOSA} = 102.21 \text{ Tn.}$$

$$\text{PISO TERMINADO} = 382.26 \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ Tn/m}^2 = 38.22 \text{ Tn}$$

$$\text{PESO1 (TOTAL)} = 314.56 \text{ Tn.}$$

SEGUNDO ENTREPISO

$$\text{COLUMNAS} = 41.81 \text{ Tn.}$$

$$\text{VIGAS} = 49.44 \text{ Tn.}$$

$$\text{TABIQUERIA} = 54.67 + 30.99 = 85.66 \text{ Tn}$$

$$\text{LOSA} = 102.32 \text{ Tn.}$$

$$\text{PISO TERMINADO} = 382.26 \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ Tn/m}^2 = 38.22 \text{ Tn}$$

$$\text{PESO2 (TOTAL)} = 317.45 \text{ Tn.}$$

TERCER ENTREPISO

COLUMNAS = 20.18 Tn.

VIGAS = 42.66 Tn.

LOSA = 18.14 Tn. + 70.00 Tn. = 88.14 Tn

PESO3 (TOTAL) = 150.98 Tn.

Según la norma NSR-77 y la norma NTE-E030, que coinciden en el porcentaje de la sobrecarga contribuyente en el peso de la estructura se tiene que en todos los niveles excepto en la azotea se considerará el 50% de la s/c y en la azotea el 25% de la s/c.

SOBRECARGAS

Primer y segundo nivel = 300 kg/m²

Tercer nivel = 100 kg/m²

PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

$P = 382.265 \times 50\% \times 0.30 = 57.34 \text{ Tn.}$

TERCER NIVEL (AZOTEA)

OCTOGONO

$P = 67.603 \times 25\% \times 0.10 = 1.69 \text{ Tn.}$

RECTANGULOS.-

$P = 228.493 \times 25\% \times 0.10 = 5.71 \text{ Tn.}$

En resumen tenemos los pesos concentrados respectivos a la edificación., teniendo en cuenta que a cada valor de peso se le ha sumado la correspondiente contribución de la sobre carga.

NIVEL	PESO(Tn)
1	371.90
2	374.80
3	158.40

MASA CONCENTRADAS EN CADA ENTREPISO

Se procede a dividir cada peso entre el valor de la aceleración de la gravedad.
 $g=9.81 \text{ m/s}^2$

NIVEL	MASA(Tn-s²/m)
1	37.91
2	38.20
3	16.14

I.3.- CONSIDERACIONES PARA EL ANALISIS SISMICO, CALCULO DE LAS MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES PARA EL ARCHIVO DE DATOS

Para realizar el análisis sísmico se tendrá en cuenta que a pesar de tratarse de una edificación de sólo tres pisos, es necesario que efectuemos un análisis algo mas detallado que de costumbre para poder estimar la fuerza cortante en la base de la estructura, así como los desplazamientos laterales, dado la importancia de uso de la edificación y su irregularidad en planta.

Por lo que se efectuará un análisis dinámico, induciendo un espectro de pseudo aceleraciones, pudiendo de esta manera obtener valores para los desplazamientos en ambas direcciones de análisis, así como también los giros en planta producidos por las excentricidades que existen, ya que con tan sólo observar la planta se puede notar que la estructura tendrá torsión en planta.

Para efectuar el análisis dinámico se ha usado como herramienta de análisis el programa de análisis estructural SAP90, para lo cual se ha modelado la estructura tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- ◆ La estructura tal como figura en los planos es una estructura aporticada con muros de albañilería como tabiquerías,
- ◆ La estructura se ha modelado como porticos interconectados tridimensionalmente, de acuerdo a la configuración especificada en los planos.
- ◆ Las masas han sido concentradas en los entrepisos, específicamente en el centro de masas, que para efectos de una edificación la masa se considera mas o menos distribuida por la situación de los elementos en los entrepisos, casi coincide con el centro de gravedad de la planta del respectivo entrepiso.
- ◆ En el análisis dinámico, se contempla una relación entre los desplazamientos del centro de masas y de cada uno de los puntos de los pórticos que conforman la estructura, esto responde a la teoría de un análisis tridimensional de diafragma

rígido que se efectúa con fines de distribuir la fuerza para cada pórtico PROPORCIONALMENTE A SU RIGIDES LATERAL, ASUMIENDO DE ESTA MANERA QUE LOS PORTICOS ESTAN INTERCONECTADOS POR UN DIAFRAGMA RIGIDO, QUE EN ESTE CASO ES LA LOSA ALIGERADA.

- ◆ La relación que se usa para vincular los desplazamientos del centro de masas con el desplazamiento de cualquier punto situado en la losa es la siguiente.

$$U_{xd} = U_{xM} + C_y R_{zM}$$

$$U_{yd} = U_{yM} + C_x R_{zM}$$

$$R_{zd} = R_{zM}$$

Donde:

U_{xd} , U_{yd} Y R_{zd} , son las traslaciones en las direcciones X e Y, y la rotación alrededor del eje Z, de un punto de la losa perteneciente a un pórtico.

U_{xM} , U_{yM} Y R_{zM} , son las traslaciones en las direcciones X e Y, y la rotación alrededor del eje Z, del centro de masas.

$$C_x = X_d - X_m$$

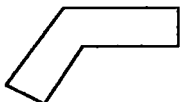
$$C_y = Y_m - Y_d$$

- ◆ Estas relaciones anteriormente indicadas, se logran amaestrando los nudos de todos elementos que llegan o están en un diafragma rígido al nudo que tiene por coordenadas el centro de masas definido como el nudo maestro del entrepiso.
- ◆ El nudo maestro tiene como característica la restricción de los grados de libertad diferentes de las traslaciones en "x" e "y" y la rotación alrededor del eje "z".
- ◆ Los demás nudos se han dejado con estos grados de libertad restringidos y los demás libres.
- ◆ En los nudos que constituyen las bases de las columnas del primer nivel se ha considerado empotramiento perfecto, por tratarse de columnas cimentadas.
- ◆ Es importante aclarar lo siguiente para ingresar las masas de cada entrepiso se ha usado una opción que nos da el programa SAP90, EN LOS NUDOS DEFINIDOS COMO MAESTROS SE HA CONCENTRADO LA MASA CORRESPONDIENTE A LA LOSA, A LA TABIQUERIA Y AL PISO TERMINADO; Y LA MASA CORESPONDIENTE A LAS VIGAS Y COLUMNAS SE HAN INGRESADO COMO MASA POR UNIDAD DE LONGITUD AL DEFINIR EL ELEMENTO RESPECTIVO.

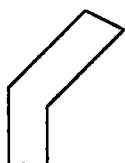
Para lo cual se muestran los siguientes cuadros donde se muestra la numeración que se le ha dado a las diferentes secciones que encontramos en la estructura:

COLUMNAS

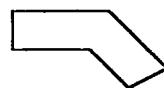
SECCION NUMERO:	TIPO DE COLUMNA
1	C1,
2	C2,C8
3	C3,C4,C5,C6,C12,C13
4	C14,
5	C7,
6	C9
7	C10
8	C11



C7



C9



C10



C11

VIGAS

SECCION NUMERO	TIPO DE VIGA
9	VA-1,VA-2,VA-3,VT-1,VT-2, VT-3,VT-4,VT-5,VT-6,VT-12,VT-13
10	VT-7,VT-8,VT-9,VT-10,VT-11.

Con respecto a las masas concentradas en los nudos maestros tenemos:

PESOS(Tn), MASAS(Tn-s²/m)

NIVEL	TABIQ.		LOSA				PISO TERM		TOTAL (MASA)	
	PESO	MASA	PESO		MASA		PESO	MASA		
1	81.76	8.33	102.21		10.41		38.22	3.89	22.66	
2	85.66	8.73	102.32		10.43		38.22	3.89	23.05	
3			OCTG	RECT	OCTG	RECT			OCTG	RECT
			18.14	70.00	1.84	7.13			1.84	7.13

En el siguiente cuadro se muestra los valores de las masas con la contribución de las sobrecargas, estas masas son las que se ingresarán en la línea de datos MASSES.

TOTAL + % S/C (MASA)	
22.66 + 57.34 / 9.81 = 28.50 Tn-s ² /m	
23.05 + 57.34 / 9.81 = 29.90 Tn-s ² /m	
OCTOG	REC T
1.84 + 1.69/9.81 = 2.01 Tn-s ² /m	7.13 + 5.71/ 9.81 = 7.71 Tn-s ² /m

Para las masas efectivas traslacionales.

Para el calculo de la correspondiente masa rotacional se tiene:

Jm=>Masa rotacional

$$Jm = J_o \times M / A = M \times r^2 \quad (\text{Tn-s}^2/\text{m} \times \text{m}^2)$$

A. = Area (m²)

J_o=>Momento polar de Inercia (m⁴)

M=>Masa traslacional (Tn-s²/m)

NIVEL	AREA		Jo		Jo/A.		MASA		Jm	
1	382.265		3.5489E+4		92.83		28.50		2645.65	
2	382.265		3.5489E+4		92.83		28.90		2682.78	
3	OCTOG	RECT	OCTOG	RECT	OCTOG	RECT	OCTOG	RECT	OCTG	RECT
	67.603	228.493	7.333E+2	1.8655E+4	10.84	81.64	2.01	7.71	21.78	629.44

- ◆ El espectro de aceleraciones será ingresado según la formula que nos propone la norma de diseño sismo resistente para cada uno de los análisis NSR-77 y NTE-E.030.
- ◆ En cuanto a las unidades de medida utilizadas las magnitudes corresponden a lo siguiente:
 - Magnitudes de longitud..... (m)
 - Magnitudes de área..... (m²)
 - Magnitudes de masa..... (Tn-seg²/m)
 - Magnitudes de esfuerzo..... (Tn/m²)
- ◆ Como primera etapa se procederá ha realizar un análisis mediante los parámetros que daba la Norma de diseño sismo resistente NSR-77 (no vigente), el objeto de este análisis será verificar los resultados obtenidos, ya que el diseño de esta edificación se ha efectuado en vigencia de esta Norma.
- ◆ Como segunda etapa se procederá ha realizar un análisis mediante los parámetros que nos da la Norma NTE-E.030, par hacer un evaluación basada en la configuración estructural primigenia, pero planteando alguna alternativa de cambios en la estructura.

I.3.1.- CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL SISTEMA

Sabemos que las formas de modo de una estructura es una característica propia del sistema estructural y por lo tanto es independiente de los efectos que se apliquen a la estructura por lo que a continuación se muestran los periodos correspondientes para los 9 primeros modos, obtenidos del análisis modal usando el programa SAP90.

E I G E N V A L U E S A N D F R E Q U E N C I E S

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.291360E+03	.170693E+02	2.716657	.368099
2	.349885E+03	.187052E+02	2.977027	.335906
3	.780209E+03	.279322E+02	4.445552	.224944
4	.226738E+04	.476170E+02	7.578479	.131953
5	.234532E+04	.484286E+02	7.707644	.129741
6	.490091E+04	.700065E+02	11.141884	.089751
7	.585334E+04	.765071E+02	12.176487	.082125
8	.121737E+05	.110334E+03	17.560254	.056947
9	.821533E+05	.286624E+03	45.617617	.021921

Donde podemos observar lo siguiente:

En la primera columna se muestra el número del modo (n), en la segunda columna tenemos los valores de la frecuencia angular elevada al cuadrado (w^2), en la tercera columna tenemos los valores de las frecuencias cíclicas en Hertz ($1/T$), y por último en la cuarta columna se tienen los valores de los periodos de cada forma de modo.

Con los valores de periodo para cada una de las formas de modo y teniendo definido el espectro de aceleraciones respectivo, se calculara la correspondiente aceleración espectral con las cuales se determinarán los diferentes efectos en la edificación producto de un movimiento en la base con la aceleración, efectos que serán superpuestos y así se podrán conocer los valores de efectos globales producido por el sismo de diseño.

Hay que dejar bien en claro que todos los parámetros obtenidos, fuerzas cortantes, desplazamientos, giros, momentos, fuerzas axiales, etc. son calculados a partir de superponer efectos para cada uno de los diferentes modos, y no se hallara ningún valor en forma directa a partir de otro valor obtenido por superposición espectral.

CAPITULO II: PRIMER ANALISIS: NSR-77- CALCULO DE LOS PARAMETROS Y RESULTADO DE ANALISIS

Según el acápite 1.12 de la Norma NSR-77, las edificaciones que tienen un uso importante como en este caso Colegio, es clasificada como una edificación de CATEGORIA "B".

II.1.- CALCULO DE PARAMETROS S, U, C, Rd, y H

Según el acápite 1.13, la Norma nos da un método general para la determinación de las fuerzas sísmicas horizontales mediante la formula siguiente.

$$H = \frac{ZxUxSxCxP}{Rd}$$

Donde:

- Z= Factor de zona
- U= Factor de uso e importancia
- S = Factor de suelo
- C = Coeficiente sísmico
- Rd = factor de ductilidad
- P= Peso de la edificación

Ahora se procederá a calcular cada uno de los parámetros anteriormente señalados por la NSR77.

-FACTOR DE ZONA "Z"

$$Z=1.0$$

Ya que según la zonificación sísmica la región costeña pertenece a la región N° 1.

-FACTOR DE USO "U"

$$U= 1.3$$

Por tratarse de una edificación de categoría "B"

-FACTOR DE SUELO "S"

Para lo que es tendrá que recurrir a la clasificación de suelos que nos daba la NSR-77

CLASIFICACION TIPO DE SUELO DE CIMENTACION	PERIODO (SEGUNDOS)
I - Roca, grava densa, grava arenosa Densa	Ts=0.3

II- Arena densa, suelo cohesivo duro o Firme	Ts=0.6
III- Suelos granulares sueltos, suelos cohesivos medianos o blandos	Ts=0.9

Por tratarse de un suelo tipo I,

$$T_s = 0.3$$

$$S = 1.0$$

- COEFICIENTE SÍSMICO "C"

Este coeficiente expresa la fracción del peso de la edificación "P", que debe tomarse para la determinación de la fuerza cortante en la base, y esta en función del periodo fundamental de la estructura (T) y el periodo predominante del suelo (Ts).

El valor de "C", se calculara mediante ola siguiente formula :

$$C = \frac{0.8}{\frac{T + 1.0}{T_s}}$$

Donde:

$$0.16 < C < 0.4$$

Para la cual se calculara el periodo fundamental de la estructura. (" T ").

Tomaremos el correspondiente al primer modo de la estructura>

T=0.36 s.

Para estas condiciones $C = 0.8 / (0.36 / 0.3 + 1) = 0.36 < 0.4$, Tomamos

$$C = 0.36$$

FACTOR DE DUCTILIDAD " R d".-

$$R_d = 6$$

Por tratarse de una edificación TIPO E1.- Edificios de concreto armado cuyos pórticos dúctiles especiales son capaces de resistir el 100 % de la fuerza horizontal, considerándose que actúan independientes de cualquier otro elemento rígido.

Luego la fuerza cortante en la base de la edificación tanto en la dirección "X", como "Y", será:

$$H = \frac{Z_x U_x S_x C_x P}{R_d} = \frac{1.0 \times 1.3 \times 1.0 \times 0.36 \times P}{6.0}$$

$$H = 0.078\%P$$

Pero la Norma indica que la fuerza horizontal mínima de diseño H, será de $0.12xP$, para las zonas 1 y 2 y de $0.08xP$, para la zona 3.

En este caso la edificación pertenece a la zona 1, luego

$$H = 0.12xP$$

Para lo que necesitamos el peso total de la edificación:

♦ Según la NSR-77, el calculo del peso total de la estructura se realizará, adicionando al peso previamente calculado el porcentaje de la carga viva correspondiente, como en este caso, la edificación es considerada de categoría "B", le corresponde el 50% de la carga viva, que en este caso es la correspondiente a un Colegio, $WL = 300 \text{ Kg/m}^2$, lo que para cada nivel cooresponde a los siguientes valores:

- PRIMER NIVEL = $382.26x50\%x0.30 = 57.34 \text{ Tn.}$
- SEGUNDO NIVEL = $382.26x50\%x0.30 = 57.34 \text{ Tn.}$
- TERCER NIVEL = $67.603x25\%x0.10 + 228.493x25\%x0.10 = 7.40 \text{ Tn}$

$$\text{TOTAL} = 122.08 \text{ Tn.}$$

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + 122.08 = 314.56 + 317.45 + 150.98 + 122.08 = 906 \text{ Tn}$$

$$P = 906 \text{ Tn.}$$

Entonces:

$$H = 0.12x906 = 109 \text{ Tn}$$

II.2.- CALCULO DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES PARA EL ANALISIS DINAMICO DE LA ESTRUCTURA

La aceleración que se inducirá a la estructura como una fracción de la aceleración de la gravedad, teniendo la siguiente expresión.

$$S_a = (ZUSC/R_d) \times g$$

Que multiplicada por la aceleración de la gravedad nos dará el valor de la aceleración

Tanto los valores de Z, U, S y Rd, los tomamos de los cálculos anteriores, en cambio para el calculo del valor del coeficiente sísmico "C", debemos determinarlo como una función del periodo, así tenemos:

$$C = \frac{0.8}{\frac{T + 1.0}{T_s}}$$

Donde:

$$0.16 \leq C \leq 0.4$$

Para que esta relación se cumpla tenemos:

$$0.16 \leq \frac{0.8}{\frac{T + 1.0}{T_s}} \leq 0.4$$

$$2 \leq T/T_s + 1 \leq 5$$

Finalmente

$$\boxed{T_s \leq T \leq 4T_s}$$

Para nuestro caso de análisis tenemos:

$$\boxed{0.3 \leq T \leq 1.2 \dots (*)}$$

$$S_a = \frac{Z_x U_x S_x C_x g}{R_d} = \frac{1.0 \times 1.3 \times 1.0 \times (0.8 / (T / 0.3 + 1)) \times g}{6.0}$$

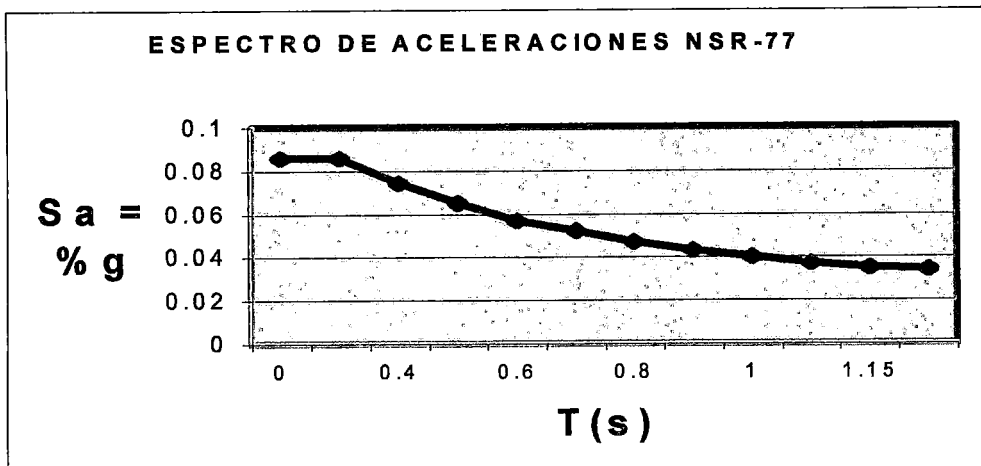
$$S_a = 0.1733 / (\frac{T}{0.3} + 1) \times g \dots \text{Donde } T \Rightarrow \text{Periodo}$$

$$0.3$$

g => aceleración de la gravedad

Evaluamos valores en periodos que cumplan con lo especificado en la relación (*), para poder proporcionar al programa SAP90, los valores que le servirán para interpolar las aceleraciones para los diferentes periodos de los modos de la estructura.

T	Sa (ACELERACION)
0.00	0.0860xg
0.30	0.0860xg
0.40	0.0743xg
0.50	0.0649xg
0.60	0.0570xg
0.70	0.0520xg
0.80	0.0472xg
0.90	0.0433xg
1.00	0.0400xg
1.10	0.0371xg
1.15	0.0350xg
1.20	0.0340xg



II.3.- ANALISIS EN EL EJE X

A continuación se muestran los datos usados para el análisis dinámico con el programa SAP90

ANALISIS DINAMICO NSR-77 -EJE X

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

```

1      X=0 Y=21.35 Z=0
6      X=21 Y=21.35 Z=0      G=1,6,1
7      X=0 Y=18.15 Z=0
8      X=0 Y=16.75 Z=0
9      X=8.4 Y=17.45 Z=0
10     X=12.6 Y=17.45 Z=0
11     X=21 Y=17.45 Z=0
13     X=29.4 Y=17.45 Z=0   G=11,13,1
14     X=0 Y=13.55 Z=0

```

19 X=21 Y=13.55 Z=0 G=14,19,1
 20 X=29.4 Y=14.25 Z=0
 21 X=29.4 Y=12.85 Z=0
 22 X=12.6 Y=11.425 Z=0
 26 X=29.4 Y=11.425 Z=0 G=22,26,1
 27 X=1.775 Y=8.4 Z=0
 28 X=4.2 Y=8.4 Z=0
 29 X=6.625 Y=8.4 Z=0
 30 X=0 Y=6.625 Z=0
 31 X=8.4 Y=6.625 Z=0
 32 X=12.6 Y=4.275 Z=0
 33 X=0 Y=1.775 Z=0
 34 X=8.4 Y=1.775 Z=0
 35 X=12.6 Y=1.775 Z=0
 36 X=1.775 Y=0 Z=0
 37 X=4.2 Y=0 Z=0
 38 X=6.625 Y=0 Z=0
 39 X=0 Y=21.35 Z=2.875
 44 X=21 Y=21.35 Z=2.875 G=39,44,1
 45 X=0 Y=18.15 Z=2.875
 46 X=0 Y=16.75 Z=2.875
 47 X=8.4 Y=17.45 Z=2.875
 48 X=12.6 Y=17.45 Z=2.875
 49 X=21 Y=17.45 Z=2.875
 51 X=29.4 Y=17.45 Z=2.875 G=49,51,1
 52 X=0 Y=13.55 Z=2.875
 57 X=21 Y=13.55 Z=2.875 G=52,57,1
 58 X=29.4 Y=14.25 Z=2.875
 59 X=29.4 Y=12.85 Z=2.875
 60 X=12.6 Y=11.425 Z=2.875
 64 X=29.4 Y=11.425 Z=2.875 G=60,64,1
 65 X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
 66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
 67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
 68 X=0 Y=6.625 Z=2.875
 69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
 70 X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
 71 X=0 Y=1.775 Z=2.875
 72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
 73 X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
 74 X=1.775 Y=0 Z=2.875
 75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
 76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
 77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
 82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
 83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
 84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
 85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
 86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
 87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
 89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
 90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
 95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
 96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
 97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
 98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
 102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
 103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
 104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
 105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
 106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
 107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
 108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
 110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
 113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875

138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=12.398 Y=13.02 Z=2.875
 2000 X=12.398 Y=13.02 Z=5.875
 3001 X=4.2 Y=4.2 Z=8.875
 3002 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=28.50,28.50,0,0,0,2645.65
 2000 2000 1 M=28.90,28.90,0,0,0,2682.78
 3001 3001 1 M=2.01,2.01,0,0,0,21.78
 3002 3002 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=11 NSEC=3
 1 SH=R T=.4,.4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 11 A=0.001 J=0 I=0,0 M=0
 1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=3
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=3
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=3
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2
 16 16 54 M=2
 17 17 55 M=3
 18 18 56 M=2
 19 19 57 M=2
 20 20 58 M=3
 21 21 59 M=3
 22 22 60 M=3
 23 23 61 M=2
 24 24 62 M=3
 25 25 63 M=2
 26 26 64 M=3
 27 27 65 M=5
 28 28 66 M=1
 29 29 67 M=7
 30 30 68 M=6
 31 31 69 M=8
 32 32 70 M=3
 33 33 71 M=6
 34 34 72 M=6
 35 35 73 M=3
 36 36 74 M=5
 37 37 75 M=1
 38 38 76 M=5
 39 39 77 M=3 MS=1000,2000
 40 40 78 M=2
 41 41 79 M=2
 42 42 80 M=2
 43 43 81 M=2
 44 44 82 M=3

45	45	83	M=3	
46	46	84	M=3	
47	47	85	M=3	
48	48	86	M=3	
49	49	87	M=3	
50	50	88	M=2	
51	51	89	M=3	
52	52	90	M=3	
53	53	91	M=2	
54	54	92	M=2	
55	55	93	M=3	
56	56	94	M=2	
57	57	95	M=2	
58	58	96	M=3	
59	59	97	M=3	
60	60	98	M=3	
61	61	99	M=2	
62	62	100	M=3	
63	63	101	M=2	
64	64	102	M=3	
65	65	103	M=5	
66	66	104	M=1	
67	67	105	M=7	
68	68	106	M=6	
69	69	107	M=8	
70	70	108	M=3	
71	71	109	M=6	
72	72	110	M=6	
73	73	111	M=3	
74	74	112	M=5	
75	75	113	M=1	
76	76	114	M=5	
77	77	115	M=3	MS=2000,3002
78	78	116	M=2	
79	79	117	M=2	
80	80	118	M=2	
81	81	119	M=2	
82	82	120	M=3	
83	83	121	M=3	
84	84	122	M=3	
86	86	124	M=3	
87	87	125	M=3	
88	88	126	M=2	
89	89	127	M=3	
90	90	128	M=3	
91	91	129	M=2	
92	92	130	M=2	
93	93	131	M=3	
94	94	132	M=2	
95	95	133	M=2	
96	96	134	M=3	
97	97	135	M=3	
100	100	138	M=3	
101	101	139	M=2	
102	102	140	M=3	
103	103	141	M=5	MS=2000,3001
104	104	142	M=1	
105	105	143	M=7	
106	106	144	M=6	
107	107	145	M=8	
109	109	147	M=6	
110	110	148	M=6	
112	112	150	M=5	
113	113	151	M=1	
114	114	152	M=5	
115	39	40	M=9	LP=1,0 MS=1000,1000
116	40	41	M=9	
117	41	42	M=9	
118	42	43	M=9	
119	43	44	M=9	
120	52	53	M=9	
121	53	54	M=9	
122	54	55	M=9	
123	55	56	M=9	
124	56	57	M=9	
125	49	50	M=9	
126	50	51	M=9	
127	60	61	M=9	
128	61	62	M=9	
129	62	63	M=9	

130	63	64	M=9
131	65	66	M=9
132	66	67	M=9
133	74	75	M=9
134	75	76	M=9
135	72	73	M=9
136	52	46	M=9
137	46	45	M=9
138	45	39	M=9
139	40	53	M=9
140	53	66	M=9
141	66	75	M=9
142	68	71	M=9
143	72	69	M=9
144	41	47	M=9
145	47	54	M=9
146	54	69	M=9
147	42	48	M=9
148	48	55	M=9
149	55	60	M=9
150	60	70	M=9
151	70	73	M=9
152	43	56	M=10
153	56	61	M=10
154	44	49	M=9
155	49	57	M=9
156	57	62	M=9
157	50	63	M=10
158	51	58	M=9
159	58	59	M=9
160	59	64	M=9
161	68	65	M=9
162	69	67	M=9
163	71	74	M=9
164	72	76	M=9
165	77	78	M=9
166	78	79	M=9
167	79	80	M=9
168	80	81	M=9
169	81	82	M=9
170	90	91	M=9
171	91	92	M=9
172	92	93	M=9
173	93	94	M=9
174	94	95	M=9
175	87	88	M=9
176	88	89	M=9
177	98	99	M=9
178	99	100	M=9
179	100	101	M=9
180	101	102	M=9
181	103	104	M=9
182	104	105	M=9
183	112	113	M=9
184	113	114	M=9
185	110	111	M=9
186	90	84	M=9
187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
191	104	113	M=9
192	106	109	M=9
193	110	107	M=9
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9
196	92	107	M=9
197	80	86	M=9
198	86	93	M=9
199	93	98	M=9
200	98	108	M=9
201	108	111	M=9
202	81	94	M=9
203	94	99	M=9
204	82	87	M=9
205	87	95	M=9
206	95	100	M=9
207	88	101	M=10
208	89	96	M=9
209	96	97	M=9

LP=1,0 MS=2000,2000

210	97	102	M=9		
211	106	103	M=9		
212	107	105	M=9		
213	109	112	M=9		
214	110	114	M=9		
215	115	116	M=9	LP=1,0	MS=3002,3002
216	116	117	M=9		
217	117	118	M=9		
218	118	119	M=9		
219	119	120	M=9		
220	128	129	M=9		
221	129	130	M=9		
222	130	131	M=9		
223	131	132	M=9		
224	132	133	M=9		
225	125	126	M=9		
226	126	127	M=9		
229	138	139	M=9		
230	139	140	M=9		
231	141	142	M=9		MS=3001,3001
232	142	143	M=9		MS=3001,3001
233	150	151	M=9		MS=3001,3001
234	151	152	M=9		MS=3001,3001
236	128	122	M=9		MS=3002,3002
237	122	121	M=9		MS=3002,3002
238	121	115	M=9		MS=3002,3002
239	116	129	M=10		MS=3002,3002
242	144	147	M=9		MS=3001,3001
243	148	145	M=9		MS=3001,3001
244	117	130	M=10		MS=3002,3002
247	118	124	M=9		MS=3002,3002
248	124	131	M=9		MS=3002,3002
252	119	132	M=10		MS=3002,3002
254	120	125	M=9		MS=3002,3002
255	125	133	M=9		MS=3002,3002
256	133	138	M=9		MS=3002,3002
257	126	139	M=10		MS=3002,3002
258	127	134	M=9		MS=3002,3002
259	134	135	M=9		MS=3002,3002
260	135	140	M=9		MS=3002,3002
261	144	141	M=9		MS=3001,3001
262	145	143	M=9		MS=3001,3001
263	147	150	M=9		MS=3001,3001
264	148	152	M=9		MS=3001,3001

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05
0 0.0866
0.30 0.0866
0.40 0.0743
0.50 0.0649
0.60 0.0570
0.70 0.0520
0.80 0.0472
0.90 0.0433
1.00 0.0400
1.10 0.0371
1.15 0.0350
1.20 0.0340

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	2000	1000	R=0,0,1,1,1,0
3001	3002	1	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1	D=1
2	D=1.74173

Ahora se procederá a analizar los resultados:
 Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:

BASE REACTION FORCES						
AT .00 AND -90.00 DEGREES						
MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.32790E+02	-.25795E+02	.78672E-02	.15755E+03	.20167E+03	-.89214E+03
2	.21850E+02	.29815E+02	-.46280E-02	-.18471E+03	.13599E+03	.60411E+02
3	.71659E+01	-.33444E+01	-.19029E-02	.21843E+02	.44899E+02	.34429E+02
4	.18805E+01	-.27771E+01	.16592E-01	-.11389E+01	-.72169E+00	-.71351E+02
5	.41185E+01	.18144E+01	.80365E-02	.20365E+00	.51438E+00	-.36751E+02
6	.19415E+00	.12065E+01	.12623E-01	-.74228E+00	-.97661E-01	.10443E+02
7	.58777E+01	-.56429E-01	-.12212E+00	.50898E+00	.38701E+01	-.73514E+02
8	.12791E+01	.11537E+01	-.59041E-01	-.20171E+01	.18679E+01	.67548E+01
9	.66627E-02	-.44452E-03	-.33863E+00	-.48992E+01	.43334E+01	-.12254E+00
CQC	.50065E+02	.26996E+02	.36531E+00	.16619E+03	.30399E+03	.87069E+03

Del cual podemos observar que la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis es $H=50.065\text{Tn}$, así mismo debemos de recordar que la fuerza cortante en la base calculada por el método estático es $H= 109\text{Tn}$.

Según el acápite 1.17.2-b de la NSR-77, el cortante en la base no podrá ser menor que el 80% del obtenido según el método estático, según esto $80\% \times 109 = 88.30\text{ Tn}$, en nuestro caso $H=50.065 < 87.20\text{Tn}$, por lo que debemos de escalar los valores de fuerzas, $87.20/50.065 = 1.741$, por lo tanto todos los valores del análisis se multiplicarán por 1.741, esto se debe entender que las fuerzas en los elementos producto de la carga dinámica se deberán de multiplicar por este valor excepto los desplazamientos obtenidos, para lo cual haremos el siguiente procedimiento en el bloque COMBO, del archivo de datos del SAP90, el primer sistema de cargas serán las cargas originales, y el segundo sistema de cargas será multiplicando los efectos por 1.741, de esta manera si deseamos obtener los desplazamientos de la estructura tomaremos los correspondientes a la primera combinación y para obtener los valores de fuerzas se tomarán los correspondientes a la segunda combinación, de esta manera tenemos los siguientes resultados.

II.3.1.- FUERZAS ESCALADAS AL VALOR MINIMO DE CORTANTE EN LA BASE POR EL METODO ESTATICO

De los valores de reacciones en los nudos de la base de la estructura se pueden calcular los valores de los efectos globales.

De los gráficos 1, 2 y 3, que se adjuntan en el Anexo "A" se pueden observar la numeración de los nudos que se ha tomado para definir el sistema

estructural a analizar, del nudo 1 al 38, son los nudos que conforman la base de las columnas las cuales han sido consideradas con sus seis grados de libertad restringidos (empotradas), del nudo 39 al nudo 76, se encuentran en el plano de la losa del primer entrepiso, del nudo 77 al nudo 114, se encuentran en el plano de la losa del segundo entrepiso, del nudo 115 al nudo 122, del 124 al 135, del 138 al 145, del 147 al 148 y del 150 al 152 se encuentran en los planos de las losas del tercer entrepiso. Por lo tanto los valores de las fuerzas resultantes de la combinación modal en la base de la estructura se obtendrán sumando las reacciones de cada uno de los respectivos nudos en la dirección correspondiente.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas (Tn)

Momentos (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	0.90	0.73	2.89	1.29	1.40	0.03
2	4.35	0.74	1.52	1.69	8.30	0.12
3	4.50	0.84	1.52	1.73	8.45	0.12
4	4.51	1.01	1.92	2.01	8.45	0.12
5	4.34	1.18	1.56	2.45	8.29	0.12
6	0.93	1.03	2.71	1.80	1.42	0.03
7	0.33	0.97	1.66	1.52	0.80	0.03
8	0.30	0.96	1.91	1.51	0.74	0.03
9	0.31	0.73	0.35	1.15	0.76	0.03
10	0.34	0.83	0.52	1.31	0.78	0.03
11	0.79	1.30	2.91	2.06	1.22	0.03
12	3.59	2.03	2.28	3.95	7.02	0.12
13	0.79	1.56	2.96	2.68	1.21	0.03
14	0.64	0.72	4.55	1.28	1.01	0.03
15	3.16	1.03	1.32	1.96	6.05	0.12
16	3.07	1.05	1.96	1.92	5.97	0.12
17	0.78	0.83	1.43	1.31	1.13	0.03
18	3.11	1.83	5.52	3.05	6.01	0.12
19	2.69	2.21	3.59	3.74	5.62	0.12
20	0.29	2.03	3.94	3.12	0.68	0.03
21	0.29	2.02	0.57	3.11	0.66	0.03
22	0.61	0.78	2.50	1.26	0.94	0.03
23	2.59	1.59	5.34	2.83	5.22	0.12
24	0.71	1.17	5.21	1.94	1.03	0.03
25	2.66	2.03	2.31	3.95	5.29	0.12
26	0.56	1.67	10.05	2.79	0.89	0.03
27	9.44	2.23	4.60	4.79	25.18	0.81
28	2.02	0.87	0.70	1.61	3.13	0.08
29	11.62	2.40	4.79	6.46	33.16	1.18
30	2.31	5.10	8.42	11.95	5.08	0.46
31	3.12	5.28	6.96	13.17	8.28	0.72
32	0.17	0.79	1.94	1.27	0.40	0.03
33	1.24	4.42	4.80	11.32	3.38	0.46
34	1.94	3.75	4.83	9.06	4.03	0.46
35	0.35	0.69	2.60	1.18	0.54	0.03
36	5.24	1.61	5.46	4.22	15.50	0.81
37	1.28	0.60	0.97	1.36	1.99	0.08
38	5.59	1.68	4.32	3.87	15.75	0.81
Suma	91.46	62.32	123.4	127.7	205.77	7.62

En la primera columna se tiene el valor de las reacciones en la base de la estructura escalada al valor mínimo del cortante estático ($80\%V=87.20Tn$), se observa que es (91.46 Tn)

II.3.2.- CALCULO DE LOS DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES DE ENTREPISO

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma.

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.000809	.000437	.000000	.000000	.000000	.000042
2000	.001971	.001053	.000000	.000000	.000000	.000097
3001	.001848	.001521	.000000	.000000	.000000	.000124
3002	.003151	.001600	.000000	.000000	.000000	.000116

Recordemos que el nudo N°1000, es el centro de masas de la losa del primer entrepiso, el nudo N°2000, es el centro de masas del segundo entrepiso, y los nudo 3001 y 3002, son los centros de masa del octógono y de los rectángulos del tercer nivel respectivamente.

Los desplazamientos serán multiplicados por $0.75R_d = (0.75 \cdot 6 = 4.5)$, según la Norma.

Desplazamientos en milímetros.

NIVEL	$U_x = 0.75 \cdot R_d \cdot U_X$	$\Delta = U_{xi} - U_{xi-1}$	$H_i(m)$	Δ/h_i
1	3.64	3.64	2.875	.0012
2	8.87	5.23	3.00	.0017
3 OCTOGONO	8.42	0.45	3.00	.0001
RECTANGULOS	14.17	5.30	3.00	.0018

Analizamos la dirección "X", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo, pero es importante observar que los desplazamientos laterales en la dirección perpendicular a la del sismo también son significativos esto demuestra que la estructura por su gran irregularidad produce desplazamientos en la otra dirección.

Según la norma NSR-77, daba como límite máximo de distorsión de entre piso 0.01, ya que existen elementos susceptibles de dañarse como los muros de albañilería.

En este análisis se puede observar que todos los valores de distorsión de entrepiso son menores que los establecidos por la norma, por lo tanto según el análisis realizado la estructura satisface las exigencias de la Norma NSR-77.

También se puede observar que la distorsión del tercer entrepiso del octógono, es menor a la del diafragma del segundo nivel, de esto se puede deducir, que existe una concentración de rigidez en el octógono lo que hace que se desplace menos, esto también ocurre en los demás niveles pero no podemos apreciarlo directamente.

En el siguiente cuadro se muestra los valores de las rotaciones relativas de cada nivel multiplicadas por $0.75R_d$.

Giros en radianes.

NIVEL	$R_x=0.75R_d r_x$	$\Delta r=r_{xi} - r_{xi-1}$
1	.000189	.000189
2	.000436	.000247
3 OCTOGONO	.000558	.000122
RECTANGULOS	.000522	.000086

Se puede observar que el octógono del tercer nivel gira más en comparación con el giro relativo de los rectángulos.

Esto puede dar a pensar que lo mismo esta sucediendo en el segundo nivel tan solo que no lo podemos visualizar directamente porque estamos analizando bajo la hipótesis de diafragma rígido.

II.4.- ANALISIS EN EL EJE "Y"

A continuación se muestran los datos usados para el análisis dinámico con el programa SAP90

ANALISIS DINAMICO NSR-77 -EJE X

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

```
1 X=0 Y=21.35 Z=0
6 X=21 Y=21.35 Z=0 G=1,6,1
7 X=0 Y=18.15 Z=0
8 X=0 Y=16.75 Z=0
9 X=8.4 Y=17.45 Z=0
10 X=12.6 Y=17.45 Z=0
11 X=21 Y=17.45 Z=0
13 X=29.4 Y=17.45 Z=0 G=11,13,1
14 X=0 Y=13.55 Z=0
19 X=21 Y=13.55 Z=0 G=14,19,1
20 X=29.4 Y=14.25 Z=0
21 X=29.4 Y=12.85 Z=0
22 X=12.6 Y=11.425 Z=0
26 X=29.4 Y=11.425 Z=0 G=22,26,1
27 X=1.775 Y=8.4 Z=0
28 X=4.2 Y=8.4 Z=0
29 X=6.625 Y=8.4 Z=0
30 X=0 Y=6.625 Z=0
31 X=8.4 Y=6.625 Z=0
32 X=12.6 Y=4.275 Z=0
33 X=0 Y=1.775 Z=0
34 X=8.4 Y=1.775 Z=0
35 X=12.6 Y=1.775 Z=0
36 X=1.775 Y=0 Z=0
37 X=4.2 Y=0 Z=0
38 X=6.625 Y=0 Z=0
39 X=0 Y=21.35 Z=2.875
44 X=21 Y=21.35 Z=2.875 G=39,44,1
45 X=0 Y=18.15 Z=2.875
46 X=0 Y=16.75 Z=2.875
47 X=8.4 Y=17.45 Z=2.875
48 X=12.6 Y=17.45 Z=2.875
49 X=21 Y=17.45 Z=2.875
51 X=29.4 Y=17.45 Z=2.875 G=49,51,1
52 X=0 Y=13.55 Z=2.875
57 X=21 Y=13.55 Z=2.875 G=52,57,1
58 X=29.4 Y=14.25 Z=2.875
59 X=29.4 Y=12.85 Z=2.875
60 X=12.6 Y=11.425 Z=2.875
64 X=29.4 Y=11.425 Z=2.875 G=60,64,1
65 X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
68 X=0 Y=6.625 Z=2.875
69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
70 X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
71 X=0 Y=1.775 Z=2.875
72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
73 X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
74 X=1.775 Y=0 Z=2.875
75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
```

103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
 104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
 105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
 106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
 107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
 108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
 110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
 113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=12.398 Y=13.02 Z=2.875
 2000 X=12.398 Y=13.02 Z=5.875
 3001 X=4.2 Y=4.2 Z=8.875
 3002 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875

MASSSES

1000 1000 1 M=28.50,28.50,0,0,0,2645.65
 2000 2000 1 M=28.90,28.90,0,0,0,2682.78
 3001 3001 1 M=2.01,2.01,0,0,0,21.78
 3002 3002 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=11 NSEC=3

1 SH=R T=.4,.4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 11 A=0.001 J=0 I=0,0 M=0
 1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=3
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=3
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=3
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2
 16 16 54 M=2
 17 17 55 M=3
 18 18 56 M=2
 19 19 57 M=2
 20 20 58 M=3
 21 21 59 M=3

22	22	60	M=3
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=3
27	27	65	M=5
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
30	30	68	M=6
31	31	69	M=8
32	32	70	M=3
33	33	71	M=6
34	34	72	M=6
35	35	73	M=3
36	36	74	M=5
37	37	75	M=1
38	38	76	M=5
39	39	77	M=3
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
65	65	103	M=5
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
68	68	106	M=6
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
71	71	109	M=6
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
74	74	112	M=5
75	75	113	M=1
76	76	114	M=5
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=3
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=3
88	88	126	M=2
89	89	127	M=3
90	90	128	M=3
91	91	129	M=2
92	92	130	M=2
93	93	131	M=3
94	94	132	M=2
95	95	133	M=2
96	96	134	M=3
97	97	135	M=3
100	100	138	M=3
101	101	139	M=2
102	102	140	M=3
103	103	141	M=5
104	104	142	M=1

MS=1000,2000

MS=2000,3002

MS=2000,3001

105	105	143	M=7		
106	106	144	M=6		
107	107	145	M=8		
109	109	147	M=6		
110	110	148	M=6		
112	112	150	M=5		
113	113	151	M=1		
114	114	152	M=5		
115	39	40	M=9	LP=1,0	MS=1000,1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
131	65	66	M=9		
132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
165	77	78	M=9	LP=1,0	MS=2000,2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		
174	94	95	M=9		
175	87	88	M=9		
176	88	89	M=9		
177	98	99	M=9		
178	99	100	M=9		
179	100	101	M=9		
180	101	102	M=9		
181	103	104	M=9		
182	104	105	M=9		
183	112	113	M=9		
184	113	114	M=9		
185	110	111	M=9		
186	90	84	M=9		

187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
191	104	113	M=9
192	106	109	M=9
193	110	107	M=9
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9
196	92	107	M=9
197	80	86	M=9
198	86	93	M=9
199	93	98	M=9
200	98	108	M=9
201	108	111	M=9
202	81	94	M=9
203	94	99	M=9
204	82	87	M=9
205	87	95	M=9
206	95	100	M=9
207	88	101	M=10
208	89	96	M=9
209	96	97	M=9
210	97	102	M=9
211	106	103	M=9
212	107	105	M=9
213	109	112	M=9
214	110	114	M=9
215	115	116	M=9
216	116	117	M=9
217	117	118	M=9
218	118	119	M=9
219	119	120	M=9
220	128	129	M=9
221	129	130	M=9
222	130	131	M=9
223	131	132	M=9
224	132	133	M=9
225	125	126	M=9
226	126	127	M=9
229	138	139	M=9
230	139	140	M=9
231	141	142	M=9
232	142	143	M=9
233	150	151	M=9
234	151	152	M=9
236	128	122	M=9
237	122	121	M=9
238	121	115	M=9
239	116	129	M=10
242	144	147	M=9
243	148	145	M=9
244	117	130	M=10
247	118	124	M=9
248	124	131	M=9
252	119	132	M=10
254	120	125	M=9
255	125	133	M=9
256	133	138	M=9
257	126	139	M=10
258	127	134	M=9
259	134	135	M=9
260	135	140	M=9
261	144	141	M=9
262	145	143	M=9
263	147	150	M=9
264	148	152	M=9

LP=1,0 MS=3002,3002

MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001

SPEC
A=90 S=9.81 D=0.05
0 0.0866
0.30 0.0866
0.40 0.0743
0.50 0.0649
0.60 0.0570
0.70 0.0520
0.80 0.0472
0.90 0.0433
1.00 0.0400
1.10 0.0371

1.15 0.0350
 1.20 0.0340

RESTRAINTS

1 38 1 R=1,1,1,1,1,1
 1000 2000 1000 R=0,0,1,1,1,0
 3001 3002 1 R=0,0,1,1,1,0
 39 152 1 R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1 D=1
 2 D=1.57315

Observamos que la diferencia con los datos usados para el análisis en el eje "X", precisamente es el ángulo que forma la dirección del sismo con el eje "X", que en este caso es de 90 grados, para el análisis en la dirección "Y"

Ahora se procederá a analizar los resultados:

Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:

AGIP USA INC.

PAGE 5
 PROGRAM:SAP90/FILE:iny.SPC

ANALISIS DINAMICO NSR-77 -EJE Y

BASE REACTION FORCES						
AT	90.00 AND		.00 DEGREES			
MODE	1-DIR	2-DIR	Z-DIR	1-DIR	2-DIR	Z-DIR
NUMBER	FORCE	FORCE	FORCE	MOMENT	MOMENT	MOMENT
1	.20292E+02	.25795E+02	-.61889E-02	-.15865E+03	-.12394E+03	.70182E+03
2	.40684E+02	-.29815E+02	-.63151E-02	.18557E+03	-.25204E+03	.82434E+02
3	.15608E+01	.33443E+01	.88810E-03	-.20954E+02	-.10194E+02	-.16068E+02
4	.41013E+01	.27772E+01	-.24504E-01	.10658E+01	.16819E+01	.10537E+03
5	.79933E+00	-.18144E+01	.35404E-02	.22661E+00	.89718E-01	-.16191E+02
6	.74978E+01	-.12065E+01	.78445E-01	-.60695E+00	-.46129E+01	.64899E+02
7	.54081E-03	.56380E-01	.11714E-02	-.37123E-01	-.48826E-02	.70516E+00
8	.10406E+01	-.11537E+01	-.53252E-01	.16848E+01	-.18193E+01	.60925E+01
9	.29649E-04	.44446E-03	.22590E-01	-.28907E+00	.32682E+00	.81747E-02
CQC	.55430E+02	.26996E+02	.98007E-01	.16691E+03	.33668E+03	.75890E+03

Del cual podemos observar que la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis es H=55.43Tn, así mismo debemos de recordar que la fuerza cortante en la base calculada por el método estático es H= 1009Tn. este valor vale tanto para el análisis en el eje "X", como en el eje "Y", ya que en las dos direcciones la estructura tiene las mismas características estructurales.

Según el acápite 1.17.2-b de la NSR-77, el cortante en la base no podrá ser menor que el 80% del obtenido según el método estático, según esto $80\% \times 109 = 87.20Tn$, en nuestro caso $H=55.43Tn < 87.20Tn$, por lo que debemos de escalar los valores de fuerzas, $87.20/55.43=1.573$, por lo tanto todos los valores del análisis se multiplicarán por 1.573, esto se debe entender que las fuerzas en los elementos producto de la carga dinámica se deberán de multiplicar por este valor excepto los desplazamientos obtenidos,

para lo cual haremos el mismo procedimiento que se siguió en el análisis para el eje "X".

II.4.1.- FUERZAS ESCALADAS AL VALOR MINIMO DE CORTANTE EN LA BASE POR EL METODO ESTATICO

De los valores de reacciones en los nudos de la base de la estructura se pueden calcular los valores de los efectos globales.

Análogamente al análisis en el eje "X". Por lo tanto los valores de las fuerzas resultantes de la combinación modal en cada nivel se obtendrán sumando las reacciones de cada uno de los respectivos nudos en la dirección correspondiente.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas (Tn)

Momentos (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	0.44	0.86	3.45	1.53	0.68	0.02
2	2.13	1.22	1.48	2.71	4.04	0.07
3	2.20	1.57	2.73	3.18	4.11	0.07
4	2.20	1.74	3.36	3.52	4.11	0.07
5	2.12	1.77	1.70	3.73	4.03	0.07
6	0.45	1.35	3.29	2.40	0.69	0.02
7	0.16	1.15	2.37	1.80	0.38	0.02
8	0.15	1.15	2.45	1.80	0.35	0.02
9	0.15	1.33	0.38	2.10	0.36	0.02
10	0.16	1.45	0.93	2.30	0.37	0.02
11	0.38	1.76	1.41	2.78	0.58	0.02
12	1.72	2.42	3.06	4.76	3.35	0.07
13	0.38	1.71	4.83	2.96	0.58	0.02
14	0.30	0.86	4.05	1.53	0.48	0.02
15	1.49	1.66	0.64	3.13	2.86	0.07
16	1.45	1.94	1.28	3.53	2.82	0.07
17	0.37	1.46	1.91	2.30	0.54	0.02
18	1.47	2.81	7.02	4.70	2.84	0.07
19	1.27	2.95	5.32	5.04	2.66	0.07
20	0.14	2.24	4.96	3.45	0.32	0.02
21	0.14	2.24	0.70	3.46	0.31	0.02
22	0.29	1.36	3.99	2.21	0.45	0.02
23	1.22	2.42	8.63	4.34	2.49	0.07
24	0.34	1.56	7.97	2.60	0.49	0.02
25	1.26	2.42	3.48	4.76	2.52	0.07
26	0.27	1.85	10.41	3.09	0.43	0.02
27	4.76	2.58	6.69	6.11	12.57	0.49
28	1.00	1.38	0.58	2.55	1.55	0.05
29	5.45	4.40	7.94	11.62	16.25	0.71
30	1.45	5.60	6.18	13.85	2.85	0.28
31	1.42	9.77	4.82	24.24	4.05	0.44
32	0.10	1.39	3.44	2.24	0.23	0.02
33	0.59	5.16	2.35	13.43	2.00	0.28
34	1.77	7.00	5.71	16.70	3.09	0.28
35	0.23	1.20	3.57	2.06	0.36	0.02
36	3.99	2.15	7.32	5.70	11.50	0.49
37	0.96	0.97	1.11	2.16	1.48	0.05
38	5.06	2.95	7.04	6.84	12.27	0.49
Suma	49.4	89.8	148.5	187.2	111.0	4.6

En la dirección "Y" se tiene el valor de la reacción en la base escalada al valor mínimo del cortante estático ($80\%V=88.30$ Tn), se observa que es (89.80Tn).

II.4.2.- CALCULO DE LOS DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES DE ENTREPISO

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma análogamente que en el análisis en el eje "X".

ANALISIS DINAMICO NSR-77 -EJE Y

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U (X)	U (Y)	U (Z)	R (X)	R (Y)	R (Z)
1000	.000425	.000857	.000000	.000000	.000000	.000028
2000	.001048	.002093	.000000	.000000	.000000	.000062
3001	.001145	.002608	.000000	.000000	.000000	.000078
3002	.001666	.003056	.000000	.000000	.000000	.000073

Los desplazamientos en este caso serán los correspondientes a la dirección "Y"

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas.

Los desplazamientos serán multiplicados por $0.75R_d$ ($0.75*6 = 4.5$), según la Norma.

Desplazamientos en milímetros.

NIVEL	$U_y=0.75xR_dxUY$	$\Delta=U_{yi} - U_{yi-1}$	$H_i(m)$	Δ/h_i
1	3.85	3.85	2.875	.0013
2	9.41	5.56	3.00	.0018
3 OCTOGONO	11.73	2.32	3.00	.0007
RECTANGULOS	13.75	4.34	3.00	.0014

Analizamos la dirección "y", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo, pero se observa que en la dirección "x", los desplazamientos también son considerables.

Según la norma NSR-77, daba como límite máximo de distorsión de entre piso 0.01, ya que existen elementos susceptibles de dañarse como los muros de albañilería.

También se puede observar que la distorsión de entrepiso del octógono del tercer nivel, con respecto al diafragma del segundo nivel es menor que la de los rectángulos, de esto se puede deducir que existe una concentración de rigidez en el octógono lo que hace que se desplace menos.

En el siguiente cuadro se muestra los valores de las rotaciones relativas de cada nivel multiplicadas por 0.75Rd.

Giros en rdianes.

NIVEL	$R_x=0.75Xrd_xrX$	$\Delta r=r_{xi} - r_{xi-1}$
1	.000126	.000126
2	.000279	.000153
3 OCTOGONO	.000351	.000072
RECTANGULOS	.000329	.000050

Se puede observar que el octógono del tercer nivel gira más en comparación con el giro relativo de los rectángulos.

En este análisis se puede observar que todos los valores de distorsión de entrepiso son menores que los establecidos por la norma, por lo tanto según el análisis realizado la estructura satisface las exigencias de la Norma NSR-77.

De los análisis efectuados según la NSR-77, se puede observar que la estructura para un análisis elástico admite deformaciones laterales muy por debajo de las permitidas por la Norma, cabe comentar esto ya que fue uno de los motivos principales para que la nueva Norma de diseño sismo resistente NTE-E 0.30, tenga por finalidad principal el dar como resultado del análisis valores mayores de desplazamientos, obligando de esta manera a rigidizar las estructuras.

A continuación se efectuará un análisis aún conservando la hipótesis de diafragma rígido, pero usando para este análisis los valores de los parámetros, y demás exigencias de la Norma NTE-E.030, al cual denominaremos el segundo análisis.

CAPITULO III.- SEGUNDO ANALISIS:NTE-E.030-CALCULO DE LOS PARAMETROS Y RESULTADOS DE ANALISIS

III.1.- CALCULO DE LOS PARAMETROS S, U, Z, C, R y V

Para proceder al análisis tenemos que previamente en que categoría clasifica la Norma a nuestra estructura a analizar.

Según el acápite 3.3, tabla 3 de la Norma NEE-E.030, las edificaciones que tienen un uso importante como en este caso Centro Educativo, es clasificada como una edificación de CATEGORIA "A", dentro de edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de ocurrido el sismo.

Además debemos de tener presente que dada la forma en planta que presenta la estructura se trata de una estructura clasificada por esta Norma como IREGULAR.

Según el acápite 4.2.3, la Norma nos da un método general para la determinación de las fuerzas sísmicas horizontales y cortante en la base mediante la formula siguiente.

A pesar de que se realizará un análisis dinámico será necesario considerar el cálculo de la fuerza cortante en la base por el método estatico, este valor se usará para escalar los resultados del analisis dinámico.

$$V = \left(\frac{ZxUxSxC}{R} \right) xP$$

Donde:

Z= Factor de zona

U= Factor de uso

S = Factor de suelo

C = Factor de amplificación Sísmica

R = Factor de reducción

P= Peso de la edificación + % s/c

Ahora se procederá a calcular cada uno de los parámetros anteriormente señalados por la NTE-E.030.

-FACTOR DE ZONA "Z"

$$\boxed{Z=0.4}$$

Ya que según la zonificación sísmica la región costeña pertenece a la región N° 3, según la tabla N° 1, de la Norma.

-FACTOR DE USO "U"

$$U = 1.5$$

Por tratarse de una edificación de categoría "A", según la tabla N°3, de la Norma.

-FACTOR DE SUELO "S"

Para lo que es tendrá que recurrir a la clasificación de suelos que nos da la NTE-E.030

A esta altura del análisis cabe el comentar que una de las diferencias de la NT-E.030 y la NSR-77, es casualmente que nos permite situarnos con mayor precisión en el tipo de características geotécnicas del suelo de cimentación de la estructura a analizar.

De esta manera nos propone características de los suelos en forma mas detallada, para tener en cuenta esto, se citara textualmente lo que dice la NTR-E0.30, en el acápite 2.2.2.

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte, los tipos de perfiles de tipo de suelo son cuatro.

A continuación se muestran las características principales de estos perfiles.

a) Perfil tipo S1:Roca o suelos muy rígidos

A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidad de propagación de honda de corte similar al de una roca, en los que el periodo fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0.25 s. Incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual a 5Kg/cm².
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20m. de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 1Kg/cm², sobre roca u otro material con velocidad de propagación de honda de corte similar a una roca.
- Estrato de no mas de 20m. de arena muy densa con N>30sobre roca u otro material con velocidad de propagación de honda de corte similar al de una roca.

b) Perfil tipo S2 :Suelos intermedios.

Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S1 y S3.

c) Perfil tipo S3:Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el periodo fundamental, para vibraciones de gran amplitud, es mayor que 0.6 s.

d) Perfil tipo S4:Condiciones excepcionales.

A este tipo pertenecen los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas sean particularmente desfavorables.

En el caso del suelo sobre el que se ha cimentado el C.E. Fermín del Castillo, tiene la característica de estar formado por grava superficial, después de citar la clasificación que da la Norma el suelo no es ni extremadamente duro o similar a roca, ni tampoco se trata de un suelo flexible de gran espesor, por lo que se optará por clasificarlo en el perfil S2, correspondiente un suelo intermedio.

Por lo cual tomaremos los valores de los parámetros correspondientes.

$$T_p = 0.6$$

$$S = 1.2$$

- FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA "C":

Este factor depende de las características del sitio, el valor de "C", se calculara mediante la siguiente formula :

$$C = C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T} \right)^{1.25}$$

Donde: $C \leq 2.5$

Para la cual se calculara el periodo fundamental de la estructura. ("T").

Según el acápite 4.2.2. el periodo fundamental de la estructura se estimará por medio de la siguiente expresión:

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

Donde:

$hn \Rightarrow$ altura total de la estructura ($hn = 2.875 + 3.0 + 3.0 = 8.875$ m)

$Ct \Rightarrow$ Parámetro dado por la Norma, en función a las características de la estructura.

De los valores propuestos en la Norma tomamos $Ct = 35$, que corresponde a estructuras cuyos elementos resistentes son únicamente pórticos en la dirección de análisis, en nuestro caso este valor de Ct , es válido para las dos direcciones ya que nuestra estructura es de similar sistema estructural para ambas direcciones, según esto

$$T = \frac{8.875}{35} = 0.253 \text{ s.}$$

$$\boxed{T = 0.253 \text{ s.}}$$

Para estas condiciones

$$C = C = 2.5 \times \left(\frac{0.6}{0.253} \right)^{1.25}$$

$$C = 7.33 > 2.5$$

Así mismo tenemos que el periodo fundamental de la estructura correspondiente al primer modo es $T = 0.368 \text{ s} < 0.6 \text{ s}$.

Luego:

$$\boxed{C = 2.5}$$

- FACTOR DE REDUCCION " R "

Por tratarse de una edificación cuyos elementos resistentes son esencialmente pórticos de concreto armado, y además por tratarse de una estructura como habíamos precisado antes clasificada como IRREGULAR por su excesiva irregularidad en planta, los valores del factor de reducción correspondientes a una estructura regular con estas características (elementos resistente pórticos de concreto armado) se deberán de multiplicar por $3/4$

Así tenemos:

$R = 10$, para estructuras aporticadas de concreto armado, con planta regular. En nuestro caso se deberá de multiplicar por $3/4$ este valor teniendo así:

$$\boxed{R = 7.5}$$

Debemos de tener en cuenta que la Norma en el acápite 4.2.3. exige que la relación entre el factor de amplificación sísmica y el factor de reducción sea como mínimo 0.1.

$C/R \geq 0.1$, en nuestro caso $C=2.5$ y $R=7.5$ $C/R=2.5/7.5 = 0.33 > 0.1$..OK!

Luego la fuerza cortante en la base de la edificación tanto en la dirección " X ", como " Y ",será:

$$V = \frac{Z \times U_x \times S_x \times C_x \times P}{R} = \left(\frac{0.4 \times 1.5 \times 1.2 \times 2.5}{7.5} \right) \times P$$

$$V = 0.24 \times P$$

Cabe comentar que la fuerza cortante en la base de la edificación en este caso resulta mayor a la calculada según la NSR-77, dado que los coeficientes determinados resultan mayores principiando por el factor "C", debiendo compensarse esto por el incremento del factor de reducción que como denominador reduce el cortante, ya que a diferencia de los valores dados por la NSR-77, son bastante grandes, sin embargo en el caso de tratarse de una estructura irregular el cortante en la base amplifica en 1.33, al multiplicar el factor "R" por 3/4.

Para lo que necesitamos el peso total de la edificación:

♦ Según la NTE-E0.30, el calculo del peso total de la estructura se realizará, adicionando al peso previamente calculado un porcentaje de la carga viva correspondiente, como en este caso, la edificación es considerada de categoría "A", le corresponde el 50% de la carga viva, que en este caso es la correspondiente a un Colegio, $W_L = 300 \text{ kg/m}^2$ y $W_L = 100 \text{ kg/m}^2$ para la azotea, lo que para cada nivel cooresponde a los siguientes valores:

- PRIMER NIVEL = $382.26 \times 50\% \times 0.30 = 57.34 \text{ Tn.}$
- SEGUNDO NIVEL = $382.26 \times 50\% \times 0.30 = 57.34 \text{ Tn.}$
- TERCER NIVEL = $67.603 \times 25\% \times 0.10 + 228.493 \times 25\% \times 0.10 = 7.40 \text{ Tn}$

$$\text{TOTAL} = 122.08 \text{ Tn.}$$

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + 122.08 = 314.56 + 317.45 + 150.98 + 122.08 = 906 \text{ Tn}$$

$$P = 906 \text{ Tn.}$$

Observamos que el peso de la edificación incluye los respectivos porcentajes de sobrecarga que para este tipo de edificación coinciden con la NSR-77.

Entonces:

$$V = 0.24 \times 906 = 218 \text{ Tn}$$

III.1.1.- CALCULO DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES PARA EL ANALISIS DINAMICO DE LA ESTRUCTURA

La aceleración que se inducirá a la estructura como una fracción de la aceleración de la gravedad, teniendo la siguiente expresión.

$$S_a = (ZUSC/R) \times g$$

Donde "g", es e; valor correspondiente a la aceleración de la gravedad.

Tanto los valores de Z, U, S y R, los tomamos de los cálculos anteriores, en cambio para el cálculo del valor del factor de amplificación sísmica "C", debemos determinarlo como una función del periodo de cada modo, así tenemos

$$C = C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T} \right)^{1.25}$$

Donde: $C \leq 2.5$

Para que esta relación se cumpla tenemos:

$$\frac{T_p}{T} \leq 1.0$$

En nuestro caso recordemos que $T_p = 0.6 \text{ s.}$

Finalmente para nuestro caso de análisis tenemos:

$$T \geq 0.6 \text{ s. (*)}$$

También debemos de recordar que la Norma nos pone un limite para la relación C/R,
 $C/R \geq 0.1$

De donde: $2.5x\left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25} \geq 0.75$

$$2.5x\left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25} \geq 0.75$$

$$\left(\frac{T}{T_p}\right) \leq 2.62$$

Como en nuestro caso $T_p=0.6$ s.

$$T \leq 1.572 \text{ s. (**)}$$

$$S_a = \left[\frac{ZxUxSxC}{R} \right] xg = \left[\frac{0.4x1.5x1.2x2.5x(0.6/T)^{1.25}}{7.5} \right] xg$$

$$S_a = 0.24x(0.6/T)^{1.25} xg$$

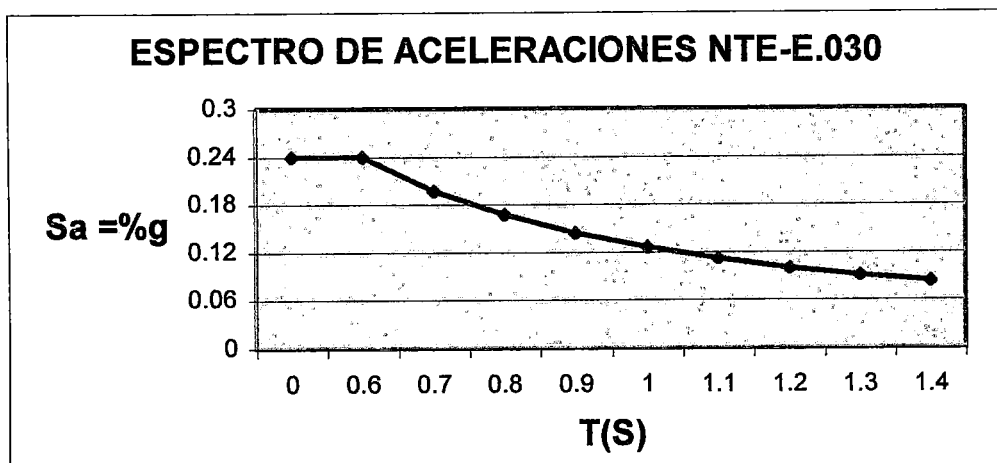
Donde T=> Periodo

g => aceleración de la gravedad

Las relaciones (*) y (**), deducidas anteriormente nos limitan un valor mínimo y máximo, dentro del cual debe de encontrarse los periodos para la definición del espectro de aceleraciones.

Evaluamos valores de periodos que cumplan con lo especificado en las relaciones (*) y (**), para poder proporcionar al programa SAP90, los valores que le servirán para interpolar las aceleraciones para los diferentes periodos de los modos de la estructura.

T	Sa (ACELERACION)
0.00	0.240xg
0.60	0.240xg
0.70	0.197xg
0.80	0.167xg
0.90	0.144xg
1.00	0.126xg
1.10	0.112xg
1.20	0.100xg



III.2.-ANALISIS EN LA DIRECCION "X"

De acuerdo con lo estipulado en el acápite 4.3.2.5. referido a los efectos de torsión, la Norma establece considerar una excentricidad accidental igual a 0.10 veces la dimensión de la edificación en la dirección perpendicular al análisis, para lo cual aclararé el concepto de excentricidad accidental.

Es obvio que al analizar la estructura dinámicamente y tomando en cuenta la distribución espacial de los pórticos internamente cada uno de los pórticos posee una matriz de rigidez lateral la cual define las rigideces en cada uno de los ejes globales (X e Y) para los cuales se ha definido la estructura en planta, de esta manera los efectos de torsión causados por la no coincidencia de los centros de masa y rigideces es tomado internamente por el programa, entonces la excentricidad accidental de la cual nos habla la Norma, se refiere a la incertidumbre que existe al considerar la ubicación del centro de gravedad de la figura en planta como si se

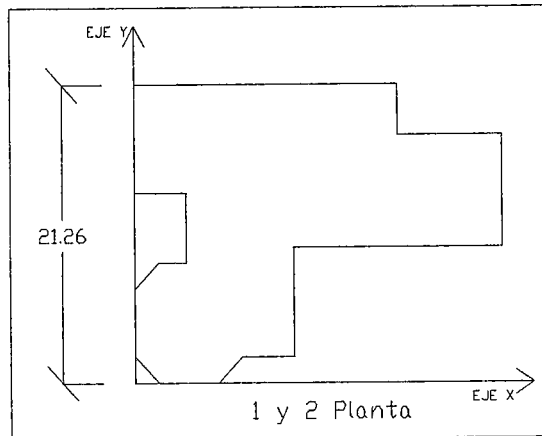
tratará del centro de masas. En edificaciones convencionales esta incertidumbre puede ser menor ya que la simetría y distribución casi uniforme de sus elementos resistentes contribuyen a esto, pero sin embargo existen los elementos que conforman la tabiquería los cuales van de hecho a distorsionar la distribución de las masas en planta, aunque la excentricidad accidental que propone la Norma parece ser excesiva para edificaciones clasificadas como regulares, la Norma no precisa en que casos especiales se debe de considerar sino que de alguna manera generaliza este concepto, es este el motivo por el cual en el análisis que se efectuara se considerará la excentricidad accidental, para lo cual seguir el siguiente procedimiento:

Teniendo en cuenta que las coordenadas globales de los centros de masa de las losas de cada uno de los diferentes niveles ya han sido calculados para preparar el archivo de datos para el análisis anterior, según lo explicado en el párrafo anterior para considerar la excentricidad accidental se deberá de realizar cuatro análisis (dos en cada una de las direcciones principales "X" e "Y"), para esto se desplazará el centro de masas tanto a la izquierda como a la derecha de la dirección de análisis, para considerar de esta manera el caso más desfavorable para cada uno de los elementos resistente teniendo en cuenta que la fuerza cortante que aparece producto de la excentricidad accidental tenga el mismo sentido de la fuerza cortante por la excitación sísmica, De esta manera tenemos que las coordenadas del centro los masas son las siguientes.

1000	X=12.398	Y=13.02	Z=2.875
2000	X=12.398	Y=13.02	Z=5.875
3001	X=4.2	Y=4.2	Z=8.875
3002	X=14.958	Y=16.365	Z=8.875

Donde, como ya sabemos el nudo N° 1000 corresponde al centro de masas de la losa del primer entrepiso, el nudo N° 2000 corresponde al centro de masas de la losa del segundo entrepiso, el nudo N° 3001 corresponde al centro de masas de la losa en forma de octógono del tercer entrepiso, el nudo N° 3002 corresponde al centro de masas de la losa en forma de rectángulos del tercer entrepiso.

III.2.1.- CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL.-



En la figura anterior se muestra la dimensión más grande de la estructura en la dirección perpendicular a la de análisis, $b=21.26$ m, la excentricidad accidental será de $0.1 \times 21.26 = 2.126$ m.

De esta manera las coordenadas para los centros de masa de la primera y segunda planta serán:

- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +Y (hacia arriba)

1000 X=12.398 Y=13.02 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=12.398 Y=15.146 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=12.398 Y=13.02 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=12.398 Y=15.146 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje -Y (hacia abajo)

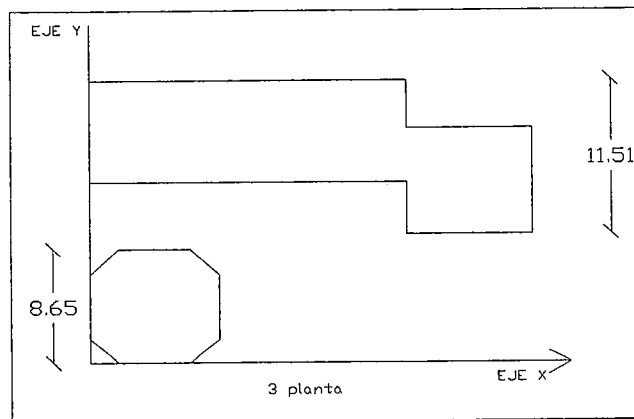
1000 X=12.398 Y=13.02 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=12.398 Y=10.89 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=12.398 Y=13.02 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=12.398 Y=10.89 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

En cuanto a las coordenadas de los centros de masa correspondiente a las losas del tercer nivel se tendrá en cuenta su dimensión en planta.



Para cada uno de los diafragmas considerados se tiene:

Octógono => $b = 8.65\text{m.} \Rightarrow$ excentricidad accidental = $0.1 \times 8.65 = 0.865\text{ m.}$

Rectángulos => $b = 11.51\text{ m.} \Rightarrow$ excentricidad accidental = $0.1 \times 11.51 = 1.151\text{ m.}$

- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +Y (hacia arriba)

3001 $X=4.2\ Y=4.2\ Z=8.875$ (coordenadas originales)

3001 $X=4.2\ Y=5.06\ Z=8.875$ (nuevas coordenadas)

3002 $X=14.958\ Y=16.365\ Z=8.875$ (coordenadas originales)

3002 $X=14.958\ Y=17.51\ Z=8.875$ (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje -Y (hacia abajo)

3001 $X=4.2\ Y=4.2\ Z=8.875$ (coordenadas originales)

3001 $X=4.2\ Y=3.33\ Z=8.875$ (nuevas coordenadas)

3002 $X=14.958\ Y=16.365\ Z=8.875$ (coordenadas originales)

3002 $X=14.958\ Y=15.21\ Z=8.875$ (nuevas coordenadas)

Luego de haber definido las coordenadas que servirán para localizar los centros de masa de cada uno de los diafragmas, se procederá a realizar el análisis correspondiente para la dirección "X".

III.2.2.-PRIMER ANALISIS - EJE "X", EXCENTRICIDAD POSITIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, asumiendo una excentricidad positiva hacia arriba la cual será sumada a las coordenadas de los centros de masa de cada uno de los respectivos diafragmas.

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE X - excentricidad positiva

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

```
1      X=0 Y=21.35 Z=0
6      X=21 Y=21.35 Z=0      G=1,6,1
7      X=0 Y=18.15 Z=0
8      X=0 Y=16.75 Z=0
9      X=8.4 Y=17.45 Z=0
10     X=12.6 Y=17.45 Z=0
11     X=21 Y=17.45 Z=0
13     X=29.4 Y=17.45 Z=0      G=11,13,1
14     X=0 Y=13.55 Z=0
19     X=21 Y=13.55 Z=0      G=14,19,1
20     X=29.4 Y=14.25 Z=0
21     X=29.4 Y=12.85 Z=0
22     X=12.6 Y=11.425 Z=0
26     X=29.4 Y=11.425 Z=0      G=22,26,1
27     X=1.775 Y=8.4 Z=0
28     X=4.2 Y=8.4 Z=0
29     X=6.625 Y=8.4 Z=0
30     X=0 Y=6.625 Z=0
31     X=8.4 Y=6.625 Z=0
32     X=12.6 Y=4.275 Z=0
33     X=0 Y=1.775 Z=0
34     X=8.4 Y=1.775 Z=0
35     X=12.6 Y=1.775 Z=0
36     X=1.775 Y=0 Z=0
37     X=4.2 Y=0 Z=0
38     X=6.625 Y=0 Z=0
39     X=0 Y=21.35 Z=2.875
44     X=21 Y=21.35 Z=2.875      G=39,44,1
45     X=0 Y=18.15 Z=2.875
46     X=0 Y=16.75 Z=2.875
47     X=8.4 Y=17.45 Z=2.875
48     X=12.6 Y=17.45 Z=2.875
49     X=21 Y=17.45 Z=2.875
51     X=29.4 Y=17.45 Z=2.875      G=49,51,1
52     X=0 Y=13.55 Z=2.875
57     X=21 Y=13.55 Z=2.875      G=52,57,1
58     X=29.4 Y=14.25 Z=2.875
59     X=29.4 Y=12.85 Z=2.875
60     X=12.6 Y=11.425 Z=2.875
64     X=29.4 Y=11.425 Z=2.875      G=60,64,1
65     X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
66     X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
67     X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
68     X=0 Y=6.625 Z=2.875
69     X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
70     X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
71     X=0 Y=1.775 Z=2.875
72     X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
73     X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
74     X=1.775 Y=0 Z=2.875
75     X=4.2 Y=0 Z=2.875
76     X=6.625 Y=0 Z=2.875
77     X=0 Y=21.35 Z=5.875
82     X=21 Y=21.35 Z=5.875      G=77,82,1
83     X=0 Y=18.15 Z=5.875
84     X=0 Y=16.75 Z=5.875
85     X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86     X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87     X=21 Y=17.45 Z=5.875
89     X=29.4 Y=17.45 Z=5.875      G=87,89,1
90     X=0 Y=13.55 Z=5.875
```

95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
 96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
 97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
 98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
 102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
 103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
 104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
 105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
 106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
 107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
 108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
 110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
 113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=12.398 Y=15.146 Z=2.875
 2000 X=12.398 Y=15.146 Z=5.875
 3001 X=4.2 Y=5.06 Z=8.875
 3002 X=14.958 Y=17.51 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=28.50,28.50,0,0,0,2645.65
 2000 2000 1 M=28.90,28.90,0,0,0,2682.78
 3001 3001 1 M=2.01,2.01,0,0,0,21.78
 3002 3002 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.4, .4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5, .4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25, .4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15, .3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02, 6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03, 1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02, 1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02, 2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25, .5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3, .5 M=0.0366972
 1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=3
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=3
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=3
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2
 16 16 54 M=2
 17 17 55 M=3

18	18	56	M=2
19	19	57	M=2
20	20	58	M=3
21	21	59	M=3
22	22	60	M=3
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=3
27	27	65	M=5
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
30	30	68	M=6
31	31	69	M=8
32	32	70	M=3
33	33	71	M=6
34	34	72	M=6
35	35	73	M=3
36	36	74	M=5
37	37	75	M=1
38	38	76	M=5
39	39	77	M=3
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
65	65	103	M=5
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
68	68	106	M=6
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
71	71	109	M=6
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
74	74	112	M=5
75	75	113	M=1
76	76	114	M=5
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=3
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=3
88	88	126	M=2
89	89	127	M=3
90	90	128	M=3
91	91	129	M=2
92	92	130	M=2
93	93	131	M=3
94	94	132	M=2
95	95	133	M=2
96	96	134	M=3
97	97	135	M=3
100	100	138	M=3

MS=1000,2000

MS=2000,3002

101	101	139	M=2		
102	102	140	M=3		
103	103	141	M=5		MS=2000,3001
104	104	142	M=1		
105	105	143	M=7		
106	106	144	M=6		
107	107	145	M=8		
109	109	147	M=6		
110	110	148	M=6		
112	112	150	M=5		
113	113	151	M=1		
114	114	152	M=5		
115	39	40	M=9	LP=1,0	MS=1000,1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
131	65	66	M=9		
132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
165	77	78	M=9	LP=1,0	MS=2000,2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		
174	94	95	M=9		
175	87	88	M=9		
176	88	89	M=9		
177	98	99	M=9		
178	99	100	M=9		
179	100	101	M=9		
180	101	102	M=9		
181	103	104	M=9		
182	104	105	M=9		

183	112	113	M=9
184	113	114	M=9
185	110	111	M=9
186	90	84	M=9
187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
191	104	113	M=9
192	106	109	M=9
193	110	107	M=9
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9
196	92	107	M=9
197	80	86	M=9
198	86	93	M=9
199	93	98	M=9
200	98	108	M=9
201	108	111	M=9
202	81	94	M=9
203	94	99	M=9
204	82	87	M=9
205	87	95	M=9
206	95	100	M=9
207	88	101	M=10
208	89	96	M=9
209	96	97	M=9
210	97	102	M=9
211	106	103	M=9
212	107	105	M=9
213	109	112	M=9
214	110	114	M=9
215	115	116	M=9
216	116	117	M=9
217	117	118	M=9
218	118	119	M=9
219	119	120	M=9
220	128	129	M=9
221	129	130	M=9
222	130	131	M=9
223	131	132	M=9
224	132	133	M=9
225	125	126	M=9
226	126	127	M=9
229	138	139	M=9
230	139	140	M=9
231	141	142	M=9
232	142	143	M=9
233	150	151	M=9
234	151	152	M=9
236	128	122	M=9
237	122	121	M=9
238	121	115	M=9
239	116	129	M=10
242	144	147	M=9
243	148	145	M=9
244	117	130	M=10
247	118	124	M=9
248	124	131	M=9
252	119	132	M=10
254	120	125	M=9
255	125	133	M=9
256	133	138	M=9
257	126	139	M=10
258	127	134	M=9
259	134	135	M=9
260	135	140	M=9
261	144	141	M=9
262	145	143	M=9
263	147	150	M=9
264	148	152	M=9

LP=1,0 MS=3002,3002

MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001

SPEC
A=0 S=9.81 D=0.05
0.00 0.240
0.60 0.240
0.70 0.197
0.80 0.167
0.90 0.144
1.00 0.126

1.10 0.112
1.20 0.100

RESTRAINTS
1 38 1 R=1,1,1,1,1,1
1000 2000 1000 R=0,0,1,1,1,0
3001 3002 1 R=0,0,1,1,1,0
39 152 1 R=1,1,0,0,0,1

COMBO
1 D=1
2 D=1.3245

Ahora se procederá a analizar los resultados:
Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:
ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE X-exentricidad positiva

BASE REACTION FORCES						
AT .00 AND -90.00 DEGREES						
MODE	1-DIR	2-DIR	Z-DIR	1-DIR	2-DIR	Z-DIR
NUMBER	FORCE	FORCE	FORCE	MOMENT	MOMENT	MOMENT
1	.13104E+03	-.61311E+02	.22150E-01	.37145E+03	.79666E+03	-.32696E+04
2	.29753E+02	.67682E+02	-.11728E-01	-.41887E+03	.18569E+03	.37031E+03
3	.24033E+02	-.81057E+01	-.11921E-02	.52889E+02	.15895E+03	.48788E+02
4	.14576E+02	-.81585E+01	-.30709E-02	-.54781E+01	-.38566E+01	-.37128E+03
5	.33494E+01	.53458E+01	-.14385E-01	.13361E+01	.17737E+01	.23618E+02
6	.48581E+01	-.64632E+01	-.61810E-01	.52938E+01	.59408E+01	-.15497E+03
7	.97930E+01	.11313E+02	.77729E-01	-.58187E+01	.60405E+01	-.32845E+02
8	.12532E+00	.42565E+00	-.87958E-01	-.79495E+00	-.30593E+00	.77855E+01
9	.13245E-02	.39474E-03	-.25392E+00	-.36616E+01	.32263E+01	.21863E-01
CQC	.14813E+03	.76394E+02	.27236E+00	.46652E+03	.89225E+03	.32004E+04

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "X", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V = 148.13$ Tn.

Pero debemos tener en cuenta que la Norma exige que para estructuras irregulares la fuerza cortante mínima en la base resultado de un análisis dinámico no debe de ser menor al 90% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente para estructuras irregulares, que para este análisis es de $V = 218$ Tn.

Por lo tanto $90\% \cdot 218 = 196.20$, $148.13 < 196.20$, por lo que deberemos escalar las fuerzas a este valor mínimo, multiplicando sólo las fuerzas y no los desplazamientos por $196.20 / 148.13 = 1.3245$.

Para conseguir esto se procede similarmente a los análisis efectuados anteriormente, utilizando el bloque de datos COMBO, del programa SAP90, definiendo como una primera combinación a las fuerzas originales y como segunda combinación a las fuerzas multiplicadas por 1.3245, de tal manera que cuando deseamos obtener las fuerzas tomaremos los resultados de la

segunda combinación, y si deseamos obtener los desplazamientos tomaremos los datos correspondientes a la primera combinación.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas (Tn)

Momentos (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	2.4	1.7	6.9	2.9	3.7	0.1
2	11.6	1.5	3.9	3.3	22.0	0.4
3	12.0	1.8	3.0	3.5	22.4	0.4
4	12.0	2.5	4.3	5.0	22.4	0.4
5	11.6	3.3	3.0	6.8	22.0	0.4
6	2.5	3.0	4.9	5.2	3.8	0.1
7	0.9	2.2	3.5	3.4	2.1	0.1
8	0.8	2.2	4.1	3.4	1.9	0.1
9	0.8	1.5	0.4	2.3	2.0	0.1
10	0.9	2.0	1.2	3.2	2.0	0.1
11	2.0	3.8	6.9	6.0	3.1	0.1
12	9.3	6.1	6.7	11.8	18.1	0.4
13	2.0	4.7	6.4	8.1	3.1	0.1
14	1.6	1.6	10.4	2.9	2.5	0.1
15	7.8	2.0	2.8	3.8	14.9	0.4
16	7.6	2.2	4.8	3.9	14.7	0.4
17	1.9	2.1	2.7	3.2	2.8	0.1
18	7.7	5.1	15.4	8.4	14.8	0.4
19	6.7	6.4	6.0	10.9	13.8	0.4
20	0.7	6.1	11.7	9.4	1.7	0.1
21	0.7	6.1	0.9	9.4	1.6	0.1
22	1.5	1.9	4.4	3.1	2.2	0.1
23	6.2	4.4	14.2	7.8	12.4	0.4
24	1.7	3.4	14.6	5.6	2.4	0.1
25	6.4	6.1	6.6	11.8	12.6	0.4
26	1.3	5.1	29.7	8.4	2.1	0.1
27	21.2	4.9	9.4	10.3	55.9	2.4
28	4.5	1.7	0.5	3.2	6.9	0.2
29	26.3	5.0	9.1	12.8	73.8	3.6
30	5.0	11.7	17.5	27.1	10.8	1.4
31	6.8	11.5	15.9	27.4	17.6	2.2
32	0.3	1.9	4.4	3.1	0.8	0.1
33	2.1	10.4	9.0	25.9	5.7	1.4
34	3.2	7.6	8.1	18.3	6.8	1.4
35	0.6	1.7	6.3	2.9	0.9	0.1
36	8.4	3.6	10.8	9.2	25.3	2.4
37	2.1	1.2	1.4	2.7	3.3	0.2
38	8.8	3.1	8.4	7.3	25.6	2.4
SUMA	209.8	153.0	280.0	303.8	460.5	23.0

En el cuadro anterior se muestran los valores de las fuerzas escaladas en cada uno de los respectivos nudos de la base de la estructura.

De estos valores se pueden calcular los valores de los efectos globales en la base de la estructura observa que ahora la reacción en la base de la estructura es 209.80Tn.

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores límites de la Norma análogamente que en el análisis según la "NSR-77".

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE X-exentricidad positiva

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.002930	.001397	.000000	.000000	.000000	.000169
2000	.006963	.003244	.000000	.000000	.000000	.000384
3001	.004999	.003927	.000000	.000000	.000000	.000489
3002	.010594	.005260	.000000	.000000	.000000	.000468

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=3/4 \times [10]=7.5$, según la Norma.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_x=R_x U_X$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	21.97	21.97	2.875	.0076
2	52.22	30.25	3.00	.0100
3 OCTOGONO	37.49	14.73	3.00	.0049
RECTANGULOS	79.45	27.23	3.00	.0090

Analizamos la dirección "x", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo.

Según la norma NTE-E.030, da como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

De acuerdo con el cuadro mostrado anteriormente se puede observar que las distorsiones de entre piso en el primer y segundo nivel exceden el límite

permitido. Así mismo se observa que el desplazamiento en el tercer nivel del octógono es menor que el de los rectángulos.

Los valores de giros en planta nos servirán para compararlos con los del análisis con excentricidad negativa.

A continuación se efectuará el análisis en el eje "X", pero asumiendo la excentricidad hacia la abajo, ósea restando el valor de la excentricidad accidental anteriormente calculada al valor de la coordenada de los centros de masa.

III.2.3.-SEGUNDO ANALISIS - EJE "X", EXCENTRICIDAD NEGATIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90.

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE X-exentricidad negativa

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1, 6, 1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11, 13, 1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14, 19, 1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22, 26, 1
27	X=1.775 Y=8.4 Z=0	
28	X=4.2 Y=8.4 Z=0	
29	X=6.625 Y=8.4 Z=0	
30	X=0 Y=6.625 Z=0	
31	X=8.4 Y=6.625 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
33	X=0 Y=1.775 Z=0	
34	X=8.4 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
36	X=1.775 Y=0 Z=0	
37	X=4.2 Y=0 Z=0	
38	X=6.625 Y=0 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39, 44, 1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49, 51, 1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52, 57, 1

58 X=29.4 Y=14.25 Z=2.875
59 X=29.4 Y=12.85 Z=2.875
60 X=12.6 Y=11.425 Z=2.875
64 X=29.4 Y=11.425 Z=2.875 G=60, 64, 1
65 X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
68 X=0 Y=6.625 Z=2.875
69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
70 X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
71 X=0 Y=1.775 Z=2.875
72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
73 X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
74 X=1.775 Y=0 Z=2.875
75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77, 82, 1
83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87, 89, 1
90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90, 95, 1
96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98, 102, 1
103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115, 120, 1
121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125, 127, 1
128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128, 133, 1
134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138, 140, 1
141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
151 X=4.2 Y=0 Z=8.875

152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=12.398 Y=10.89 Z=2.875
 2000 X=12.398 Y=10.89 Z=5.875
 3001 X=4.2 Y=3.33 Z=8.875
 3002 X=14.958 Y=15.21 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=28.50,28.50,0,0,0,2645.65
 2000 2000 1 M=28.90,28.90,0,0,0,2682.78
 3001 3001 1 M=2.01,2.01,0,0,0,21.78
 3002 3002 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.4,.4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972

1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=3
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=3
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=3
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2
 16 16 54 M=2
 17 17 55 M=3
 18 18 56 M=2
 19 19 57 M=2
 20 20 58 M=3
 21 21 59 M=3
 22 22 60 M=3
 23 23 61 M=2
 24 24 62 M=3
 25 25 63 M=2
 26 26 64 M=3
 27 27 65 M=5
 28 28 66 M=1
 29 29 67 M=7
 30 30 68 M=6
 31 31 69 M=8
 32 32 70 M=3
 33 33 71 M=6
 34 34 72 M=6
 35 35 73 M=3
 36 36 74 M=5
 37 37 75 M=1
 38 38 76 M=5
 39 39 77 M=3
 40 40 78 M=2

MS=1000,2000

41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
65	65	103	M=5
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
68	68	106	M=6
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
71	71	109	M=6
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
74	74	112	M=5
75	75	113	M=1
76	76	114	M=5
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=3
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=3
88	88	126	M=2
89	89	127	M=3
90	90	128	M=3
91	91	129	M=2
92	92	130	M=2
93	93	131	M=3
94	94	132	M=2
95	95	133	M=2
96	96	134	M=3
97	97	135	M=3
100	100	138	M=3
101	101	139	M=2
102	102	140	M=3
103	103	141	M=5
104	104	142	M=1
105	105	143	M=7
106	106	144	M=6
107	107	145	M=8

MS=2000, 3002

MS=2000, 3001

109	109	147	M=6		
110	110	148	M=6		
112	112	150	M=5		
113	113	151	M=1		
114	114	152	M=5		
115	39	40	M=9	LP=1,0	MS=1000,1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
131	65	66	M=9		
132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
165	77	78	M=9	LP=1,0	MS=2000,2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		

174	94	95	M=9	
175	87	88	M=9	
176	88	89	M=9	
177	98	99	M=9	
178	99	100	M=9	
179	100	101	M=9	
180	101	102	M=9	
181	103	104	M=9	
182	104	105	M=9	
183	112	113	M=9	
184	113	114	M=9	
185	110	111	M=9	
186	90	84	M=9	
187	84	83	M=9	
188	83	77	M=9	
189	78	91	M=9	
190	91	104	M=9	
191	104	113	M=9	
192	106	109	M=9	
193	110	107	M=9	
194	79	85	M=9	
195	85	92	M=9	
196	92	107	M=9	
197	80	86	M=9	
198	86	93	M=9	
199	93	98	M=9	
200	98	108	M=9	
201	108	111	M=9	
202	81	94	M=9	
203	94	99	M=9	
204	82	87	M=9	
205	87	95	M=9	
206	95	100	M=9	
207	88	101	M=10	
208	89	96	M=9	
209	96	97	M=9	
210	97	102	M=9	
211	106	103	M=9	
212	107	105	M=9	
213	109	112	M=9	
214	110	114	M=9	
215	115	116	M=9	LP=1,0 MS=3002,3002
216	116	117	M=9	
217	117	118	M=9	
218	118	119	M=9	
219	119	120	M=9	
220	128	129	M=9	
221	129	130	M=9	
222	130	131	M=9	
223	131	132	M=9	
224	132	133	M=9	
225	125	126	M=9	
226	126	127	M=9	
229	138	139	M=9	
230	139	140	M=9	
231	141	142	M=9	MS=3001,3001
232	142	143	M=9	MS=3001,3001
233	150	151	M=9	MS=3001,3001
234	151	152	M=9	MS=3001,3001
236	128	122	M=9	MS=3002,3002
237	122	121	M=9	MS=3002,3002
238	121	115	M=9	MS=3002,3002
239	116	129	M=10	MS=3002,3002
242	144	147	M=9	MS=3001,3001

243	148	145	M=9	MS=3001,3001
244	117	130	M=10	MS=3002,3002
247	118	124	M=9	MS=3002,3002
248	124	131	M=9	MS=3002,3002
252	119	132	M=10	MS=3002,3002
254	120	125	M=9	MS=3002,3002
255	125	133	M=9	MS=3002,3002
256	133	138	M=9	MS=3002,3002
257	126	139	M=10	MS=3002,3002
258	127	134	M=9	MS=3002,3002
259	134	135	M=9	MS=3002,3002
260	135	140	M=9	MS=3002,3002
261	144	141	M=9	MS=3001,3001
262	145	143	M=9	MS=3001,3001
263	147	150	M=9	MS=3001,3001
264	148	152	M=9	MS=3001,3001

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05
0.00 0.24
0.60 0.24
0.70 0.197
0.80 0.167
0.90 0.144
1.00 0.126
1.10 0.112
1.20 0.100

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	2000	1000	R=0,0,1,1,1,0
3001	3002	1	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1 D=1
2 D=1.1688

**Ahora se procederá ha analizar los resultados:
Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura para este segundo análisis en el eje "X":**

PROGRAM:SAP90/FILE:in2x.SPC

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE X-exentricidad negativa

BASE REACTION FORCES						
AT .00 AND -90.00 DEGREES						
MODE	1-DIR	2-DIR	Z-DIR	1-DIR	2-DIR	Z-DIR
NUMBER	FORCE	FORCE	FORCE	MOMENT	MOMENT	MOMENT
1	.37197E+02	-.70524E+02	.17795E-01	.43327E+03	.23185E+03	-.15044E+04
2	.13569E+03	.78052E+02	-.74777E-02	-.48479E+03	.84532E+03	-.70258E+03
3	.10564E+02	-.84697E+01	-.24324E-02	.55196E+02	.60547E+02	.12958E+03
4	.70181E+01	-.72622E+01	.39070E-02	-.33902E+01	-.99789E-03	-.20409E+03
5	.62746E+01	.60501E+01	-.80745E-02	.14495E+01	.19651E+01	.42473E+01
6	.65933E+00	-.34070E+01	.18565E-01	.20435E+01	.28774E+00	-.52790E+02
7	.22826E+02	.76048E+01	.40144E-01	-.62402E+01	.11902E+02	-.17703E+03
8	.96876E+00	-.17514E+01	-.22921E+00	.21655E+01	.13095E+01	.94142E+01
9	.10991E-02	-.44763E-02	-.22969E+00	-.33107E+01	.29276E+01	-.37864E-01
CQC	.16786E+03	.57675E+02	.32654E+00	.35459E+03	.10298E+04	.20822E+04

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "X", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V = 167.86 \text{Tn}$.

Pero esta no debe de ser menor al 90% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, $90\%V = 196.20$, por lo que deberemos escalar las fuerzas a este valor mínimo, multiplicando sólo las fuerzas y no los desplazamientos por $196.20/167.86 = 1.1688$

Para conseguir esto se procede similarmente a los análisis efectuados anteriormente.

A continuación se muestran los valores de las reacciones en cada uno de los nudos de la base de la estructura y ya escalados al valor mínimo de cortante.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas (Tn)

Momentos (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	1.6	1.1	5.3	2.0	2.5	0.0
2	7.8	1.2	2.7	2.7	15.1	0.2
3	8.1	1.2	2.3	2.5	15.3	0.2
4	8.1	1.3	2.5	2.6	15.3	0.2
5	7.8	1.4	3.4	3.0	15.1	0.2
6	1.7	1.2	6.2	2.1	2.6	0.0
7	0.6	1.5	2.4	2.4	1.5	0.0
8	0.6	1.5	2.9	2.4	1.4	0.0
9	0.6	1.1	0.3	1.7	1.4	0.0
10	0.6	1.1	0.7	1.7	1.5	0.0
11	1.5	1.5	5.6	2.4	2.3	0.0
12	6.8	2.4	2.7	4.7	13.4	0.2
13	1.5	1.8	6.1	3.2	2.3	0.0
14	1.3	1.1	8.6	2.0	2.1	0.0
15	6.4	1.6	2.5	3.1	12.4	0.2
16	6.2	1.5	3.9	2.8	12.2	0.2
17	1.6	1.1	1.6	1.7	2.3	0.0
18	6.3	2.2	7.3	3.7	12.3	0.2
19	5.4	2.6	8.3	4.4	11.5	0.2
20	0.6	2.4	4.5	3.7	1.4	0.0
21	0.6	2.4	1.1	3.7	1.4	0.0
22	1.3	1.0	5.1	1.7	2.0	0.0
23	5.5	1.9	6.6	3.4	11.1	0.2
24	1.5	1.4	6.4	2.3	2.2	0.0
25	5.7	2.4	2.9	4.7	11.3	0.2
26	1.2	2.0	12.6	3.3	1.9	0.0
27	21.2	4.0	6.6	8.1	57.4	1.0
28	4.6	1.4	0.6	2.6	7.2	0.1
29	26.1	3.3	7.8	9.5	75.7	1.5
30	5.3	8.6	18.8	19.3	11.9	0.6
31	7.3	7.3	15.0	19.0	19.7	0.9
32	0.4	1.0	2.6	1.7	1.0	0.0
33	3.4	6.6	11.7	17.4	9.3	0.6
34	5.2	5.9	12.1	13.7	10.9	0.6
35	0.9	0.9	4.0	1.5	1.5	0.0
36	14.8	2.2	9.1	6.3	43.3	1.0
37	3.6	1.0	1.2	2.2	5.5	0.1
38	15.6	3.1	6.0	6.4	43.9	1.0
SUMA	199.5	87.5	210.1	181.3	461.1	9.7

Se observa que ahora el valor de la reacción en la dirección del sismo es 199.50 Tn, este valor se obtiene sumando todos los valores de reacción escaladas en la base de la estructura.

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas

se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores límites de la Norma análogamente que en los análisis anteriores.

AGIP USA INC.

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE X - excentricidad negativa

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U (X)	U (Y)	U (Z)	R (X)	R (Y)	R (Z)
1000	.002358	.000865	.000000	.000000	.000000	.000081
2000	.005889	.002132	.000000	.000000	.000000	.000183
3001	.006855	.003557	.000000	.000000	.000000	.000230
3002	.009440	.003103	.000000	.000000	.000000	.000205

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=3/4 \times [10]=7.5$, según la Norma.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_y=R_x U_X$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	17.68	17.68	2.875	.006
2	44.17	26.49	3.00	.008
3 OCTOGONO	51.41	7.24	3.00	.002
RECTANGULOS	70.80	26.63	3.00	.009

Analizamos la dirección "x", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo. Según la norma NTE-E.030, establece como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

Observamos los resultados del segundo y tercer entrepiso esceden al límite por lo tanto la estructura no satisface las exigencias de la Norma NTE-E.030, en este análisis.

Ahora se comparan los valores de giros relativos en planta para los análisis en la dirección "X".

Primer analisis en el eje "X"

Giros en radianes.

NIVEL	$R_x=0.75XrdxrX$	$\Delta r=r_{xi} - r_{xi-1}$
1	.0012	.0012
2	.0029	.0017
3 OCTOGONO	.0036	.0007
RECTANGULOS	.0035	.0006

Segundo analisis en el eje "X"

Giros en radianes.

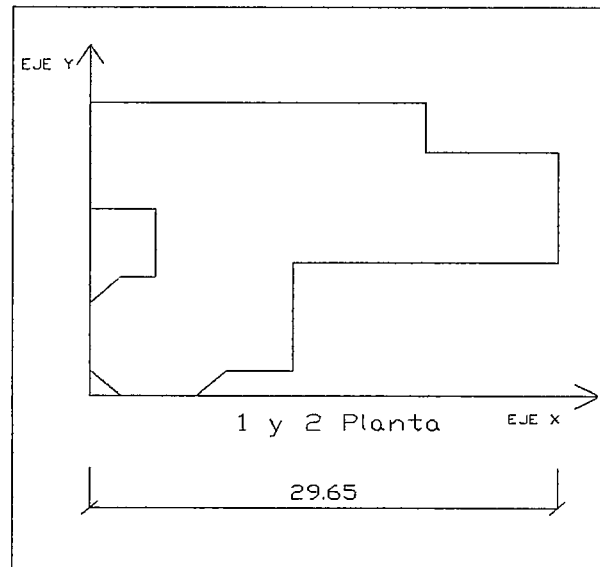
NIVEL	$R_x=0.75XrdxrX$	$\Delta r=r_{xi} - r_{xi-1}$
1	.0006	.0006
2	.0013	.0007
3 OCTOGONO	.0017	.0004
RECTANGULOS	.0015	.0002

Se puede observar que los giros de la estructura en el primer análisis son mayores que en el segundo análisis.

III.3.- ANALISIS EN LA DIRECCION "Y"

Ahora se efectuará el análisis cuando el sismo se induce en la dirección del eje "Y", asumiendo la respectiva excentricidad accidental tanto hacia la izquierda como hacia la derecha de las coordenadas del centro de masas de cada uno de los respectivos niveles.

III.3.1.- CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL



En la figura se muestra la dimensión más grande de la estructura en la dirección perpendicular a la de análisis, $b=29.65$ m., la excentricidad accidental será de $0.1 \times 29.65 = 2.97$ m.

De esta manera las coordenadas para los centros de masa de la primera y segunda planta serán:

- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +X (hacia la derecha)

1000 X=12.398 Y=13.02 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=15.368 Y=13.02 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=12.398 Y=13.02 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=15.368 Y=13.02 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje -X (hacia la izquierda)

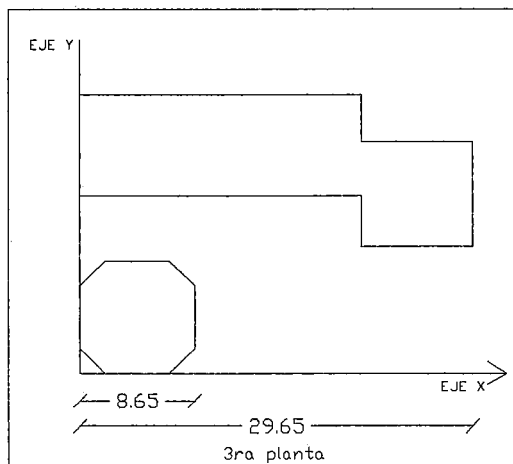
1000 X=12.398 Y=13.02 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X= 9.428 Y=13.02 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=12.398 Y=13.02 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X= 9.428 Y=13.02 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

En cuanto a las coordenadas de los centros de masa correspondiente a las losas del tercer nivel se tendrá en cuenta su dimensión en planta.



Para cada uno de los diafragmas considerados se tiene:

Octógono => $b = 8.65\text{m}$ => excentricidad accidental = $0.1 \times 8.65 = 0.865\text{m}$.

Rectángulos => $b = 29.65\text{m}$ => excentricidad accidental = $0.1 \times 29.65 = 2.97\text{m}$.

- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +X (hacia la derecha)

3001 X=4.2 Y= 4.2 Z=8.875 (coordenadas originales)

3001 X=5.06 Y= 4.2 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

3002 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875 (coordenadas originales)

3002 X=17.928 Y=16.365 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje -X (hacia la izquierda)

3001 X=4.2 Y= 4.2 Z=8.875 (coordenadas originales)

3001 X=3.33 Y= 4.2 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

3002 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875 (coordenadas originales)

3002 X=11.988 Y=16.365 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

Con estas coordenadas de los centros de masa se procederá a realizar el análisis correspondiente para la dirección "Y", análogamente al análisis anterior.

III.3.2.- PRIMER ANALISIS EJE "Y", EXCENTRICIDAD POSITIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, en el cual se ha desplazado las coordenadas de los centros de masas de cada nivel hacia la derecha el valor de la excentricidad.

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE Y-excentricidad positiva

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1, 6, 1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11, 13, 1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14, 19, 1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22, 26, 1
27	X=1.775 Y=8.4 Z=0	
28	X=4.2 Y=8.4 Z=0	
29	X=6.625 Y=8.4 Z=0	
30	X=0 Y=6.625 Z=0	
31	X=8.4 Y=6.625 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
33	X=0 Y=1.775 Z=0	
34	X=8.4 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
36	X=1.775 Y=0 Z=0	
37	X=4.2 Y=0 Z=0	
38	X=6.625 Y=0 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39, 44, 1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49, 51, 1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52, 57, 1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	
60	X=12.6 Y=11.425 Z=2.875	
64	X=29.4 Y=11.425 Z=2.875	G=60, 64, 1
65	X=1.775 Y=8.4 Z=2.875	
66	X=4.2 Y=8.4 Z=2.875	
67	X=6.625 Y=8.4 Z=2.875	
68	X=0 Y=6.625 Z=2.875	
69	X=8.4 Y=6.625 Z=2.875	
70	X=12.6 Y=4.275 Z=2.875	
71	X=0 Y=1.775 Z=2.875	
72	X=8.4 Y=1.775 Z=2.875	
73	X=12.6 Y=1.775 Z=2.875	
74	X=1.775 Y=0 Z=2.875	
75	X=4.2 Y=0 Z=2.875	
76	X=6.625 Y=0 Z=2.875	
77	X=0 Y=21.35 Z=5.875	
82	X=21 Y=21.35 Z=5.875	G=77, 82, 1
83	X=0 Y=18.15 Z=5.875	
84	X=0 Y=16.75 Z=5.875	
85	X=8.4 Y=17.45 Z=5.875	

86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
 87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
 89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
 90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
 95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
 96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
 97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
 98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
 102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
 103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
 104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
 105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
 106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
 107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
 108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
 110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
 113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=15.368 Y=13.02 Z=2.875
 2000 X=15.368 Y=13.02 Z=5.875
 3001 X=5.06 Y=4.2 Z=8.875
 3002 X=17.928 Y=16.365 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=28.50,28.50,0,0,0,2645.65
 2000 2000 1 M=28.90,28.90,0,0,0,2682.78
 3001 3001 1 M=2.01,2.01,0,0,0,21.78
 3002 3002 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=11 NSEC=3

1 SH=R T=.4,.4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 11 A=0.001 J=0 I=0,0 M=0
 1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=3
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=3
 12 12 50 M=2

13	13	51	M=3
14	14	52	M=3
15	15	53	M=2
16	16	54	M=2
17	17	55	M=3
18	18	56	M=2
19	19	57	M=2
20	20	58	M=3
21	21	59	M=3
22	22	60	M=3
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=3
27	27	65	M=5
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
30	30	68	M=6
31	31	69	M=8
32	32	70	M=3
33	33	71	M=6
34	34	72	M=6
35	35	73	M=3
36	36	74	M=5
37	37	75	M=1
38	38	76	M=5
39	39	77	M=3
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
65	65	103	M=5
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
68	68	106	M=6
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
71	71	109	M=6
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
74	74	112	M=5
75	75	113	M=1
76	76	114	M=5
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=3
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=3
88	88	126	M=2
89	89	127	M=3
90	90	128	M=3
91	91	129	M=2
92	92	130	M=2
93	93	131	M=3

MS=1000,2000

MS=2000,3002

94	94	132	M=2		
95	95	133	M=2		
96	96	134	M=3		
97	97	135	M=3		
100	100	138	M=3		
101	101	139	M=2		
102	102	140	M=3		
103	103	141	M=5	MS=2000, 3001	
104	104	142	M=1		
105	105	143	M=7		
106	106	144	M=6		
107	107	145	M=8		
109	109	147	M=6		
110	110	148	M=6		
112	112	150	M=5		
113	113	151	M=1		
114	114	152	M=5		
115	39	40	M=9	LP=1, 0	MS=1000, 1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
131	65	66	M=9		
132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
165	77	78	M=9	LP=1, 0	MS=2000, 2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		
174	94	95	M=9		
175	87	88	M=9		
176	88	89	M=9		
177	98	99	M=9		

178	99	100	M=9
179	100	101	M=9
180	101	102	M=9
181	103	104	M=9
182	104	105	M=9
183	112	113	M=9
184	113	114	M=9
185	110	111	M=9
186	90	84	M=9
187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
191	104	113	M=9
192	106	109	M=9
193	110	107	M=9
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9
196	92	107	M=9
197	80	86	M=9
198	86	93	M=9
199	93	98	M=9
200	98	108	M=9
201	108	111	M=9
202	81	94	M=9
203	94	99	M=9
204	82	87	M=9
205	87	95	M=9
206	95	100	M=9
207	88	101	M=10
208	89	96	M=9
209	96	97	M=9
210	97	102	M=9
211	106	103	M=9
212	107	105	M=9
213	109	112	M=9
214	110	114	M=9
215	115	116	M=9
216	116	117	M=9
217	117	118	M=9
218	118	119	M=9
219	119	120	M=9
220	128	129	M=9
221	129	130	M=9
222	130	131	M=9
223	131	132	M=9
224	132	133	M=9
225	125	126	M=9
226	126	127	M=9
229	138	139	M=9
230	139	140	M=9
231	141	142	M=9
232	142	143	M=9
233	150	151	M=9
234	151	152	M=9
236	128	122	M=9
237	122	121	M=9
238	121	115	M=9
239	116	129	M=10
242	144	147	M=9
243	148	145	M=9
244	117	130	M=10
247	118	124	M=9
248	124	131	M=9
252	119	132	M=10
254	120	125	M=9
255	125	133	M=9
256	133	138	M=9
257	126	139	M=10
258	127	134	M=9
259	134	135	M=9
260	135	140	M=9
261	144	141	M=9
262	145	143	M=9
263	147	150	M=9
264	148	152	M=9

LP=1, 0 MS=3002, 3002

MS=3001, 3001
MS=3001, 3001
MS=3001, 3001
MS=3001, 3001
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3001, 3001
MS=3001, 3001
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3002, 3002
MS=3001, 3001
MS=3001, 3001
MS=3001, 3001
MS=3001, 3001

SPEC
A=90 S=9.81 D=0.05
0.00 0.240

0.60	0.240
0.70	0.197
0.80	0.167
0.90	0.144
1.00	0.126
1.10	0.112
1.20	0.100

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	2000	1000	R=0,0,1,1,1,0
3001	3002	1	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1	D=1
2	D=196.2/141.26

**Ahora se procederá ha analizar los resultados:
Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura en cada una de las direcciones según los ejes globales:**

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE Y-execentricidad positiva

B A S E R E A C T I O N F O R C E S
AT 90.00 AND .00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.11331E+03	.72224E+02	-.26067E-01	-.44134E+03	-.68733E+03	.31920E+04
2	.56922E+02	-.84458E+02	-.70211E-02	.52502E+03	-.35418E+03	-.28975E+03
3	.16524E+02	.14582E+02	-.63915E-02	-.90064E+02	-.10642E+03	.20183E+02
4	.16186E+02	.34953E+01	.49278E-01	.77544E+01	.94495E+01	.36124E+03
5	.93691E-02	.37410E+00	.15294E-02	-.44627E-01	.78996E-01	.57248E+01
6	.15415E+02	-.44906E+01	-.33774E+00	-.20506E+01	-.18480E+02	.18302E+03
7	.86046E+00	-.38624E+01	.86365E-01	.24436E+01	.88369E+00	-.42895E+02
8	.35978E+01	.16788E+01	.28188E+00	-.25931E+01	-.28743E+01	.12293E+02
9	.48266E-03	-.86974E-03	.15262E+00	-.19420E+01	.22050E+01	-.12142E-01
CQC	.14126E+03	.99755E+02	.42345E+00	.61373E+03	.84896E+03	.31720E+04

Como ya hemos visto anteriormente la fuerza cortante mínima en la base de la estructura es $90\%V = 196.20 \text{ Tn}$.

En este caso el factor por el que debemos multiplicar a las fuerzas será: $196.20/141.26 = 1.388$.

Para conseguir esto se procede similarmente a los análisis efectuados anteriormente, utilizando el bloque de datos COMBO, del programa SAP90, definiendo como una primera combinación a las fuerzaas originales y como segunda combinación a las fuerzas multiplicadas por 1.388, de tal manera que cuando deseamos obtener las fuerzas tomaremos los resultados de la segunda combinación, y si deseamos obtener los desplazamientos tomaremos los datos correspondientes a la primera combinación.

A continuación se muestran los valores de las fuerzas ya escaladas al valor mínimo de la fuerza cortante, en cada uno de los respectivos nudos de la base de la estructura.

De estos valores se pueden calcular los valores de los efectos globales en la estructura.

Análogamente a los análisis anteriores. Por lo tanto los valores de las fuerzas resultantes de la combinación modal en la base de la estructura se obtendrán sumando las reacciones de cada uno de los respectivos nudos en la dirección correspondiente.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas (Tn)

Momentos (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	1.88	1.28	8.22	2.30	2.90	0.08
2	9.17	2.08	4.28	4.64	17.31	0.36
3	9.50	3.37	5.49	6.78	17.61	0.36
4	9.49	4.48	8.06	8.93	17.60	0.36
5	9.16	5.17	3.20	10.77	17.30	0.36
6	1.94	4.31	6.72	7.61	2.95	0.08
7	0.68	1.74	3.56	2.72	1.58	0.08
8	0.59	1.73	3.54	2.71	1.43	0.08
9	0.62	2.84	1.00	4.47	1.49	0.08
10	0.66	3.68	2.22	5.80	1.53	0.08
11	1.54	5.55	5.44	8.76	2.36	0.08
12	7.10	8.25	10.01	16.13	13.69	0.36
13	1.54	6.11	13.93	10.55	2.36	0.08
14	1.15	1.28	7.18	2.29	1.79	0.08
15	5.67	2.85	2.72	5.37	10.77	0.36
16	5.52	4.15	4.50	7.51	10.64	0.36
17	1.38	3.69	5.47	5.81	2.01	0.08
18	5.59	8.08	21.08	13.48	10.70	0.36
19	4.83	9.34	13.08	15.89	10.01	0.36
20	0.54	7.99	17.13	12.30	1.24	0.08
21	0.51	7.99	2.05	12.30	1.15	0.08
22	1.03	3.46	8.49	5.60	1.58	0.08
23	4.38	7.02	23.77	12.49	8.81	0.36
24	1.19	4.94	23.80	8.19	1.73	0.08
25	4.51	8.24	10.91	16.13	8.93	0.36
26	0.93	6.60	37.79	11.01	1.48	0.08
27	14.77	4.18	10.81	9.60	39.92	2.43
28	3.21	2.39	1.63	4.40	4.99	0.24
29	18.60	9.13	14.81	23.07	52.84	3.55
30	3.64	8.73	13.98	21.08	8.05	1.37
31	5.01	21.65	14.49	52.18	13.14	2.17
32	0.29	3.51	8.29	5.65	0.69	0.08
33	2.78	7.59	9.16	20.01	7.36	1.37
34	5.00	15.44	13.33	35.91	9.35	1.37
35	0.75	3.06	8.68	5.23	1.16	0.08
36	14.94	3.11	12.35	8.59	40.81	2.43
37	3.33	1.68	2.49	3.73	5.16	0.24
38	16.56	6.18	13.20	13.69	41.97	2.43
SUMA	180.0	212.9	376.9	423.7	396.4	22.9

Se observa la reacción en la base en la dirección "Y" es 212.90 Tn

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma análogamente que en el análisis en el eje "X".

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE Y - excentricidad positiva

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U (X)	U (Y)	U (Z)	R (X)	R (Y)	OR (Z)
1000	.001773	.002852	.000000	.000000	.000000	.000161
2000	.004233	.006674	.000000	.000000	.000000	.000360
3001	.004022	.005310	.000000	.000000	.000000	.000455
3002	.007027	.010099	.000000	.000000	.000000	.000456

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=3/4 \times [10]=7.5$, según la Norma.

Desplazamientos en (mm).

NIVEL	$U_y=R_x U_y$	$\Delta= U_{yi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	21.39	21.39	2.875	.0074
2	31.75	10.36	3.00	.0034
3 OCTOGONO	30.17	1.58	3.00	.0005
RECTANGULOS	52.70	20.95	3.00	.0070

Analizamos la dirección "Y", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo.

Según la Norma NTE-E.030 establece como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

De acuerdo con el cuadro mostrado anteriormente se puede observar que la distorsión del primer y tercer entrepiso exceden ligeramente el límite, de lo cual se puede concluir que para un análisis dinámico bajo la hipótesis de diafragma rígido con movimiento en la base según la dirección "Y", con excentricidad positiva la estructura no cumple con los limites establecidos por la Norma.

A continuación se efectuará el análisis en el eje "Y", pero asumiendo la excentricidad hacia la izquierda, ósea restando el valor de la excentricidad accidental anteriormente calculada al valor de la coordenada de los centros de masa.

III.3.3.-SEGUNDO ANALISIS EJE "Y", EXCENTRICIDAD NEGATIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, en el cual se ha desplazado las coordenadas de los centros de masas de cada nivel hacia la izquierda el valor de la excentricidad.

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE Y-excentricidad negativa

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

```

1      X=0 Y=21.35 Z=0
6      X=21 Y=21.35 Z=0      G=1,6,1
7      X=0 Y=18.15 Z=0
8      X=0 Y=16.75 Z=0
9      X=8.4 Y=17.45 Z=0
10     X=12.6 Y=17.45 Z=0
11     X=21 Y=17.45 Z=0
13     X=29.4 Y=17.45 Z=0    G=11,13,1
14     X=0 Y=13.55 Z=0
19     X=21 Y=13.55 Z=0     G=14,19,1
20     X=29.4 Y=14.25 Z=0
21     X=29.4 Y=12.85 Z=0
22     X=12.6 Y=11.425 Z=0
26     X=29.4 Y=11.425 Z=0  G=22,26,1
27     X=1.775 Y=8.4 Z=0
28     X=4.2 Y=8.4 Z=0
29     X=6.625 Y=8.4 Z=0
30     X=0 Y=6.625 Z=0
31     X=8.4 Y=6.625 Z=0
32     X=12.6 Y=4.275 Z=0
33     X=0 Y=1.775 Z=0
34     X=8.4 Y=1.775 Z=0
35     X=12.6 Y=1.775 Z=0
36     X=1.775 Y=0 Z=0
37     X=4.2 Y=0 Z=0
38     X=6.625 Y=0 Z=0
39     X=0 Y=21.35 Z=2.875
44     X=21 Y=21.35 Z=2.875 G=39,44,1
45     X=0 Y=18.15 Z=2.875
46     X=0 Y=16.75 Z=2.875
47     X=8.4 Y=17.45 Z=2.875
48     X=12.6 Y=17.45 Z=2.875
49     X=21 Y=17.45 Z=2.875
51     X=29.4 Y=17.45 Z=2.875 G=49,51,1
52     X=0 Y=13.55 Z=2.875
57     X=21 Y=13.55 Z=2.875 G=52,57,1
58     X=29.4 Y=14.25 Z=2.875
59     X=29.4 Y=12.85 Z=2.875
60     X=12.6 Y=11.425 Z=2.875
64     X=29.4 Y=11.425 Z=2.875 G=60,64,1
65     X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
66     X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
67     X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
68     X=0 Y=6.625 Z=2.875
69     X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
70     X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
71     X=0 Y=1.775 Z=2.875
72     X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
73     X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
74     X=1.775 Y=0 Z=2.875

```

75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
1000 X=9.428 Y=13.02 Z=2.875
2000 X=9.428 Y=13.02 Z=5.875
3001 X=3.33 Y=4.2 Z=8.875
3002 X=11.988 Y=16.365 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=28.50,28.50,0,0,0,2645.65
2000 2000 1 M=28.90,28.90,0,0,0,2682.78
3001 3001 1 M=2.01,2.01,0,0,0,21.78
3002 3002 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=11 NSEC=3

1 SH=R T=.4,.4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
11 A=0.001 J=0 I=0,0 M=0
1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
2 2 40 M=2
3 3 41 M=2
4 4 42 M=2
5 5 43 M=2

6	6	44	M=3
7	7	45	M=3
8	8	46	M=3
9	9	47	M=3
10	10	48	M=3
11	11	49	M=3
12	12	50	M=2
13	13	51	M=3
14	14	52	M=3
15	15	53	M=2
16	16	54	M=2
17	17	55	M=3
18	18	56	M=2
19	19	57	M=2
20	20	58	M=3
21	21	59	M=3
22	22	60	M=3
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=3
27	27	65	M=5
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
30	30	68	M=6
31	31	69	M=8
32	32	70	M=3
33	33	71	M=6
34	34	72	M=6
35	35	73	M=3
36	36	74	M=5
37	37	75	M=1
38	38	76	M=5
39	39	77	M=3
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
65	65	103	M=5
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
68	68	106	M=6
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
71	71	109	M=6
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
74	74	112	M=5
75	75	113	M=1
76	76	114	M=5
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=3
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3

MS=1000,2000

MS=2000,3002

87	87	125	M=3	
88	88	126	M=2	
89	89	127	M=3	
90	90	128	M=3	
91	91	129	M=2	
92	92	130	M=2	
93	93	131	M=3	
94	94	132	M=2	
95	95	133	M=2	
96	96	134	M=3	
97	97	135	M=3	
100	100	138	M=3	
101	101	139	M=2	
102	102	140	M=3	
103	103	141	M=5	MS=2000, 3001
104	104	142	M=1	
105	105	143	M=7	
106	106	144	M=6	
107	107	145	M=8	
109	109	147	M=6	
110	110	148	M=6	
112	112	150	M=5	
113	113	151	M=1	
114	114	152	M=5	
115	39	40	M=9	LP=1, 0 MS=1000, 1000
116	40	41	M=9	
117	41	42	M=9	
118	42	43	M=9	
119	43	44	M=9	
120	52	53	M=9	
121	53	54	M=9	
122	54	55	M=9	
123	55	56	M=9	
124	56	57	M=9	
125	49	50	M=9	
126	50	51	M=9	
127	60	61	M=9	
128	61	62	M=9	
129	62	63	M=9	
130	63	64	M=9	
131	65	66	M=9	
132	66	67	M=9	
133	74	75	M=9	
134	75	76	M=9	
135	72	73	M=9	
136	52	46	M=9	
137	46	45	M=9	
138	45	39	M=9	
139	40	53	M=9	
140	53	66	M=9	
141	66	75	M=9	
142	68	71	M=9	
143	72	69	M=9	
144	41	47	M=9	
145	47	54	M=9	
146	54	69	M=9	
147	42	48	M=9	
148	48	55	M=9	
149	55	60	M=9	
150	60	70	M=9	
151	70	73	M=9	
152	43	56	M=10	
153	56	61	M=10	
154	44	49	M=9	
155	49	57	M=9	
156	57	62	M=9	
157	50	63	M=10	
158	51	58	M=9	
159	58	59	M=9	
160	59	64	M=9	
161	68	65	M=9	
162	69	67	M=9	
163	71	74	M=9	
164	72	76	M=9	
165	77	78	M=9	LP=1, 0 MS=2000, 2000
166	78	79	M=9	
167	79	80	M=9	
168	80	81	M=9	
169	81	82	M=9	
170	90	91	M=9	

171	91	92	M=9
172	92	93	M=9
173	93	94	M=9
174	94	95	M=9
175	87	88	M=9
176	88	89	M=9
177	98	99	M=9
178	99	100	M=9
179	100	101	M=9
180	101	102	M=9
181	103	104	M=9
182	104	105	M=9
183	112	113	M=9
184	113	114	M=9
185	110	111	M=9
186	90	84	M=9
187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
191	104	113	M=9
192	106	109	M=9
193	110	107	M=9
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9
196	92	107	M=9
197	80	86	M=9
198	86	93	M=9
199	93	98	M=9
200	98	108	M=9
201	108	111	M=9
202	81	94	M=9
203	94	99	M=9
204	82	87	M=9
205	87	95	M=9
206	95	100	M=9
207	88	101	M=10
208	89	96	M=9
209	96	97	M=9
210	97	102	M=9
211	106	103	M=9
212	107	105	M=9
213	109	112	M=9
214	110	114	M=9
215	115	116	M=9
216	116	117	M=9
217	117	118	M=9
218	118	119	M=9
219	119	120	M=9
220	128	129	M=9
221	129	130	M=9
222	130	131	M=9
223	131	132	M=9
224	132	133	M=9
225	125	126	M=9
226	126	127	M=9
229	138	139	M=9
230	139	140	M=9
231	141	142	M=9
232	142	143	M=9
233	150	151	M=9
234	151	152	M=9
236	128	122	M=9
237	122	121	M=9
238	121	115	M=9
239	116	129	M=10
242	144	147	M=9
243	148	145	M=9
244	117	130	M=10
247	118	124	M=9
248	124	131	M=9
252	119	132	M=10
254	120	125	M=9
255	125	133	M=9
256	133	138	M=9
257	126	139	M=10
258	127	134	M=9
259	134	135	M=9
260	135	140	M=9
261	144	141	M=9

LP=1,0 MS=3002,3002

MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3001,3001
MS=3001,3001
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3002,3002
MS=3001,3001

262	145	143	M=9	MS=3001,3001
263	147	150	M=9	MS=3001,3001
264	148	152	M=9	MS=3001,3001

SPEC

A=90 S=9.81 D=0.05
 0.00 0.240
 0.60 0.240
 0.70 0.197
 0.80 0.167
 0.90 0.144
 1.00 0.126
 1.10 0.112
 1.20 0.100

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	2000	1000	R=0,0,1,1,1,0
3001	3002	1	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1 D=1
 2 D=196.2/182.56

**Ahora se procederá a analizar los resultados:
 Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura en cada una de las direcciones según los ejes globales:**

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE Y - excentricidad negativa

BASE REACTION FORCES
 AT 90.00 AND .00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.13341E+02	-.44643E+02	.19608E-02	.27577E+03	-.82644E+02	-.60637E+03
2	.16948E+03	.48852E+02	-.36844E-01	-.29959E+03	-.10517E+04	.23343E+04
3	.65369E+00	-.36933E+01	-.18284E-02	.23273E+02	-.43108E+01	.43762E+02
4	.10807E+02	.20644E+01	-.48417E-02	.10607E+01	-.23691E+01	.15216E+03
5	.20445E+00	-.17732E+01	.33152E-02	-.11567E+00	.31789E-01	-.25787E+02
6	.24775E+02	-.25672E+01	-.30250E-01	.43109E+00	-.12125E+02	.16040E+03
7	.99328E+00	.34937E+01	.21537E-01	-.17732E+01	.55941E+00	.66979E+02
8	.11374E+01	-.33739E+01	-.49733E-01	.42001E+01	-.12096E+01	-.24444E+01
9	.11453E-01	.73318E-02	.73767E+00	-.94322E+01	.10655E+02	.28318E+00
CQC	.18256E+03	.31773E+02	.73999E+00	.19419E+03	.11177E+04	.19251E+04

Como ya hemos visto anteriormente la fuerza cortante mínima en la base de la estructura es $90\%V = 196.20Tn$.

En este caso el factor por el que debemos multiplicar a las fuerzas será: $196.20/182.56 = 1.074$.

Para conseguir esto se procede simiilarmente a los análisis efectuados anteriormente, utilizando el bloque de datos COMBO,

A continuación se muestran los valores de las fuerzas ya escaladas al valor mínimo de cortante en la base de la estructura.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas (Tn)

Momentos (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	0.3	2.4	9.9	4.3	0.5	0.0
2	1.7	3.1	3.7	7.0	3.1	0.0
3	1.7	3.6	6.6	7.4	3.2	0.0
4	1.7	3.6	7.4	7.4	3.2	0.0
5	1.7	3.3	3.3	7.1	3.1	0.0
6	0.4	2.3	5.9	4.2	0.5	0.0
7	0.1	3.2	7.0	5.0	0.3	0.0
8	0.1	3.2	7.0	5.0	0.3	0.0
9	0.1	3.1	0.8	4.9	0.3	0.0
10	0.1	3.1	2.1	4.8	0.3	0.0
11	0.3	3.0	1.1	4.8	0.5	0.0
12	1.4	3.8	4.8	7.5	2.7	0.0
13	0.3	2.5	6.8	4.3	0.5	0.0
14	0.3	2.4	9.7	4.3	0.4	0.0
15	1.3	4.3	1.0	8.0	2.4	0.0
16	1.2	4.5	3.1	8.2	2.3	0.0
17	0.3	3.1	3.9	4.8	0.4	0.0
18	1.2	5.3	14.0	9.0	2.3	0.0
19	1.1	5.1	8.4	8.7	2.2	0.0
20	0.1	3.3	7.0	5.0	0.3	0.0
21	0.1	3.3	0.8	5.1	0.3	0.0
22	0.2	2.9	7.9	4.7	0.4	0.0
23	1.0	4.6	16.9	8.2	2.0	0.0
24	0.3	2.7	14.0	4.5	0.4	0.0
25	1.1	3.8	5.4	7.5	2.1	0.0
26	0.2	2.7	15.3	4.5	0.3	0.0
27	3.4	6.3	18.5	15.8	9.5	0.3
28	0.8	3.5	0.8	6.5	1.2	0.0
29	5.5	10.8	19.0	28.4	13.7	0.4
30	1.5	14.7	8.6	37.7	1.9	0.2
31	2.4	22.7	14.8	56.4	4.2	0.3
32	0.1	2.9	7.3	4.7	0.2	0.0
33	1.8	15.0	11.5	37.9	2.5	0.2
34	1.3	15.4	7.8	38.1	1.4	0.2
35	0.2	2.5	9.3	4.3	0.2	0.0
36	2.7	6.5	18.6	16.0	7.2	0.3
37	0.5	2.5	2.7	5.5	0.9	0.0
38	2.1	6.4	18.6	15.8	5.8	0.3
SUMA	40.7	197.3	311.1	423.4	83.1	2.7

Se observa que la reacción en la base de la estructura ya escalada es de 197.30 Tn

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas

se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores límites de la Norma análogamente que en el análisis en el eje "X".

ANALISIS DINAMICO NTE-E.030-EJE Y- excentricidad negativa

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 2 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.000505	.002668	.000000	.000000	.000000	.000025
2000	.001203	.006699	.000000	.000000	.000000	.000065
3001	.001342	.009879	.000000	.000000	.000000	.000092
3002	.001896	.009575	.000000	.000000	.000000	.000126

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=3/4 \times [10]=7.5$, según la Norma.

Desplazamiento en (mm)

NIVEL	$U_y=R_x U_x$	$\Delta= U_{yi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	20.01	20.01	2.875	.0070
2	50.24	30.23	3.00	.0100
3 OCTOGONO	74.09	23.85	3.00	.0079
RECTANGULOS	71.81	21.57	3.00	.0072

Analizando la dirección "y", para este caso observamos que en ninguno de los entresijos las distorsiones cumplen con lo establecido por la Norma NTE-E.030, con la excepción del primer entresijo que esta en el límite.

De lo cual se puede concluir que para un análisis dinámico bajo la hipótesis de diafragma rígido con movimiento en la base según la dirección "Y", con excentricidad negativa la estructura no cumple con los límites establecidos por la Norma.

Ahora se comparan los valores de giros relativos en planta para los análisis en la dirección "Y".

Primer analisis en el eje "Y"

Giros en radianes.

NIVEL	$R_x=0.75XrdxrX$	$\Delta r=r_{xi} - r_{xi-1}$
1	.0012	.0012
2	.0027	.0015
3 OCTOGONO	.0034	.0007
RECTANGULOS	.0034	.0007

Segundo analisis en el eje "Y"

Giros en radianes.

NIVEL	$R_x=0.75XrdxrX$	$\Delta r=r_{xi} - r_{xi-1}$
1	.0001	.0001
2	.0005	.0004
3 OCTOGONO	.0007	.0002
RECTANGULOS	.0009	.0004

Se observa que los giros relativos del primer análisis son mayores que los del segundo análisis.

III.4.-VERIFICACION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

A continuación se efectuará la respectiva verificación para las condiciones básicas de resistencia en secciones de columnas y vigas, tomando como referencia la dirección mas crítica de de los análisis sísmicos efectuados según la Norma NTE-0.30.

Cabe resaltar que para efectos de estos análisis así como en todos los de este trabajo, los ejes globales de la estructura son los mismos tales como se muestran en las figuras de los anexos.

PRIMERA VERIFICACION

En esta sección se verificara elementos estructurales para los análisis efectuado con la configuración estructural original.

COLUMNAS

Para la columna del primer piso entre los nudos N°12 y 50

Dirección "X":

Primer análisis (Excentricidad positiva)

$P=6.65Tn$

$M=18.09Tn$

Dirección "Y":

Primer análisis (Excentricidad positiva)

$P=10.00Tn$

$M=16.13Tn$

Para el correspondiente análisis por cargas de gravedad se elige el pórtico ubicado en el eje 7 de los planos en planta adjuntados en los anexos.

Este pórtico esta formado por columnas C2, con una sección de $50 \times 40 \text{cm}^2$ y vigas VT-9 en los dos entrepisos y en el techo VT-11, de sección $30 \times 50 \text{cm}^2$ ambas, (para mas detalles ver los datos de las secciones en el Capitulo I).

Si bien es cierto que se han efectuado los análisis sísmicos correspondientes para la estructura y se ha encontrado que esta no cumple con los límites de la Norma se verificaran los esfuerzos en las columnas (elementos afectados seriamente durante el sismo).

METRADO DE CARGAS DE GRABEDAD

En el primer y segundo nivel:

Peso propio de viga	:	$2.4 \times 0.50 \times 0.30 = 0.36 \text{ Tn/m}$
Peso de losa (ancho tributario)	:	$0.30 \times 4.20 = 1.26 \text{ Tn/m}$
Tabiquería	:	No exis.sobre la viga
Piso terminado	:	$0.10 \times 4.20 = 0.42 \text{ Tn/m}$
		WD = 2.04 Tn/m

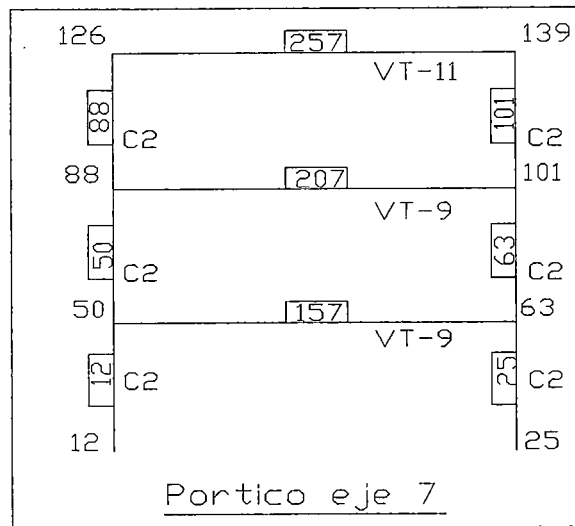
s/c de piso	:	$0.30 \times 4.20 = 1.26 \text{ Tn/m}$
-------------	---	--

Tercer nivel:

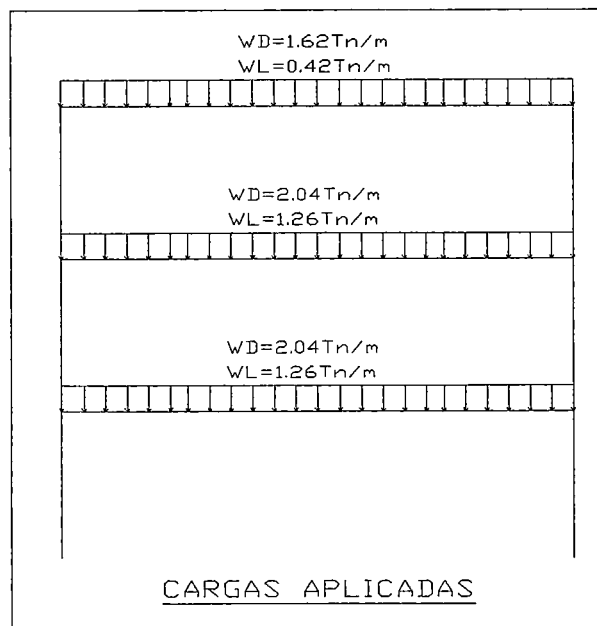
Peso propio de viga:	$2.4 \times 0.50 \times 0.30 = 0.36 \text{ Tn/m}$
Peso de losa (ancho tributario):	$0.30 \times 4.20 = 1.26 \text{ Tn/m}$
	WD = 1.62 Tn/m

s/c de techo	:	$0.10 \times 4.20 = 0.42 \text{ Tn/m}$
--------------	---	--

A continuación se muestra la geometría del pórtico a ser analizado la numeración de los nudos y elementos se ha mantenido igual al usado en el modelo para el análisis sísmico.



También se muestran las cargas de gravedad aplicadas.



Se efectuarán las combinaciones:

$$U=1.5M+1.8V$$

$$U=1.25(M+V+S)$$

Donde:

U: Carga última

M: Carga muerta

V: Carga viva

S: Carga de sismo

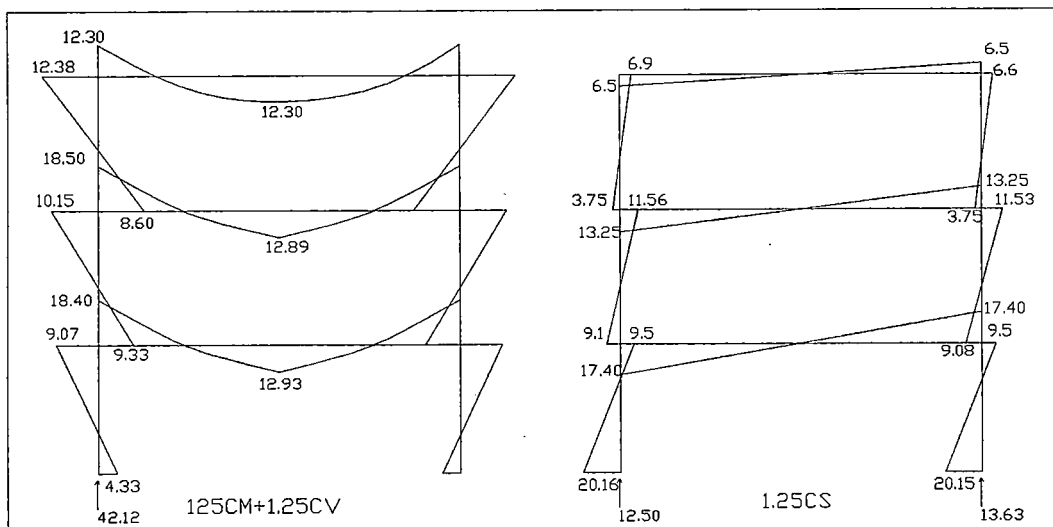
Se muestra a continuación los diagramas de momento flector para el pórtico analizado para la combinación más crítica :1.25(M+V+S).

Las unidades son:

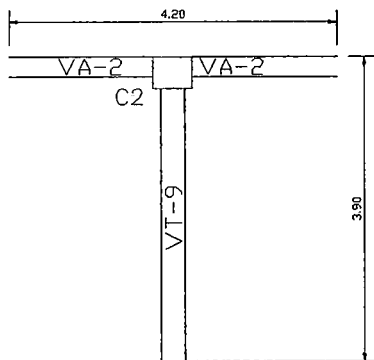
Momento flector (Tn-m)

Reacciones en la base (Tn)

Del diagrama de momento flector se puede observar que se han separado las combinaciones de carga de gravedad (1.25M+1.25V) y de sismo (1.25S) para poder observar cual será la más desfavorable +ó- sismo).



Para el caso del cálculo de la fuerza axial debida a cargas de gravedad seremos mas conservadores y se efectuará un metrado por área de influencia, así tenemos:



$$\text{Area de influencia}=4.20 \times 3.9=16.38\text{m}^2$$

En el primer y segundo nivel:

Peso de vigas	:	$2.4 \times (0.125 \times 4.2 + 0.15 \times 3.9) = 2.66 \text{Tn}$	
Peso de losa	:	0.30×16.38	$= 4.91 \text{Tn}$
Tabiquería	:	0.10×16.38	$= 1.64 \text{Tn}$
Piso terminado	:	0.10×16.38	$= 1.64 \text{Tn}$
			PD = 10.85Tn

s/c de piso : 0.30×16.38 PL = 4.91Tn

Tercer nivel:

Peso de vigas	:	$2.4 \times (0.125 \times 4.2 + 0.15 \times 3.9) = 2.66 \text{Tn}$	
Peso de losa	:	0.30×16.38	$= 1.64 \text{Tn}$
			PD = 4.30Tn

s/c de techo : 0.10×16.38 PL = 1.64 Tn

En la base de la estructura tenemos:

$$PD = 10.85 \times 2 + 4.30 = 26.00 \text{Tn.}$$

$$PL = 4.91 \times 2 + 1.64 = 11.46 \text{Tn.}$$

De donde se puede calcular que las cargas críticas son:

$$P_u = 1.25 \times (26.00 + 11.46) + 13.63 = 60.45 \text{Tn}$$

$$M_u = 4.33 + 20.15 = 24.48 \text{Tn-m}$$

Pero además según la Norma E-060 de Concreto Armado se deberá de tener en cuenta el cálculo del factor de corrección por esbeltez el cual se verá a continuación.

• Efectos locales:

$$r_x = 0.30 \times 40 = 12 \text{cm}$$

$$L_n / r_x = 2.475 / 0.12 = 20.63$$

Este valor debe de compararse con: $34 - 12M1/M2$

$$M1 = -4.33 \text{Tn}$$

$$M2 = +9.07 \text{Tn}$$

$$\text{Evalúo: } 34 + 12 \times 4.33 / 9.07 = 39.72$$

Luego se observa que $20.63 < 39.72$, por lo tanto los efectos locales se pueden despreciar.

• Efectos globales:

Se evalúa la siguiente expresión.

$$K L_n / r$$

Para el cálculo de K:

$$\psi_1 = 1.0 \text{ (Extremo empotrado)}$$

$$\psi_2 = (0.00266 / 2.875) / (0.00312 / 7.8) = 2.31$$

Del ábaco de Jackson y Moreland.

$$K = 1.45$$

Luego:

$K L_n / r_x = 1.45 \times 2.475 / 0.12 = 29.90 > 22$, luego los efectos globales no se pueden despreciar.

Por lo tanto tenemos que:

$$\delta_g = 1 / (1 - Q)$$

Donde:

δ_g : factor de corrección para los efectos globales

$$Q = (\sum P_u) x_u / (V_u x h)$$

Donde:

ΣPu : Suma de cargas axiales de diseño amplificadas y acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado.

u : Deformación relativa entre el nivel superior y el inferior del entrepiso.

Vu : Fuerza cortante amplificada al nivel del entrepiso.

h : Altura del entrepiso considerado.

De todo esto tenemos del análisis.

$$\Sigma Pu = 1.25 \times (2.20 + 6.18 + 10.91) = 24.11 \text{ Tn}$$

$$u = 45.30 \text{ mm.}$$

Vu : Del CQC: tenemos que el cortante en la base amplificado para este análisis es: $Vu = 1.25 \times 196.20 \text{ Tn} = 245.25 \text{ Tn}$.

De donde tenemos:

$$Q = 24.11 \times 0.0453 / (245.25 \times 2.875) = 0.00154 < 0.06, \text{ luego los efectos de segundo orden se pueden despreciar.}$$

Por lo tanto:

$$Pu = 60.45 \text{ Tn}$$

$$Mu = 24.48 \text{ Tn-m}$$

Para la sección de columna (40x50cm), se procederá a verificar el refuerzo que se indican en los planos del proyecto original.

Construyendo el diagrama de interacción, tenemos:

Sección de columna

Según los planos se puede observar que la columna que forma el pórtico analizado tiene el eje X como eje de flexión.

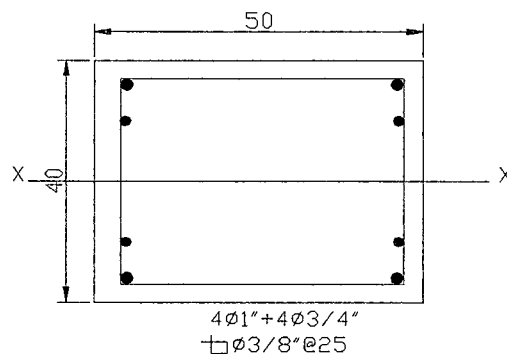


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

$$As = 4(2.85 + 5) = 31.40 \text{ cm}^2$$

- Condición compresión pura

Nominal

$$Po = 0.85 f_c (Ac - As) + As f_y = 351.40 + 131.88 = 483.28 \text{ Tn}$$

De diseño

$$Po = \phi 483.28 = 338.30 \text{ Tn.}$$

Donde $\phi = 0.70$, para todos los cálculos (columna con estribos)

- Condición balanceada

$$\epsilon_{cu} = 0.003$$

$$\epsilon_y = 0.0021$$

Hallando el bloque en compresión

Para un peralte de 40cm.

$$\frac{c}{0.003} = \frac{34 - c}{0.0021}$$

Donde:

c: Bloque en compresión

Además la distancia desde el centro de gravedad del refuerzo hasta la fibra extrema de concreto en tracción será:

4 cm de recubrimiento al estribo +

diámetro de estribo 3/8" (0.95cm)+

la mitad del diámetro del refuerzo $0.5 \times 2.5 = 1.25\text{cm}$

de donde tenemos: $4\text{cm} + 0.95\text{cm} + 1.25\text{cm} \Rightarrow 6.0\text{cm}$.

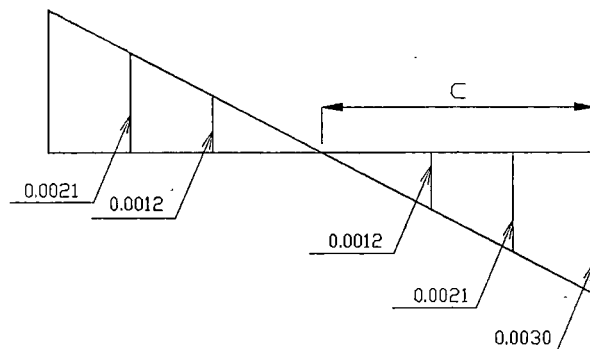
Por lo tanto la distancia desde el acero mas traccionado hasta el extremo de concreto mas comprimido será $40 - 6 = 34\text{cm}$.

Luego se calcula que $c = 20\text{cm}$. $a = \beta_1 c \Rightarrow a = 0.85 \times 20 = 17\text{cm}$

Luego la compresión en el concreto será:

$$C_c = 0.85 f'_c b a = 0.85 \times 210 \times 50 \times 17 = 151.72 \text{Tn}$$

Ahora se hallará los esfuerzos en el acero



Acero en compresión

$$\epsilon_{s1} = 0.0021$$

$$F_{s1} = 4200 \times A_{s1} = 4200 \times 10 = 42.00 \text{Tn}$$

$$\epsilon_{s2} = 0.0012$$

$$F_{s2} = 0.0012 \times 2000000 \times A_{s2} = 2400 \times 5.70 = 13.68 \text{Tn}$$

Los valores de los esfuerzos para el acero en tracción son los mismos pero con signo contrario ya que los esfuerzos son proporcionales a las deformaciones.

Calculo de P_b

Para calcular P_b , se suman las fuerzas axiales en el concreto como en el acero, como en este caso las fuerzas en el acero en compresión y en tracción son iguales en valor se anulan y tenemos que:

Nominal

$$P_n = 151.72 \text{Tn.}$$

De diseño

$$P_n = \phi 151.72 = 106.20 \text{Tn}$$

Cálculo de M_b

Para el cálculo del Momento para la condición balanceada se tomará momento en el eje neutro de la sección que pasa por el centro de gravedad de la sección cuando el refuerzo es simétrico.

Tenemos entonces:

Nominal

$$M_b = 151.72 \times 0.115 + 2 \times (42.00 \times 0.14 + 13.68 \times 0.08) = 31.38 \text{ Tn}$$

De diseño

$$M_b = \phi 22.00 \text{ Tn.}$$

Se ha efectuado estos cálculos con la finalidad de utilizar para la determinación de los demás puntos del diagrama de interacción el programa DINTER del Ing. Gianfranco Ottazzi, el cual determina el diagrama de interacción de una columna, proporcionando la sección y el refuerzo correspondiente, se compararan los cálculos anteriormente efectuados con los resultados que da el programa para la misma sección de columna:

Según los cálculos tenemos:

$$P_o = 483.28 \text{ Tn}$$

Según el programa DINTER

$$P_o = 483 \text{ Tn}$$

Según los cálculos:

$$P_b = 151.72 \text{ Tn}$$

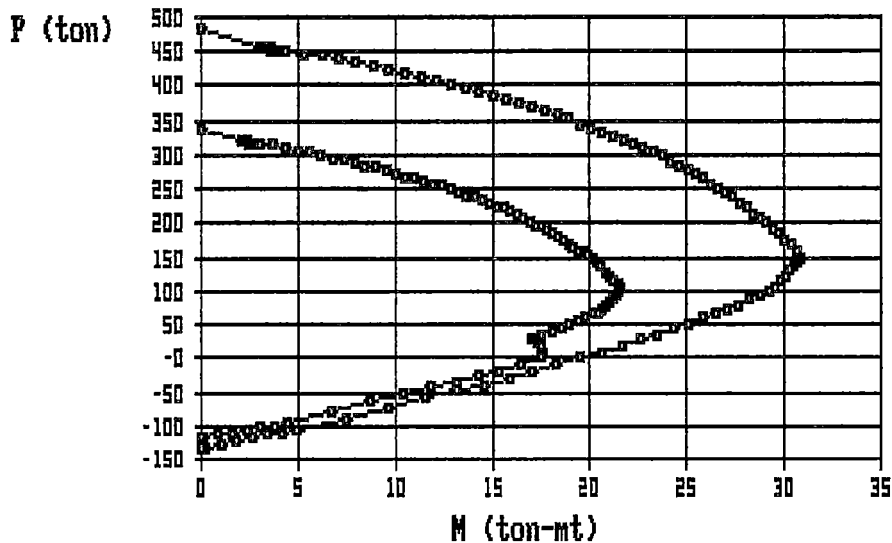
$$M_b = 31.38 \text{ Tn}$$

Según el programa DINTER

$$P_b = 152 \text{ Tn}$$

$$M_b = 31 \text{ Tn}$$

DINTER - COLUMNA 40x50 - 7/10/100
 Sec. Rectangular Area Bruta=2000
 $F'_c=210$ $F_y=4200$ $A_s=31$ $Rho=0.0157$ Acero en 4 capas
 Diag. Referido al Centroide de la seccion $Y_{cg}=20.0$



Resist. Nominales $P_o=483$ $T_o=132$ $P_b=152$ $M_b=31$

Observamos que los valores que nos dá el programa DINTER, son acertados, por lo tanto para la verificación de las secciones de columna en lo sucesivo se usará como herramienta el diagrama de interacción del programa DINTER.

Observando el diagrama de interacción para la columna analizada de 50x40 y ubicando los valores de fuerza axial y momento flector que nos dio el análisis ($P_u=60.45Tn$, $M_u=24.48Tn-m$), se puede observar que el refuerzo de la sección de columna es insuficiente para un análisis uniaxial, por que los valores indicados caen fuera del diagrama de interacción. ($M_b=22Tn$ valor de diseño apróx. 0.70×31)

Por lo que se concluye que esta columna no esta diseñada para soportar las cargas sísmicas según la Norma NTE-0.30 en combinación con las cargas de gravedad correspondientes.

VIGAS

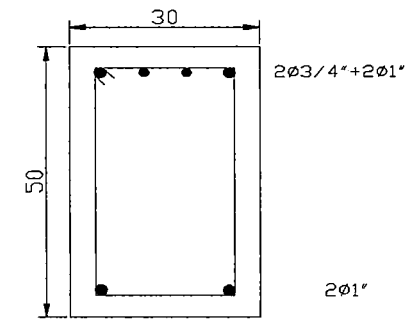
Se procederá a verificar el refuerzo de la viga del primer nivel del mismo pórtico (Eje 7)

Según se puede observar del diagrama de momento flector (negativo)

$M_u=18.40+17.40=35.80Tn$.

Para la viga de sección $30 \times 50cm^2$.

Tenemos según los planos la siguiente distribución de refuerzo:



□ $\phi 3/8 \times 1 @ 0.5, 10 @ 0.10, R_{to} @ 0.25$

Verificación por flexión

Hallare el momento resistente de la sección:

Acero en tracción: $A_s = 2 \times 2.85 + 2 \times 5 = 15.70 \text{ cm}^2$

Acero en compresión: $A_s = 2 \times 5.00 = 10.00 \text{ cm}^2$

Tenemos que la cuantía balanceada será:

$R_{ob} = 0.85^2 \times 210 / 4200 \times 6000 / (6000 + 4200) = 0.0212$

Luego $R_{om\acute{a}x} = 0.75 R_{ob} = 0.016$

De la sección: $R_o = 15.70 / (30 \times 44) = 0.0119 < R_{om\acute{a}x}$

$R_o \text{ m\acute{i}n} = 0.70 \times \sqrt{210} / 4200 = 0.0024$

Por lo que se concluye que el refuerzo en compresión no es necesario considerar para hallar el momento resistente de la sección.

De donde tenemos:

$w = 4200 / 210 \times 0.0119 = 0.238$

$M_u = \phi f' c b d^2 w (1 - 0.59w) = 0.90 \times 210 \times 0.30 \times 44^2 \times 0.238 \times (1 - 0.59 \times 0.238) = 22.50 \text{ Tn-m}$

$22.50 \text{ Tn-m} < 35.80 \text{ Tn-m}$

De donde se observa que la sección con el refuerzo existente es insuficiente.

Verificación por corte

Viga de un solo tramo: $L_n = 7.15$ (Luz libre)

$V_U = (M_U1 + M_U2) / L_n$

Donde:

M_n1 : Momento nominal el primer apoyo

M_n2 : Momento nominal el segundo apoyo

$A_{sup} = 15.70 \text{ cm}^2$

$A_{inf} = 10.00 \text{ cm}^2$

$M_n(\text{sup}) = 22.50 / 0.90 = 25.00 \text{ Tn-m}$

$M_n(\text{inf})$.-

$R_o = 10 / (30 \times 44) = 0.0075 > R_{o \text{ m\acute{i}n}}$

$w = 4200 / 210 \times 0.0075 = 0.15$

$M_n(\text{inf}) = f' c b d^2 w (1 - 0.59w) = 210 \times 0.30 \times 44^2 \times 0.15 \times (1 - 0.59 \times 0.15) = 16.67 \text{ Tn-m}$

$V_U = (25.00 + 16.67) / 7.15 = 5.82 \text{ Tn}$

Del metrado de cargas por cargas de gravedad:

$W_D = 2.04 \text{ Tn/m}$

$W_L = 1.26 \text{ Tn/m}$

$W_U = 1.25 \times (2.04 + 1.26) = 4.13 \text{ Tn/m}$

$V_U(\text{isost}) = 4.13 \times 7.15 / 2 = 14.76 \text{ Tn}$

$V_{U \text{ max}}(\text{apoyo}) = 5.82 + 14.76 = 20.58 \text{ Tn}$

Reduciendo a una distancia ($d = 44 \text{ cm}$) de la cara del apoyo.

$V_U = 18.05 \text{ Tn}$

Cortante resistido por el concreto:

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{210} \times 30 \times 44 = 10.13 \text{ Tn}$$

Luego:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$18.05 = 0.85 \times (10.13 + V_s)$$

$$V_s = 11.10 \text{ Tn}$$

Considerando estribos de 3/8"

Para la configuración planteada:

$$s = (1.42) \times 4200 \times 44 / 11100 = 23.64 \text{ cm}$$

De lo que se observa que el espaciamiento que se debió usar para garantizar la resistencia al cortante debió de ser:

$$1 @ .5, 10 @ .10, \text{ Rto } @ .24$$

De manera que la distribución de estribos es suficiente para tomar el corte, considerando que primero existirá una falla por flexión.

CAPITULO IV: ANALISIS COMPARATIVO DE DIAFRAGMA FLEXIBLE

El presente análisis se efectuará teniendo en cuenta la flexibilidad de las losas de la estructura, como sabemos para el caso de una estructura relativamente simétrica con respecto a su centro de masas con planta regular, la hipótesis del diafragma rígido es apropiada para modelar la estructura a analizar, ya que de alguna manera la losa reduce considerablemente las deformaciones axiales en las vigas, por la gran rigidez en su plano, sin embargo cuando esta losa posee una geometría en planta irregular o con una relación (ancho/largo) muy pequeña, la rigidez de la losa en su plano disminuye, afectando la flexibilidad de la losa a los desplazamientos laterales y sobre todo a las deformaciones axiales de las vigas, en muchos casos la influencia de la flexibilidad de la losa aumenta cuando existen vanos muy grandes también, cuando la geometría de la losa es demasiado irregular, se puede notar que los efectos de torsión aumentan considerablemente generando estos, fuerzas en la dirección perpendicular a la del sismo, el efecto de torsión en planta es el que genera las fuerzas y los desplazamientos en la dirección perpendicular al análisis, llegando estos a ser en muchos casos muy importantes.

Al suponer que el diafragma se comporta como infinitamente rígido en su plano estamos condicionando a la estructura en sus diferentes niveles a un desplazamiento dependiente del centro de masas de cada nivel, muy por el contrario al realizar un análisis con diafragma flexible cada eje resistente toma la proporción de rigidez de losa que llega a él, de esta manera cada uno de los puntos de los diferentes niveles se desplazan de acuerdo a cuan afectados estén por la rigidez de la losa.

Entonces podríamos pensar que el realizar un análisis con diafragma flexible sería lo más conveniente ya que no caeríamos en la incertidumbre de considerar o no un diafragma rígido, pero el considerar un diafragma rígido facilita mucho el análisis, reduce los grados de libertad, permite relacionar cada uno de los desplazamientos de los diferentes nudos de un nivel con el correspondiente desplazamiento del centro de masas, es posible definir con facilidad el desplazamiento de entrepiso, y así poder conocer de una manera

directa los efectos globales en la estructura, la dificultad mas discutible es tal vez de cuantos elementos finitos estará modelada la losa, ya que sabemos que cuanto mas puntos tenga la malla de división de los elementos mayor precisión se obtendrá en cuanto a los esfuerzos en la losa.

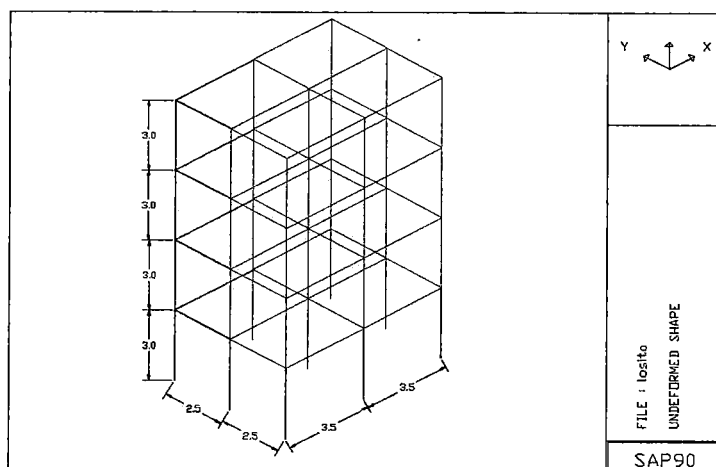
Para averiguar la influencia que ejerce la losa como diafragma flexible en la estructura previamente analizada se procederá a realizar un análisis comparativo tomando en cuenta dicha flexibilidad.

Para poder comprender lo que se pretende mostrar en este análisis se procederá primero a mostrar un ejemplo ilustrativo del análisis tanto con la hipótesis de diafragma rígido, y también considerando la flexibilidad de la losa.

IV.1.-EJEMPLO DE ANÁLISIS CON HIPÓTESIS DE DIAFRAGMA FLEXIBLE

Para que el ejemplo demuestre claramente la validez de la hipótesis del diafragma rígido una estructura simétrica con respecto a su centro de masas, de planta rectangular con medidas de 7.00m por 5.00m, se le someterá a un movimiento en la base en la dirección "x", la masa se concentrara en el centro de gravedad de la planta.

A continuación se muestra en elevación de la geometría de la estructura.



ANALISIS CON DIAFRAGMA RIGIDO

Para realizar el análisis con la hipótesis de diafragma rígido se procederá teniendo las mismas consideraciones que en los análisis anteriormente realizados, para lo cual se muestra el archivo de datos utilizado para este ejemplo.

FRAME3D - EXAMPLE -

SYSTEM

R=0 L=0 W=0 Z=4

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
 3 X=7 Y=0 Z=0
 7 X=0 Y=5 Z=0
 9 X=7 Y=5 Z=0 Q=1,3,7,9,1,3
 10 X=0 Y=0 Z=3
 12 X=7 Y=0 Z=3
 16 X=0 Y=5 Z=3
 18 X=7 Y=5 Z=3 Q=10,12,16,18,1,3
 19 X=0 Y=0 Z=6
 21 X=7 Y=0 Z=6
 25 X=0 Y=5 Z=6
 27 X=7 Y=5 Z=6 Q=19,21,25,27,1,3
 28 X=0 Y=0 Z=9
 30 X=7 Y=0 Z=9
 34 X=0 Y=5 Z=9
 36 X=7 Y=5 Z=9 Q=28,30,34,36,1,3
 37 X=0 Y=0 Z=12
 39 X=7 Y=0 Z=12
 43 X=0 Y=5 Z=12
 45 X=7 Y=5 Z=12 Q=37,39,43,45,1,3
 100 X=3.5 Y=2.5 Z=3
 200 X=3.5 Y=2.5 Z=6
 300 X=3.5 Y=2.5 Z=9
 400 X=3.5 Y=2.5 Z=12

FRAME

NM=2 NL=0 NSEC=3

1 SH=R T=.5,.5 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.4,.5 M=4.89296E-2

1 1 10 M=1,1,1 LP=2 MS= 0,100 G=8,1,1,1,0,0
 10 10 19 M=1,1,1 LP=2 MS= 100,200 G=8,1,1,1,0,0
 19 19 28 M=1,1,1 LP=2 MS= 200,300 G=8,1,1,1,0,0
 28 28 37 M=1,1,1 LP=2 MS= 300,400 G=8,1,1,1,0,0

C VIGAS

C PRIMER NIVEL

37 10 11 M=2,2,1 LP=1 MS= 100,100 G=1,1,1,1,0,0
 39 13 14 M=2,2,1 LP=1 MS= 100,100 G=1,1,1,1,0,0
 41 16 17 M=2,2,1 LP=1 MS= 100,100 G=1,1,1,1,0,0
 43 10 13 M=2,2,1 LP=1 MS= 100,100 G=1,1,3,3,0,0
 45 11 14 M=2,2,1 LP=1 MS= 100,100 G=1,1,3,3,0,0
 47 12 15 M=2,2,1 LP=1 MS= 100,100 G=1,1,3,3,0,0

C SEGUNDO NIVEL

49 19 20 M=2,2,1 LP=1 MS= 200,200 G=1,1,1,1,0,0
 51 22 23 M=2,2,1 LP=1 MS= 200,200 G=1,1,1,1,0,0
 53 25 26 M=2,2,1 LP=1 MS= 200,200 G=1,1,1,1,0,0
 55 19 22 M=2,2,1 LP=1 MS= 200,200 G=1,1,3,3,0,0
 57 20 23 M=2,2,1 LP=1 MS= 200,200 G=1,1,3,3,0,0
 59 21 24 M=2,2,1 LP=1 MS= 200,200 G=1,1,3,3,0,0

C TERCER NIVEL

61 28 29 M=2,2,1 LP=1 MS= 300,300 G=1,1,1,1,0,0
 63 31 32 M=2,2,1 LP=1 MS= 300,300 G=1,1,1,1,0,0
 65 34 35 M=2,2,1 LP=1 MS= 300,300 G=1,1,1,1,0,0
 67 28 31 M=2,2,1 LP=1 MS= 300,300 G=1,1,3,3,0,0
 69 29 32 M=2,2,1 LP=1 MS= 300,300 G=1,1,3,3,0,0
 71 30 33 M=2,2,1 LP=1 MS= 300,300 G=1,1,3,3,0,0

C CUARTO NIVEL

73	37	38	M=2,2,1	LP=1	MS= 400,400	G=1,1,1,1,0,0
75	40	41	M=2,2,1	LP=1	MS= 400,400	G=1,1,1,1,0,0
77	43	44	M=2,2,1	LP=1	MS= 400,400	G=1,1,1,1,0,0
79	37	40	M=2,2,1	LP=1	MS= 400,400	G=1,1,3,3,0,0
81	38	41	M=2,2,1	LP=1	MS= 400,400	G=1,1,3,3,0,0
83	39	42	M=2,2,1	LP=1	MS= 400,400	G=1,1,3,3,0,0

RESTRAINTS

1	9	1	R=1,1,1,1,1,1
100	400	100	R=0,0,1,1,1,0
10	45	1	R=1,1,0,0,0,1

MASSES

100	M=30,30,0,0,0,184.99
200	M=30,30,0,0,0,184.99
300	M=30,30,0,0,0,184.99
400	M=20,20,0,0,0,123.33

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05

0.00	0.240
0.60	0.240
0.70	0.197
0.80	0.167
0.90	0.144
1.00	0.126
1.10	0.112
1.20	0.100

En el cual podemos observar que los nudos maestros son los nudos 100, 200,300 y 400 de los cuatro niveles en orden ascendente.

Con estas consideraciones se tomarán los resultados correspondientes a los desplazamientos en los nudos de los diferentes niveles para de esta manera observar los efectos causados por la excitación sísmica, que se muestra en el bloque de datos SPEC, cabe comentar que los datos del espectro son los correspondientes a la NTE-0.30.

La numeración de los nudos en la estructura es de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda, como se observa en la figura anterior en cada nivel podemos encontrar 9 nudos, así la estructura analizada posee 45 nudos, con la particularidad que se han definido los nudos que representan a los centros de masa de cada nivel, con la numeración 100, 200, 300y 400 respectivamente para cada nivel, según el archivo de datos se puede observar que las coordenadas de estos nudos coinciden con los nudos 14,23,32 y 41 para cada uno de los niveles, pero estos han sido definidos con una numeración apropiada para identificar con facilidad el nivel al que pertenecen.

Se muestra a continuación los desplazamientos (En milímetros) en los nudos para la condición de carga dinámica en la dirección "X".

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
PRIMER NIVEL						
10	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
11	8.25	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00
12	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
13	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
14	8.25	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00
15	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
16	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
17	8.25	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00
18	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
SEGUNDO NIVEL						
19	19.63	0.00	0.50	0.00	2.71	0.00
20	19.63	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00
21	19.63	0.00	0.50	0.00	2.71	0.00
22	19.63	0.00	0.50	0.00	2.71	0.00
23	19.63	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00
24	19.63	0.00	0.50	0.00	2.71	0.00
25	19.63	0.00	0.50	0.00	2.71	0.00
26	19.63	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00
27	19.63	0.00	0.50	0.00	2.71	0.00
TERCER NIVEL						
28	28.55	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
29	28.55	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00
30	28.55	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
31	28.55	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
32	28.55	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00
33	28.55	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
34	28.55	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
35	28.55	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00
36	28.55	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
CUARTO NIVEL						
37	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
38	33.53	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00
39	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
40	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
41	33.53	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00
42	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
43	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
44	33.53	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00
45	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
100	8.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	19.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300	28.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400	33.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

De los resultados en el cuadro anterior se puede comentar lo siguiente:

Los nudos correspondientes a los centros de masa experimentan un desplazamiento tan solo a lo largo de la dirección "X", que es precisamente la

dirección de sismo, a pesar de que los grados de libertad correspondientes al desplazamiento en el eje "Y" y rotación alrededor del eje "Z", no están restringidos los desplazamientos son nulos,

esto se debe a que la planta de la estructura analizada es simétrica con respecto al eje paralelo al eje "Y", que pasa por el centro de gravedad, de esta manera los efectos de torsión son nulos y no se generan rotaciones por lo que la fuerza cortante en cada uno de los elementos tan sólo corresponde a los efectos que tienen la dirección del sismo, es por eso que debemos tener en cuenta que en la estructura del C.E. FERMIN DEL CASTILLO, los efectos de torsión son muy importantes es por eso que los desplazamientos se dan en las tres direcciones así como las rotaciones en planta influyen en los resultados.

Como sabemos en un análisis de diafragma rígido los desplazamientos de la estructura como un ente global están definidos por los desplazamientos correspondientes a los centros de masa.

ANALISIS CON DIAFRAGMA FLEXIBLE

Para la realización de este análisis se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones estructurales:

Como los análisis anteriormente efectuados este análisis se hará utilizando el programa SAP90, en el cual se ha modelado las losas como elementos tipo membrana, ya que es el que más se ajusta a las condiciones estructurales, este tipo de elementos corresponde a los elementos tipo SHELL, que es un elemento finito definido por cuatro nudos y cuyos grados de libertad corresponden a los especificados para los nudos en el bloque de datos RESTRAINTS, existen dos tipos de elementos tipo SHELL, los elementos tipo losa a flexión, que se utilizan para modelar plateas o losas que básicamente sufren deformaciones de flexión, para poder obtener resultados satisfactorios con este modelo es necesario subdividir la losa a analizar en varios elementos tipo SHELL, lo que convierte al modelo en una malla con muchos elementos similares, la cantidad de elementos necesarios será aquella para la cual al aumentarla o disminuirla no repercute significativamente a los resultados de esfuerzos y desplazamientos, como se trata de un elemento que trabaja a flexión presenta esfuerzos en ambas caras del elemento, los cuales son proporcionados por el programa, el otro tipo de elemento SHELL

es el elemento tipo membrana el cual se utilizan para modelar elementos que tienen deformaciones por flexión poco significativas, y que mas bien son sometidas a fuerzas de corte, los resultados de esfuerzo son dados por el programa para un modelo que no considera la flexión del elemento, no siendo necesario particionar la losa, placa, muro o cualquier otro elemento analizado en mas partes de las que la estructura lo solicita, por este motivo en el análisis efectuado se ha considerado estos elemento tipo membrana para modelar la losa de cada entrepiso, a continuación se muestra el archivo de datos que se utilizo para este análisis.

FRAME3D - EXAMPLE -

SYSTEM

R=0 L=0 W=0 Z=4

JOINTS

```

1      X=0 Y=0 Z=0
3      X=7 Y=0 Z=0
7      X=0 Y=5 Z=0
9      X=7 Y=5 Z=0 Q=1,3,7,9,1,3
10     X=0 Y=0 Z=3
12     X=7 Y=0 Z=3
16     X=0 Y=5 Z=3
18     X=7 Y=5 Z=3 Q=10,12,16,18,1,3
19     X=0 Y=0 Z=6
21     X=7 Y=0 Z=6
25     X=0 Y=5 Z=6
27     X=7 Y=5 Z=6 Q=19,21,25,27,1,3
28     X=0 Y=0 Z=9
30     X=7 Y=0 Z=9
34     X=0 Y=5 Z=9
36     X=7 Y=5 Z=9 Q=28,30,34,36,1,3
37     X=0 Y=0 Z=12
39     X=7 Y=0 Z=12
43     X=0 Y=5 Z=12
45     X=7 Y=5 Z=12 Q=37,39,43,45,1,3

```

FRAME

NM=2 NL=0 NSEC=3

```

1      SH=R T=.5,.5 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
2      SH=R T=.4,.5 M=4.89296E-2
1      1      10      M=1,1,1 LP=2 G=8,1,1,1,0,0
10     10     19     M=1,1,1 LP=2 G=8,1,1,1,0,0
19     19     28     M=1,1,1 LP=2 G=8,1,1,1,0,0
28     28     37     M=1,1,1 LP=2 G=8,1,1,1,0,0

```

C VIGAS

C PRIMER NIVEL

```

37     10     11     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,1,1,0,0
39     13     14     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,1,1,0,0
41     16     17     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,1,1,0,0
43     10     13     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,3,3,0,0
45     11     14     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,3,3,0,0
47     12     15     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,3,3,0,0

```

C SEGUNDO NIVEL

```

49     19     20     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,1,1,0,0
51     22     23     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,1,1,0,0
53     25     26     M=2,2,1 LP=1 G=1,1,1,1,0,0

```

```

55      19      22      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
57      20      23      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
59      21      24      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
C  TERCER NIVEL
61      28      29      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,1,1,0,0
63      31      32      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,1,1,0,0
65      34      35      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,1,1,0,0
67      28      31      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
69      29      32      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
71      30      33      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
C  CUARTO NIVEL
73      37      38      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,1,1,0,0
75      40      41      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,1,1,0,0
77      43      44      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,1,1,0,0
79      37      40      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
81      38      41      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0
83      39      42      M=2,2,1 LP=1      G=1,1,3,3,0,0

```

SHELL

NM=2

```

1      E=2.17E+6      M=4.2857
2      E=2.17E+6      M=2.8571
1      JQ=10,11,13,14      ETYPE=1      M=1 TH=0.2      G=2,2
5      JQ=19,20,22,23      ETYPE=1      M=1 TH=0.2      G=2,2
9      JQ=28,29,31,32      ETYPE=1      M=1 TH=0.2      G=2,2
13     JQ=37,38,40,41      ETYPE=1      M=2 TH=0.2      G=2,2

```

RESTRAINTS

```

1      9      1      R=1,1,1,1,1,1

```

SPEC

```

A=0 S=9.81 D=0.05
0.00      0.240
0.60      0.240
0.70      0.197
0.80      0.167
0.90      0.144
1.00      0.126
1.10      0.112
1.20      0.100

```

De este archivo cabe resaltar que los nudos que en el análisis de diafragma rígido representaban los centros de masa de cada uno de los diferentes niveles ya no se definen en este archivo de datos como nudos maestros, si no que solo por coincidencia los nudos de intersección entre las vigas centrales que coincidían con las coordenadas de los nudos maestros, pasan a ser simplemente nudos que conforman la estructura, los elementos que representan las vigas y columnas ya no están amaestrados a ningún nudo en ninguno de sus extremos.

Los únicos nudos en los cuales han sido restringidos sus desplazamientos son los correspondientes a los que conforman la base de la estructura, los demás nudos no tienen restricción, están libres y conforman los vértices de los elementos que representan la losa, además se debe aclarar que en cuanto a las masas que se habían asignado en los centros de masa de cada

nivel para el análisis con diafragma rígido se han considerado como uniformemente distribuidas en la superficie de la correspondiente losa, para lo cual se a dividido esta masa de entrepiso entre el volumen de la losa ingresando este valor en la definición del tipo de material con unidades de masa por unidad de volumen.

El espesor de losa que se ha considerado es de 20cm. el cual representa el espesor de una losa común, la masa por unidad de volumen asignada a los elementos tipo FRAME, a sido conservada con el mismo valor del análisis anterior, de esta manera logramos que las masas trasnacionales y rotacinales se conserven.

Con este modelo y sus respectivas consideraciones se logra introducir los efectos del diafragma y su respectiva flexibilidad.

A continuación se muestra en un cuadro con los desplazamientos (En milímetros) de los nudos de la estructura.

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
PRIMER NIVEL						
10	8.24	0.00	0.31	0.00	2.88	0.01
11	8.25	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00
12	8.24	0.00	0.31	0.00	2.88	0.01
13	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
14	8.25	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00
15	8.25	0.00	0.31	0.00	2.88	0.00
16	8.24	0.00	0.31	0.00	2.88	0.01
17	8.25	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00
18	8.24	0.00	0.31	0.00	2.88	0.01
SEGUNDO NIVEL						
19	19.62	0.00	0.51	0.00	2.71	0.00
20	19.63	0.00	0.00	0.00	2.03	0.00
21	19.62	0.00	0.51	0.00	2.71	0.00
22	19.63	0.00	0.51	0.00	2.71	0.00
23	19.63	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00
24	19.63	0.00	0.51	0.00	2.71	0.00
25	19.62	0.00	0.51	0.00	2.71	0.00
26	19.63	0.00	0.00	0.00	2.03	0.00
27	19.62	0.00	0.51	0.00	2.71	0.00
TERCER NIVEL						
28	28.54	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
29	28.54	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00
30	28.54	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
31	28.55	0.00	0.61	0.00	1.84	0.00
32	28.55	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00
33	28.55	0.00	0.61	0.00	1.84	0.00
34	28.54	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
35	28.54	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00
36	28.54	0.00	0.60	0.00	1.84	0.00
CUARTO NIVEL						
37	33.52	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00

38	33.52	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
39	33.52	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
40	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
41	33.53	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
42	33.53	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
43	33.52	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00
44	33.52	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
45	33.52	0.00	0.63	0.00	0.96	0.00

De los resultados mostrados en el cuadro anterior se puede observar que los desplazamientos se encuentran en la dirección "X", así como rotaciones alrededor del eje "Y", para tener una visión mas clara de la diferencia entre los desplazamientos encontrados en la estructura mediante los dos análisis, se muestra el siguiente cuadro con las diferencias de los desplazamientos por niveles.

Valores absolutos de la diferencia entre los desplazamientos (En milímetros) de la estructura en sus diferentes nudos para las hipótesis de diafragma flexible y rígido.

NUDO	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
PRIMER NIVEL						
10	0.007	0.003	0.001	0.001	0.002	0.005
11	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
12	0.007	0.003	0.001	0.001	0.002	0.005
13	0.001	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000
14	0.004	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
15	0.001	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000
16	0.007	0.003	0.001	0.001	0.002	0.005
17	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
18	0.007	0.003	0.001	0.001	0.002	0.005
SEGUNDO NIVEL						
19	0.008	0.003	0.003	0.000	0.000	0.003
20	0.007	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
21	0.008	0.003	0.003	0.000	0.000	0.003
22	0.001	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000
23	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.001	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000
25	0.008	0.003	0.003	0.000	0.000	0.003
26	0.007	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
27	0.008	0.003	0.003	0.000	0.000	0.003
TERCER NIVEL						
28	0.010	0.004	0.004	0.000	0.001	0.004
29	0.006	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
30	0.010	0.004	0.004	0.000	0.001	0.004
31	0.001	0.000	0.006	0.000	0.001	0.000
32	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
33	0.001	0.000	0.006	0.000	0.001	0.000
34	0.010	0.004	0.004	0.000	0.001	0.004
35	0.006	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
36	0.010	0.004	0.004	0.000	0.001	0.004

CUARTO NIVEL						
37	0.006	0.003	0.004	0.001	0.002	0.002
38	0.006	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
39	0.006	0.003	0.004	0.001	0.002	0.002
40	0.002	0.000	0.006	0.000	0.002	0.000
41	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
42	0.002	0.000	0.006	0.000	0.002	0.000
43	0.006	0.003	0.004	0.001	0.002	0.002
44	0.006	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
45	0.006	0.003	0.004	0.001	0.002	0.002

Es fácil observar que para cada una de las direcciones de análisis la diferencia entre los desplazamientos de los nudos entre los análisis considerando diafragma flexible y diafragma rígido, son muy pequeñas, del orden de los centésimos de milímetro para la diferencia mas critica.

De este análisis se puede concluir que la flexibilidad de la losa no influye significativamente desde el punto de vista de los limites ingenieriles, a los resultados de desplazamientos de la estructura que se obtienen mediante un análisis de diafragma rígido, suponiendo que los pórticos están interconectados por una losa rígida en su plano.

Después de haber sustentado la validez de considerar la hipótesis de diafragma rígido, se efectuará un análisis similar para la estructura del CE.FERMIN DEL CASTILLO, la cual es objeto de este trabajo, del cual se averiguará la influencia de la flexibilidad de la losa para los resultados de los análisis anteriormente efectuados mediante la hipótesis de diafragma rígido.

IV.2.-ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS CON HIPOTESIS DE DIAFRAGMA FLEXIBLE

Las consideraciones que se han tomado para el análisis con diafragma rígido son las anteriormente explicadas, cabe resaltar que se efectuará una comparación con los análisis efectuados según el espectro de la Norma NSR-77, y manteniendo la misma geometría y estructuración y distribuyendo la masa de cada diafragma como masa por unidad de volumen para cada elemento de losa según la masa calculada. Se ha tomado como análisis de comparación el efectuado según la NSR-77, por que es un análisis en el cual no se le ha introducido excentricidad accidental, y es más fácil comparar los resultados, esta comparación se efectuará como en el análisis del ejemplo por medio de la diferencia de los desplazamientos para cada uno de los análisis.

Se debe de tener presente que el comportamiento de la estructura es independiente del espectro al cual se le someta.

ANALISIS COMPARATIVO DE DIAFRAGMA FLEXIBLE - EJE "X".-

A continuación se muestra el archivo de datos utilizado para el análisis con diafragma flexible de la estructura.

ANALISIS CON DIAFRAGMA FLEXIBLE-EJE X

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1, 6, 1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11, 13, 1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14, 19, 1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22, 26, 1
27	X=1.775 Y=8.4 Z=0	
28	X=4.2 Y=8.4 Z=0	
29	X=6.625 Y=8.4 Z=0	
30	X=0 Y=6.625 Z=0	
31	X=8.4 Y=6.625 Z=0	

32 X=12.6 Y=4.275 Z=0
33 X=0 Y=1.775 Z=0
34 X=8.4 Y=1.775 Z=0
35 X=12.6 Y=1.775 Z=0
36 X=1.775 Y=0 Z=0
37 X=4.2 Y=0 Z=0
38 X=6.625 Y=0 Z=0
39 X=0 Y=21.35 Z=2.875
44 X=21 Y=21.35 Z=2.875 G=39,44,1
45 X=0 Y=18.15 Z=2.875
46 X=0 Y=16.75 Z=2.875
47 X=8.4 Y=17.45 Z=2.875
48 X=12.6 Y=17.45 Z=2.875
49 X=21 Y=17.45 Z=2.875
51 X=29.4 Y=17.45 Z=2.875 G=49,51,1
52 X=0 Y=13.55 Z=2.875
57 X=21 Y=13.55 Z=2.875 G=52,57,1
58 X=29.4 Y=14.25 Z=2.875
59 X=29.4 Y=12.85 Z=2.875
60 X=12.6 Y=11.425 Z=2.875
64 X=29.4 Y=11.425 Z=2.875 G=60,64,1
65 X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
68 X=0 Y=6.625 Z=2.875
69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
70 X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
71 X=0 Y=1.775 Z=2.875
72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
73 X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
74 X=1.775 Y=0 Z=2.875
75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875

125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.4,.4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972

1 1 39 M=3 LP=2,0
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=3
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=3
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=3
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2
 16 16 54 M=2
 17 17 55 M=3
 18 18 56 M=2
 19 19 57 M=2
 20 20 58 M=3
 21 21 59 M=3
 22 22 60 M=3
 23 23 61 M=2
 24 24 62 M=3
 25 25 63 M=2
 26 26 64 M=3
 27 27 65 M=5
 28 28 66 M=1
 29 29 67 M=7
 30 30 68 M=6
 31 31 69 M=8
 32 32 70 M=3
 33 33 71 M=6

34	34	72	M=6
35	35	73	M=3
36	36	74	M=5
37	37	75	M=1
38	38	76	M=5
39	39	77	M=3
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
65	65	103	M=5
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
68	68	106	M=6
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
71	71	109	M=6
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
74	74	112	M=5
75	75	113	M=1
76	76	114	M=5
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=3
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=3
88	88	126	M=2
89	89	127	M=3
90	90	128	M=3
91	91	129	M=2
92	92	130	M=2
93	93	131	M=3
94	94	132	M=2
95	95	133	M=2
96	96	134	M=3
97	97	135	M=3
100	100	138	M=3

101	101	139	M=2	
102	102	140	M=3	
103	103	141	M=5	
104	104	142	M=1	
105	105	143	M=7	
106	106	144	M=6	
107	107	145	M=8	
109	109	147	M=6	
110	110	148	M=6	
112	112	150	M=5	
113	113	151	M=1	
114	114	152	M=5	
115	39	40	M=9	LP=1, 0
116	40	41	M=9	
117	41	42	M=9	
118	42	43	M=9	
119	43	44	M=9	
120	52	53	M=9	
121	53	54	M=9	
122	54	55	M=9	
123	55	56	M=9	
124	56	57	M=9	
125	49	50	M=9	
126	50	51	M=9	
127	60	61	M=9	
128	61	62	M=9	
129	62	63	M=9	
130	63	64	M=9	
131	65	66	M=9	
132	66	67	M=9	
133	74	75	M=9	
134	75	76	M=9	
135	72	73	M=9	
136	52	46	M=9	
137	46	45	M=9	
138	45	39	M=9	
139	40	53	M=9	
140	53	66	M=9	
141	66	75	M=9	
142	68	71	M=9	
143	72	69	M=9	
144	41	47	M=9	
145	47	54	M=9	
146	54	69	M=9	
147	42	48	M=9	
148	48	55	M=9	
149	55	60	M=9	
150	60	70	M=9	
151	70	73	M=9	
152	43	56	M=10	
153	56	61	M=10	
154	44	49	M=9	
155	49	57	M=9	
156	57	62	M=9	
157	50	63	M=10	
158	51	58	M=9	
159	58	59	M=9	
160	59	64	M=9	
161	68	65	M=9	
162	69	67	M=9	
163	71	74	M=9	
164	72	76	M=9	
165	77	78	M=9	LP=1, 0
166	78	79	M=9	

167	79	80	M=9
168	80	81	M=9
169	81	82	M=9
170	90	91	M=9
171	91	92	M=9
172	92	93	M=9
173	93	94	M=9
174	94	95	M=9
175	87	88	M=9
176	88	89	M=9
177	98	99	M=9
178	99	100	M=9
179	100	101	M=9
180	101	102	M=9
181	103	104	M=9
182	104	105	M=9
183	112	113	M=9
184	113	114	M=9
185	110	111	M=9
186	90	84	M=9
187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
191	104	113	M=9
192	106	109	M=9
193	110	107	M=9
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9
196	92	107	M=9
197	80	86	M=9
198	86	93	M=9
199	93	98	M=9
200	98	108	M=9
201	108	111	M=9
202	81	94	M=9
203	94	99	M=9
204	82	87	M=9
205	87	95	M=9
206	95	100	M=9
207	88	101	M=10
208	89	96	M=9
209	96	97	M=9
210	97	102	M=9
211	106	103	M=9
212	107	105	M=9
213	109	112	M=9
214	110	114	M=9
215	115	116	M=9
216	116	117	M=9
217	117	118	M=9
218	118	119	M=9
219	119	120	M=9
220	128	129	M=9
221	129	130	M=9
222	130	131	M=9
223	131	132	M=9
224	132	133	M=9
225	125	126	M=9
226	126	127	M=9
229	138	139	M=9
230	139	140	M=9
231	141	142	M=9
232	142	143	M=9

LP=1, 0

233	150	151	M=9
234	151	152	M=9
236	128	122	M=9
237	122	121	M=9
238	121	115	M=9
239	116	129	M=10
242	144	147	M=9
243	148	145	M=9
244	117	130	M=10
247	118	124	M=9
248	124	131	M=9
252	119	132	M=10
254	120	125	M=9
255	125	133	M=9
256	133	138	M=9
257	126	139	M=10
258	127	134	M=9
259	134	135	M=9
260	135	140	M=9
261	144	141	M=9
262	145	143	M=9
263	147	150	M=9
264	148	152	M=9

SHELL

NM=4

1	E=2.17E+6	M=.3727			
2	E=2.17E+6	M=.3780			
3	E=2.17E+6	M=.1486			
4	E=2.17E+6	M=.1687			
1	JQ=52,53,39,40	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		G=5,1
6	JQ=60,61,55,56	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		G=2,1
8	JQ=62,63,49,50	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		G=2,1
10	JQ=66,67,53,54	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		
11	JQ=67,69,54	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		
12	JQ=72,73,69,70	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		
13	JQ=69,70,54,55	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		
14	JQ=71,74,68,65	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		
15	JQ=74,75,65,66	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		G=2,1
17	JQ=76,72,67,69	ETYPE=1	M=1 TH=0.2		

C SEGUNDO NIVEL

18	JQ=90,91,77,78	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		G=5,1
23	JQ=98,99,93,94	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		G=2,1
25	JQ=100,101,87,88	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		G=2,1
27	JQ=104,105,91,92	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		
28	JQ=105,107,92	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		
29	JQ=110,111,107,108	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		
30	JQ=107,108,92,93	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		
31	JQ=109,112,106,103	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		
32	JQ=112,113,103,104	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		G=2,1
34	JQ=114,110,105,107	ETYPE=1	M=2 TH=0.2		

C TERCER NIVEL

35	JQ=128,129,115,116	ETYPE=1	M=4 TH=0.2		G=5,1
42	JQ=138,139,125,126	ETYPE=1	M=4 TH=0.2		G=2,1
48	JQ=147,150,144,141	ETYPE=1	M=3 TH=0.2		
49	JQ=150,151,141,142	ETYPE=1	M=3 TH=0.2		G=2,1
51	JQ=152,148,143,145	ETYPE=1	M=3 TH=0.2		

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05

0	0.0866
0.30	0.0866
0.40	0.0743
0.50	0.0649

0.60 0.0570
 0.70 0.0520
 0.80 0.0472
 0.90 0.0433
 1.00 0.0400
 1.10 0.0371
 1.15 0.0350
 1.20 0.0340

RESTRAINTS

1 38 1 R=1,1,1,1,1,1

Similarmente al análisis de ejemplo se mostrará un cuadro con los valores absolutos de la diferencia entre los desplazamientos de los nudos de la estructura por nivel obtenidos para el análisis de diafragma flexible y para el análisis de diafragma rígido (En milímetros), recordemos que el análisis de diafragma rigido ya se efectuó anteriormente.

NUDO	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
PIMER NIVEL						
39	0.044	0.055	0.000	0.009	0.003	0.012
40	0.041	0.027	0.000	0.015	0.010	0.011
41	0.040	0.074	0.001	0.030	0.009	0.009
42	0.037	0.043	0.000	0.019	0.008	0.010
43	0.035	0.022	0.000	0.006	0.008	0.010
44	0.036	0.089	0.003	0.023	0.001	0.011
45	0.039	0.056	0.001	0.006	0.005	0.023
46	0.055	0.056	0.001	0.005	0.000	0.009
47	0.041	0.074	0.002	0.012	0.003	0.016
48	0.014	0.043	0.001	0.008	0.011	0.016
49	0.172	0.088	0.004	0.012	0.020	0.003
50	0.172	0.003	0.000	0.003	0.064	0.003
51	0.171	0.033	0.002	0.013	0.021	0.003
52	0.033	0.054	0.000	0.009	0.004	0.011
53	0.035	0.030	0.001	0.012	0.013	0.012
54	0.034	0.075	0.000	0.023	0.013	0.010
55	0.029	0.043	0.004	0.008	0.001	0.011
56	0.024	0.022	0.001	0.003	0.010	0.011
57	0.023	0.087	0.001	0.020	0.010	0.010
58	0.128	0.034	0.001	0.006	0.044	0.027
59	0.070	0.034	0.000	0.007	0.028	0.013
60	0.031	0.044	0.004	0.010	0.005	0.011
61	0.029	0.021	0.000	0.004	0.013	0.008
62	0.022	0.085	0.006	0.016	0.001	0.004
63	0.017	0.003	0.001	0.003	0.009	0.003
64	0.015	0.034	0.005	0.013	0.007	0.002
65	0.074	0.013	0.000	0.003	0.030	0.006
66	0.065	0.041	0.001	0.012	0.008	0.009
67	0.064	0.070	0.002	0.038	0.030	0.009
68	0.064	0.007	0.004	0.010	0.018	0.005
69	0.058	0.079	0.000	0.040	0.031	0.006
70	0.039	0.050	0.002	0.009	0.018	0.006

71	0.003	0.007	0.004	0.001	0.019	0.006
72	0.003	0.081	0.003	0.034	0.005	0.007
73	0.002	0.050	0.001	0.014	0.003	0.006
74	0.032	0.015	0.001	0.019	0.009	0.009
75	0.036	0.047	0.001	0.019	0.004	0.007
76	0.033	0.073	0.001	0.023	0.017	0.006
SUGUNDO NIVEL						
77	0.064	0.096	0.001	0.015	0.001	0.015
78	0.062	0.084	0.000	0.006	0.003	0.013
79	0.060	0.191	0.001	0.024	0.002	0.011
80	0.055	0.126	0.002	0.019	0.001	0.013
81	0.050	0.032	0.001	0.001	0.002	0.014
82	0.051	0.201	0.004	0.021	0.003	0.016
83	0.072	0.093	0.002	0.009	0.041	0.023
84	0.038	0.093	0.002	0.008	0.038	0.050
85	0.046	0.195	0.002	0.006	0.024	0.034
86	0.077	0.127	0.001	0.009	0.026	0.036
87	0.438	0.197	0.008	0.012	0.018	0.003
88	0.438	0.012	0.001	0.003	0.045	0.003
89	0.438	0.125	0.003	0.007	0.017	0.003
90	0.095	0.095	0.001	0.015	0.005	0.013
91	0.099	0.088	0.002	0.004	0.017	0.014
92	0.098	0.193	0.000	0.019	0.018	0.011
93	0.090	0.126	0.007	0.009	0.001	0.013
94	0.080	0.032	0.001	0.001	0.019	0.014
95	0.077	0.195	0.001	0.019	0.021	0.013
96	0.230	0.130	0.002	0.003	0.019	0.048
97	0.133	0.130	0.001	0.005	0.015	0.026
98	0.093	0.128	0.006	0.006	0.002	0.018
99	0.090	0.028	0.001	0.002	0.011	0.010
100	0.072	0.189	0.010	0.018	0.001	0.001
101	0.058	0.012	0.001	0.003	0.009	0.003
102	0.055	0.127	0.006	0.008	0.007	0.005
103	0.167	0.027	0.000	0.001	0.021	0.001
104	0.155	0.103	0.001	0.012	0.009	0.011
105	0.153	0.172	0.004	0.029	0.024	0.009
106	0.149	0.031	0.006	0.007	0.015	0.001
107	0.140	0.196	0.000	0.030	0.025	0.005
108	0.096	0.131	0.003	0.006	0.014	0.005
109	0.014	0.032	0.005	0.001	0.015	0.003
110	0.010	0.196	0.004	0.027	0.001	0.006
111	0.008	0.132	0.001	0.010	0.001	0.005
112	0.072	0.029	0.002	0.012	0.004	0.006
113	0.077	0.112	0.002	0.015	0.001	0.008
114	0.074	0.175	0.002	0.020	0.008	0.004
RECTANGULOS - TERCER NIVEL						
115	0.025	0.215	0.001	0.012	0.000	0.044
116	0.025	0.071	0.001	0.002	0.010	0.044
117	0.024	0.252	0.001	0.011	0.009	0.044
118	0.024	0.193	0.001	0.009	0.007	0.044
119	0.023	0.031	0.000	0.003	0.008	0.045
120	0.024	0.294	0.005	0.014	0.003	0.046
121	0.183	0.211	0.003	0.007	0.024	0.020
122	0.142	0.211	0.001	0.008	0.023	0.097
124	0.124	0.194	0.001	0.002	0.007	0.054

125	0.553	0.291	0.008	0.005	0.006	0.017
126	0.555	0.035	0.001	0.008	0.011	0.018
127	0.555	0.100	0.003	0.000	0.004	0.019
128	0.184	0.215	0.001	0.013	0.001	0.044
129	0.185	0.071	0.003	0.004	0.014	0.044
130	0.185	0.252	0.001	0.012	0.015	0.044
131	0.184	0.193	0.006	0.008	0.002	0.044
132	0.184	0.031	0.001	0.003	0.019	0.045
133	0.184	0.292	0.001	0.014	0.024	0.044
134	0.289	0.104	0.001	0.000	0.014	0.052
135	0.195	0.103	0.002	0.002	0.015	0.048
138	0.106	0.292	0.010	0.013	0.003	0.018
139	0.107	0.035	0.002	0.007	0.009	0.018
140	0.105	0.101	0.006	0.000	0.005	0.018
OCTOGONI TERCERNIVEL						
141	0.211	0.054	0.000	0.002	0.012	0.003
142	0.212	0.161	0.002	0.022	0.002	0.006
143	0.209	0.245	0.004	0.025	0.019	0.004
144	0.195	0.030	0.007	0.001	0.006	0.003
145	0.194	0.274	0.000	0.023	0.023	0.003
147	0.027	0.031	0.006	0.007	0.018	0.004
148	0.027	0.274	0.004	0.015	0.001	0.004
150	0.086	0.053	0.003	0.018	0.004	0.004
151	0.085	0.161	0.003	0.017	0.001	0.007
152	0.086	0.245	0.002	0.007	0.001	0.003

Del cuadro anterior se puede observar que la diferencia entre los desplazamientos, en las direcciones "X" e "Y", y la rotación alrededor del eje "Z", son del orden de los decimos de milímetros, y en los demás grados de libertad esta diferencia se hace casi cero, esta es la influencia de la flexibilidad de la losa.

A continuación se procederá a realizar el análisis de diafragma flexible según la dirección del eje global "Y".

ANALISIS COMPARATIVO DE DIAFRAGMA FLEXIBLE - EJE "Y"

Para la realización de este análisis se procederá similarmente al análisis anterior considerando el mismo sistema estructural pero induciendo el espectro en la dirección "Y".

ANALISIS CON DIAFRAGMA FLEXIBLE-EJE Y

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1, 6, 1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11, 13, 1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14, 19, 1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22, 26, 1
27	X=1.775 Y=8.4 Z=0	
28	X=4.2 Y=8.4 Z=0	
29	X=6.625 Y=8.4 Z=0	
30	X=0 Y=6.625 Z=0	
31	X=8.4 Y=6.625 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
33	X=0 Y=1.775 Z=0	
34	X=8.4 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
36	X=1.775 Y=0 Z=0	
37	X=4.2 Y=0 Z=0	
38	X=6.625 Y=0 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39, 44, 1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49, 51, 1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52, 57, 1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	
60	X=12.6 Y=11.425 Z=2.875	
64	X=29.4 Y=11.425 Z=2.875	G=60, 64, 1
65	X=1.775 Y=8.4 Z=2.875	
66	X=4.2 Y=8.4 Z=2.875	
67	X=6.625 Y=8.4 Z=2.875	
68	X=0 Y=6.625 Z=2.875	
69	X=8.4 Y=6.625 Z=2.875	
70	X=12.6 Y=4.275 Z=2.875	
71	X=0 Y=1.775 Z=2.875	
72	X=8.4 Y=1.775 Z=2.875	
73	X=12.6 Y=1.775 Z=2.875	

74 X=1.775 Y=0 Z=2.875
75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
152 X=6.625 Y=0 Z=8.875

FRAME

NM=10 NSEC=3

1	SH=R T=.4, .4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6	M=3.914373E-2
2	SH=R T=.5, .4	M=4.89296E-2
3	SH=R T=.25, .4	M=2.4464E-2
4	SH=R T=.15, .3	M=1.10091E-2
5	A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258	M=7.58409E-2
6	A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116	M=6.21406E-2
7	A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295	M=8.66055E-2
8	A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475	M=7.26605E-2
9	SH=R T=.25, .5	M=3.058103E-2

10 SH=R T=.3,.5

M=0.0366972

1 1 39 M=3 LP=2,0
2 2 40 M=2
3 3 41 M=2
4 4 42 M=2
5 5 43 M=2
6 6 44 M=3
7 7 45 M=3
8 8 46 M=3
9 9 47 M=3
10 10 48 M=3
11 11 49 M=3
12 12 50 M=2
13 13 51 M=3
14 14 52 M=3
15 15 53 M=2
16 16 54 M=2
17 17 55 M=3
18 18 56 M=2
19 19 57 M=2
20 20 58 M=3
21 21 59 M=3
22 22 60 M=3
23 23 61 M=2
24 24 62 M=3
25 25 63 M=2
26 26 64 M=3
27 27 65 M=5
28 28 66 M=1
29 29 67 M=7
30 30 68 M=6
31 31 69 M=8
32 32 70 M=3
33 33 71 M=6
34 34 72 M=6
35 35 73 M=3
36 36 74 M=5
37 37 75 M=1
38 38 76 M=5
39 39 77 M=3
40 40 78 M=2
41 41 79 M=2
42 42 80 M=2
43 43 81 M=2
44 44 82 M=3
45 45 83 M=3
46 46 84 M=3
47 47 85 M=3
48 48 86 M=3
49 49 87 M=3
50 50 88 M=2
51 51 89 M=3
52 52 90 M=3
53 53 91 M=2
54 54 92 M=2
55 55 93 M=3
56 56 94 M=2
57 57 95 M=2
58 58 96 M=3
59 59 97 M=3
60 60 98 M=3
61 61 99 M=2
62 62 100 M=3
63 63 101 M=2

64	64	102	M=3	
65	65	103	M=5	
66	66	104	M=1	
67	67	105	M=7	
68	68	106	M=6	
69	69	107	M=8	
70	70	108	M=3	
71	71	109	M=6	
72	72	110	M=6	
73	73	111	M=3	
74	74	112	M=5	
75	75	113	M=1	
76	76	114	M=5	
77	77	115	M=3	
78	78	116	M=2	
79	79	117	M=2	
80	80	118	M=2	
81	81	119	M=2	
82	82	120	M=3	
83	83	121	M=3	
84	84	122	M=3	
86	86	124	M=3	
87	87	125	M=3	
88	88	126	M=2	
89	89	127	M=3	
90	90	128	M=3	
91	91	129	M=2	
92	92	130	M=2	
93	93	131	M=3	
94	94	132	M=2	
95	95	133	M=2	
96	96	134	M=3	
97	97	135	M=3	
100	100	138	M=3	
101	101	139	M=2	
102	102	140	M=3	
103	103	141	M=5	
104	104	142	M=1	
105	105	143	M=7	
106	106	144	M=6	
107	107	145	M=8	
109	109	147	M=6	
110	110	148	M=6	
112	112	150	M=5	
113	113	151	M=1	
114	114	152	M=5	
115	39	40	M=9	LP=1,0
116	40	41	M=9	
117	41	42	M=9	
118	42	43	M=9	
119	43	44	M=9	
120	52	53	M=9	
121	53	54	M=9	
122	54	55	M=9	
123	55	56	M=9	
124	56	57	M=9	
125	49	50	M=9	
126	50	51	M=9	
127	60	61	M=9	
128	61	62	M=9	
129	62	63	M=9	
130	63	64	M=9	
131	65	66	M=9	
132	66	67	M=9	

133	74	75	M=9
134	75	76	M=9
135	72	73	M=9
136	52	46	M=9
137	46	45	M=9
138	45	39	M=9
139	40	53	M=9
140	53	66	M=9
141	66	75	M=9
142	68	71	M=9
143	72	69	M=9
144	41	47	M=9
145	47	54	M=9
146	54	69	M=9
147	42	48	M=9
148	48	55	M=9
149	55	60	M=9
150	60	70	M=9
151	70	73	M=9
152	43	56	M=10
153	56	61	M=10
154	44	49	M=9
155	49	57	M=9
156	57	62	M=9
157	50	63	M=10
158	51	58	M=9
159	58	59	M=9
160	59	64	M=9
161	68	65	M=9
162	69	67	M=9
163	71	74	M=9
164	72	76	M=9
165	77	78	M=9
166	78	79	M=9
167	79	80	M=9
168	80	81	M=9
169	81	82	M=9
170	90	91	M=9
171	91	92	M=9
172	92	93	M=9
173	93	94	M=9
174	94	95	M=9
175	87	88	M=9
176	88	89	M=9
177	98	99	M=9
178	99	100	M=9
179	100	101	M=9
180	101	102	M=9
181	103	104	M=9
182	104	105	M=9
183	112	113	M=9
184	113	114	M=9
185	110	111	M=9
186	90	84	M=9
187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
191	104	113	M=9
192	106	109	M=9
193	110	107	M=9
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9
196	92	107	M=9

LP=1, 0

197	80	86	M=9
198	86	93	M=9
199	93	98	M=9
200	98	108	M=9
201	108	111	M=9
202	81	94	M=9
203	94	99	M=9
204	82	87	M=9
205	87	95	M=9
206	95	100	M=9
207	88	101	M=10
208	89	96	M=9
209	96	97	M=9
210	97	102	M=9
211	106	103	M=9
212	107	105	M=9
213	109	112	M=9
214	110	114	M=9
215	115	116	M=9
216	116	117	M=9
217	117	118	M=9
218	118	119	M=9
219	119	120	M=9
220	128	129	M=9
221	129	130	M=9
222	130	131	M=9
223	131	132	M=9
224	132	133	M=9
225	125	126	M=9
226	126	127	M=9
229	138	139	M=9
230	139	140	M=9
231	141	142	M=9
232	142	143	M=9
233	150	151	M=9
234	151	152	M=9
236	128	122	M=9
237	122	121	M=9
238	121	115	M=9
239	116	129	M=10
242	144	147	M=9
243	148	145	M=9
244	117	130	M=10
247	118	124	M=9
248	124	131	M=9
252	119	132	M=10
254	120	125	M=9
255	125	133	M=9
256	133	138	M=9
257	126	139	M=10
258	127	134	M=9
259	134	135	M=9
260	135	140	M=9
261	144	141	M=9
262	145	143	M=9
263	147	150	M=9
264	148	152	M=9

LP=1,0

SHELL
NM=4

1	E=2.17E+6	M=.3727
2	E=2.17E+6	M=.3780
3	E=2.17E+6	M=.1486
4	E=2.17E+6	M=.1687

```

1      JQ=52, 53, 39, 40      ETYPE=1      M=1 TH=0.2      G=5, 1
6      JQ=60, 61, 55, 56      ETYPE=1      M=1 TH=0.2      G=2, 1
8      JQ=62, 63, 49, 50      ETYPE=1      M=1 TH=0.2      G=2, 1
10     JQ=66, 67, 53, 54      ETYPE=1      M=1 TH=0.2
11     JQ=67, 69, 54          ETYPE=1      M=1 TH=0.2
12     JQ=72, 73, 69, 70      ETYPE=1      M=1 TH=0.2
13     JQ=69, 70, 54, 55      ETYPE=1      M=1 TH=0.2
14     JQ=71, 74, 68, 65      ETYPE=1      M=1 TH=0.2
15     JQ=74, 75, 65, 66      ETYPE=1      M=1 TH=0.2      G=2, 1
17     JQ=76, 72, 67, 69      ETYPE=1      M=1 TH=0.2

C SEGUNDO NIVEL
18     JQ=90, 91, 77, 78      ETYPE=1      M=2 TH=0.2      G=5, 1
23     JQ=98, 99, 93, 94      ETYPE=1      M=2 TH=0.2      G=2, 1
25     JQ=100, 101, 87, 88     ETYPE=1      M=2 TH=0.2      G=2, 1
27     JQ=104, 105, 91, 92     ETYPE=1      M=2 TH=0.2
28     JQ=105, 107, 92         ETYPE=1      M=2 TH=0.2
29     JQ=110, 111, 107, 108   ETYPE=1      M=2 TH=0.2
30     JQ=107, 108, 92, 93     ETYPE=1      M=2 TH=0.2
31     JQ=109, 112, 106, 103   ETYPE=1      M=2 TH=0.2
32     JQ=112, 113, 103, 104   ETYPE=1      M=2 TH=0.2      G=2, 1
34     JQ=114, 110, 105, 107   ETYPE=1      M=2 TH=0.2

C TERCER NIVEL
35     JQ=128, 129, 115, 116   ETYPE=1      M=4 TH=0.2      G=5, 1
42     JQ=138, 139, 125, 126   ETYPE=1      M=4 TH=0.2      G=2, 1
48     JQ=147, 150, 144, 141   ETYPE=1      M=3 TH=0.2
49     JQ=150, 151, 141, 142   ETYPE=1      M=3 TH=0.2      G=2, 1
51     JQ=152, 148, 143, 145   ETYPE=1      M=3 TH=0.2

```

SPEC

A=90 S=9.81 D=0.05

```

0      0.0866
0.30   0.0866
0.40   0.0743
0.50   0.0649
0.60   0.0570
0.70   0.0520
0.80   0.0472
0.90   0.0433
1.00   0.0400
1.10   0.0371
1.15   0.0350
1.20   0.0340

```

RESTRAINTS

1 38 1 R=1,1,1,1,1,1

A continuación se muestran los valores de la diferencia entre los desplazamientos en cada una de las direcciones igual que se hizo para la dirección "X".

NUDO	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
PRIMER NIVEL						
39	0.10	0.12	0.00	0.03	0.01	0.00
40	0.11	0.09	0.00	0.04	0.04	0.01
41	0.11	0.06	0.00	0.02	0.03	0.01
42	0.11	0.04	0.00	0.02	0.03	0.00
43	0.11	0.03	0.00	0.01	0.04	0.01
44	0.11	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01

45	0.12	0.12	0.00	0.01	0.04	0.01
46	0.12	0.12	0.00	0.01	0.04	0.00
47	0.12	0.06	0.00	0.01	0.05	0.00
48	0.10	0.04	0.00	0.01	0.04	0.00
49	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
50	0.01	0.21	0.00	0.08	0.00	0.01
51	0.01	0.42	0.01	0.11	0.00	0.01
52	0.10	0.12	0.00	0.03	0.01	0.01
53	0.10	0.09	0.00	0.03	0.03	0.00
54	0.10	0.06	0.00	0.02	0.03	0.00
55	0.09	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00
56	0.09	0.03	0.00	0.01	0.03	0.01
57	0.09	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01
58	0.06	0.42	0.02	0.05	0.02	0.03
59	0.08	0.42	0.00	0.05	0.03	0.02
60	0.08	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01
61	0.08	0.03	0.00	0.01	0.03	0.01
62	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
63	0.08	0.21	0.00	0.08	0.03	0.01
64	0.08	0.42	0.03	0.10	0.01	0.01
65	0.10	0.08	0.00	0.04	0.05	0.01
66	0.09	0.08	0.00	0.02	0.01	0.00
67	0.09	0.06	0.00	0.03	0.04	0.00
68	0.09	0.09	0.00	0.04	0.05	0.01
69	0.08	0.05	0.00	0.03	0.03	0.01
70	0.07	0.03	0.00	0.01	0.03	0.01
71	0.06	0.09	0.00	0.04	0.02	0.01
72	0.06	0.04	0.00	0.03	0.03	0.01
73	0.06	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01
74	0.06	0.08	0.00	0.04	0.02	0.01
75	0.06	0.07	0.00	0.03	0.01	0.01
76	0.06	0.06	0.00	0.03	0.03	0.01
SEGUNDO NIVEL						
77	0.25	0.27	0.00	0.02	0.01	0.01
78	0.25	0.22	0.00	0.03	0.03	0.01
79	0.25	0.16	0.00	0.03	0.03	0.01
80	0.26	0.12	0.00	0.02	0.03	0.01
81	0.26	0.08	0.00	0.03	0.03	0.01
82	0.26	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01
83	0.20	0.27	0.00	0.01	0.02	0.00
84	0.20	0.27	0.00	0.01	0.02	0.00
85	0.21	0.15	0.00	0.00	0.03	0.00
86	0.20	0.11	0.00	0.01	0.02	0.00
87	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.02
88	0.00	0.50	0.00	0.06	0.00	0.02
89	0.00	1.02	0.01	0.10	0.00	0.02
90	0.24	0.27	0.01	0.02	0.01	0.01
91	0.24	0.21	0.00	0.02	0.03	0.01
92	0.24	0.16	0.00	0.02	0.03	0.01
93	0.24	0.11	0.02	0.01	0.00	0.01
94	0.23	0.08	0.00	0.02	0.03	0.02
95	0.23	0.04	0.00	0.01	0.04	0.02
96	0.12	1.02	0.02	0.05	0.02	0.08
97	0.18	1.02	0.00	0.06	0.03	0.06
98	0.22	0.10	0.00	0.01	0.01	0.01

99	0.22	0.07	0.00	0.00	0.03	0.02
100	0.21	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03
101	0.21	0.50	0.00	0.06	0.04	0.02
102	0.21	1.02	0.05	0.09	0.02	0.02
103	0.24	0.22	0.00	0.04	0.04	0.02
104	0.23	0.20	0.00	0.02	0.01	0.01
105	0.23	0.17	0.00	0.03	0.03	0.02
106	0.22	0.24	0.00	0.04	0.04	0.02
107	0.21	0.15	0.00	0.03	0.03	0.02
108	0.19	0.09	0.00	0.01	0.03	0.02
109	0.16	0.24	0.00	0.04	0.02	0.02
110	0.16	0.15	0.00	0.03	0.03	0.02
111	0.16	0.09	0.00	0.01	0.01	0.02
112	0.14	0.22	0.00	0.04	0.02	0.02
113	0.14	0.20	0.00	0.03	0.01	0.02
114	0.14	0.17	0.00	0.03	0.02	0.02
RECTANGULOS - TERCER NIVEL						
115	0.35	0.33	0.00	0.00	0.01	0.00
116	0.35	0.29	0.00	0.01	0.02	0.00
117	0.35	0.25	0.00	0.02	0.01	0.00
118	0.35	0.22	0.00	0.02	0.01	0.00
119	0.35	0.18	0.00	0.02	0.01	0.00
120	0.35	0.15	0.01	0.02	0.00	0.00
121	0.24	0.32	0.00	0.00	0.01	0.01
122	0.23	0.32	0.00	0.01	0.01	0.02
124	0.25	0.21	0.00	0.01	0.01	0.01
125	0.02	0.14	0.00	0.00	0.00	0.05
126	0.02	0.65	0.00	0.03	0.01	0.05
127	0.02	1.40	0.01	0.05	0.00	0.05
128	0.34	0.33	0.01	0.00	0.00	0.00
129	0.34	0.29	0.00	0.01	0.01	0.00
130	0.34	0.25	0.00	0.02	0.01	0.00
131	0.34	0.22	0.02	0.02	0.00	0.00
132	0.34	0.18	0.00	0.03	0.02	0.00
133	0.34	0.15	0.00	0.01	0.02	0.00
134	0.20	1.40	0.03	0.03	0.02	0.11
135	0.30	1.40	0.00	0.04	0.03	0.11
138	0.37	0.14	0.01	0.01	0.00	0.05
139	0.37	0.65	0.00	0.03	0.02	0.05
140	0.37	1.40	0.05	0.06	0.01	0.05
OCTOGONO - TERCER NIVEL						
141	0.32	0.31	0.00	0.02	0.02	0.02
142	0.32	0.28	0.00	0.03	0.00	0.02
143	0.31	0.25	0.00	0.02	0.02	0.02
144	0.30	0.33	0.00	0.02	0.02	0.02
145	0.29	0.22	0.00	0.02	0.01	0.02
147	0.22	0.33	0.00	0.02	0.01	0.02
148	0.23	0.22	0.00	0.02	0.02	0.02
150	0.19	0.31	0.00	0.02	0.01	0.02
151	0.19	0.28	0.00	0.02	0.00	0.02
152	0.20	0.25	0.00	0.02	0.02	0.02

De acuerdo a lo observado en el cuadro anterior que muestra la diferencia que existe entre los valores de los desplazamientos calculados según los

análisis de diafragma rígido y diafragma flexible en la dirección "Y", se puede concluir que al igual que en la dirección "X", la influencia de la flexibilidad de la losa es de los décimos de milímetro.

CAPITULO V: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES DE LOS ANALISIS EFECTUADOS

De los análisis efectuados podemos observar lo siguiente:

La edificación analizada según la NSR-77, cumple con los límites de desplazamientos establecidos, en cambio al ser analizada según la NTE-E.030, la edificación no cumple con los límites establecidos por la Norma, lo cual era de esperarse ya que como sabemos la NTE-E.030 es más exigente en cuanto al cálculo de los desplazamientos laterales de la estructura analizada, cabe comentar las diferencias que presenta la Norma NTE-E.030, con respecto a la Norma NSR-77. Desde el punto de vista general la Norma NTE.030, presenta puntos que son favorables para evitar fallas estructurales ocasionadas por movimientos sísmicos, porque aclara muchas incertidumbres como las siguientes:

- Presenta una información detallada de la clasificación del tipo de suelo sobre el cual se cimentará la estructura.
- Clasifica las estructuras en regulares e irregulares, haciendo notar esto en el cálculo del factor de reducción "R", cuya función principal es la de reducir la fuerza sísmica para conservar el análisis en el rango elástico, pero reconociendo que los desplazamientos pueden incidir muchas veces en el rango inelástico.
- La consideración de estructuras por su importancia que en la anterior versión de la Norma no se hacía mención, aumentando las exigencias del análisis.

Logrando con esto controlar con menor incertidumbre a los giros en planta, que son los principales causantes de pánico en las estructuras de varios pisos.

Menores daños en los elementos no estructurales, así como daños en los elementos estructurales causados por los elementos de albañilería, disminuir el riesgo de que los muros de albañilería fallen por volteo, debido a momentos o fuerzas perpendiculares a su plano.

Pero también se pueden encontrar incertidumbres o vacíos en la Norma vigente, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- La definición de la excentricidad accidental, en la que se generaliza su cálculo indistintamente si la estructura es regular o irregular.
- La definición del cálculo del periodo fundamental utilizando una fórmula que involucra los desplazamientos laterales relativos al suelo y las fuerzas en cada nivel, cuando precisamente son estos los parámetros que deseamos averiguar.

Tratando de comentar acerca de llamados elementos no estructurales, debemos de notar que uno de los motivos por los cuales la Norma vigente rigidiza la estructura es para poder disminuir las juntas de los elementos de concreto armado y no tener problemas con la incompatibilidad de los desplazamientos, entonces podemos concluir que los elementos de albañilería no son elementos “no estructurales”, para una edificación de concreto armado, si no que tienen una gran importancia estructural indirectamente obligan a considerar su presencia en los cálculos de los desplazamientos y de la totalidad del análisis, además cuando la estructura se caracteriza por tener una distribución de los muros de albañilería demasiado irregular, se corre el riesgo de trasladar las coordenadas del centro de masas hacia donde existe mayor densidad de muros, otro termino mal utilizado es el de que los pórticos poseen una dirección principal de análisis, esto no es así ya que muchas veces la rigidez lateral de los pórticos, principalmente en las intersecciones necesitan que las columnas posean rigideces similares en ambas direcciones, ya que si se trata de un sistema no dual la fuerza sísmica será la misma para ambas direcciones, tal vez en el caso de estructuras en las cuales la planta es demasiado alargada se puede peraltar las columnas en la dirección perpendicular a la mas larga, para tratar de esta manera de compensar la falta de rigideces en esta dirección.

Se han hecho estos comentarios previos antes de establecer las conclusiones de los análisis hechos a la estructura para poder referirnos con mas claridad a los efectos calculados así como a los términos de las Normas utilizadas.

En cuanto al análisis efectuado con la Norma de diseño sismo resistente NSR-77, se puede observar que tanto para los desplazamientos laterales según el sismo en la dirección "X" e "Y", los valores que se han obtenido son muy pequeños en comparación a los límites que establecen la NSR-77, es mas podemos citar el acápite 1.13.6, que en una llamada (*), dice textualmente, **La fuerza horizontal mínima de diseño H, será de 0.12P, para las zonas 1 y 2 y de 0.08P, para la zona 3**, esto quiere decir que con el uso de los parámetros de esta Norma era posible obtener valores de fuerza cortante en la base con el método estático menores que estos valores límites, así como ocurrió en nuestro análisis entonces casi siempre se analizaba para las fuerzas mínimas, además que el valor del llamado factor de ductilidad "Rd", eran multiplicados por 3/4, para factorar a los desplazamientos, esto como una incertidumbre entre las aún no reconocidas estructuras regulares e irregulares.

Se muestran los desplazamientos de entrepiso y las distorsiones para el análisis con el sismo en el eje "X".

NIVEL	$U_x=0.75 \times R_d \times U_X$	$\Delta = U_{xi} - U_{xi-1}$	$H_i(m)$	Δ/h_i
1	3.64	3.64	2.875	.0012
2	8.87	5.23	3.00	.0017
3 OCTOGONO	8.42	0.45	3.00	.0001
RECTANGULOS	14.17	5.30	3.00	.0018

Así también se muestran los desplazamientos de entrepiso y las distorsiones para el análisis con el sismo en el eje "Y".

NIVEL	$U_y=0.75 \times R_d \times U_Y$	$\Delta = U_{yi} - U_{yi-1}$	$H_i(m)$	Δ/h_i
1	3.85	3.85	2.875	.0013
2	9.41	5.56	3.00	.0018
3 OCTOGONO	11.73	2.32	3.00	.0007
RECTANGULOS	13.75	4.34	3.00	.0014

De los valores obtenidos de U_x , y U_y , dado que la estructura satisface la Norma, el mayor de los valores es de 5.56mm. <>6mm Entonces según esto las juntas entre los muros de tabiquería y los elementos de concreto armado, esta alrededor de 6mm, es mas yendo al extremo de los límites de desplazamientos laterales que nos daba la NSR-77, que era de 0.01 para la

distorsión de entrepiso, tomando una altura de entrepiso de 3.00m, tenemos $0.01 \times 3.00 \text{ m} = 0.03 \text{ m} \ll 3.0 \text{ cm}$. de junta.

Ahora estamos en condiciones de comparar este valor de junta con los establecidos en la NTE-E.030, si bien es cierto la estructura no cumple con los valores límites de desplazamiento, podemos tomar como referencia el valor límite de desplazamiento que es igual a 0.007 para la distorsión de entrepiso, tomando como altura de entrepiso 3.00m. podemos referirnos a un valor de junta máximo de $0.007 \times 3 \text{ m} = 2.10 \text{ cm}$, obviamente estos valores son solo referenciales para poder comparar el orden de magnitud, ya que los valores de las juntas se pueden calcular con mayor exactitud mediante el desplazamiento relativo del elemento directamente comprometido.

Una solución que se podría plantear para la construcción de estas estructuras es separar las formes geométricas que causan la irregularidad en planta por medio de juntas sísmicas, se debe aclarar que no se debe confundir la junta entre elementos de concreto armado y la junta sísmica entre edificaciones vecinas.

Aunque la experiencia a enseñado, que la geometría de esta planta no tiene un buen comportamiento, se puede observar que se siguen construyendo Centros Educativos con estas características geométricas, y muchas veces sin contar con juntas sísmicas.

Ahora se hará un enfoque al control de la distorsión angular de entrepiso de la estructura para esto se tomará como referencia los resultados del análisis con excentricidad positiva.

Citamos los desplazamientos en los centros de masa en la dirección analizada.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_x = R_x U_X$	$\Delta = U_{xi} - U_{xi-1} $
1	21.97	21.97
2	52.22	30.25
3 OCTOGONO	37.49	14.73
RECTANGULOS	79.45	27.23

Ahora tomamos la mayor de las distorsiones de entrepiso que corresponde al del segundo nivel $\Delta = 30.25 \text{ mm}$.

Ahora se comparará con el máximo desplazamiento de entrepiso en los extremos de la planta que es donde se hallan los valores máximos.

PRIMER NIVEL		SEGUNDO NIVEL		DESPLAZAMIENTO RELATIVO
JOINT	U(X)	JOINT	U(X)	
39	0.003947	77	0.009247	0.0053
40	0.003947	78	0.009247	0.0053
41	0.003947	79	0.009247	0.0053
42	0.003947	80	0.009247	0.0053
43	0.003947	81	0.009247	0.0053
44	0.003947	82	0.009247	0.0053
45	0.003420	83	0.008062	0.0046
46	0.003191	84	0.007548	0.0044
47	0.003305	85	0.007805	0.0045
48	0.003305	86	0.007805	0.0045
49	0.003305	87	0.007805	0.0045
50	0.003305	88	0.007805	0.0045
51	0.003305	89	0.007805	0.0045
52	0.002672	90	0.006387	0.0037
53	0.002672	91	0.006387	0.0037
54	0.002672	92	0.006387	0.0037
55	0.002672	93	0.006387	0.0037
56	0.002672	94	0.006387	0.0037
57	0.002672	95	0.006387	0.0037
58	0.002785	96	0.006639	0.0039
59	0.002560	97	0.006137	0.0036
60	0.002334	98	0.005633	0.0033
61	0.002334	99	0.005633	0.0033
62	0.002334	100	0.005633	0.0033
63	0.002334	101	0.005633	0.0033
64	0.002334	102	0.005633	0.0033
65	0.001867	103	0.004595	0.0027
66	0.001867	104	0.004595	0.0027
67	0.001867	105	0.004595	0.0027
68	0.001606	106	0.004017	0.0024
69	0.001606	107	0.004017	0.0024
70	0.001287	108	0.003315	0.0020
71	0.001012	109	0.002701	0.0017
72	0.001012	110	0.002701	0.0017
73	0.001012	111	0.002701	0.0017
74	0.000890	112	0.002406	0.0015
75	0.000890	113	0.002406	0.0015
76	0.000890	114	0.002406	0.0015

El valor máximo de desplazamiento relativo es 5.3 mm, multiplicandolo por $R=7.5$, tenemos $\Delta_{ext}=39.75$ mm, luego tenemos:

$\Delta_{ext}/\Delta = 39.75 / 30.25 = 1.31 < 1.75$, que dá como límite la Norma NTE.0.30

Respecto a la influencia de la flexibilidad del diafragma, en nuestro caso se ha encontrado que los efectos no son muy grandes (del orden de los decimos y centecimos de milímetros), para los desplazamientos hallados por el análisis de diafragma rígido, por lo que no es necesario hacer un análisis considerando dicha flexibilidad, podríamos considerar como significativa la influencia de la losa cuando la diferencia de los desplazamientos es del orden de los milímetros.

En lo que respecta a los procesos de construcción y en la distribución de los refuerzos, se sabe que en zonas sísmicas siempre será necesario acero en compresión para las vigas. Además como sé esta diseñando tan sólo con una fracción de la fuerza sísmica se debe de **PROPORCIONAR DUCTILIDAD A LA EDIFICACION, POR MEDIO DE LA BUSQUEDA DE LAS ROTULAS PLASTICAS**, esto es conveniente hacerlo en las uniones de las vigas con las columnas en los diferentes pórticos, ya que como sabemos las fuerzas suelen ser excepcionalmente de valores mas elevados que las que usamos para el diseño haciendo que la estructura se esfuerce pasando el límite elástico e incidiendo al rango plástico, rango en el cual la estructura necesita ductilidad ya que debe de tener capacidad suficiente de deformarse sin necesidad de que la fuerza actuante se vea incrementada.

CAPITULO VI: ALTERNATIVA DE SEPARACION DE LA EDIFICACION EN DOS BLOQUES

A continuación se elaborará una solución para la estructura analizada, teniendo como referencia los datos y los resultados de los análisis anteriores, dado que la estructura es de forma irregular se optara por reducir dicha irregularidad en planta separando la estructura en dos bloques planteando para esto la ejecución de una junta de construcción que nos brinde mayor seguridad, facilidad en el proceso constructivo, y mejor ajuste a la arquitectura existente.

Para lo cual se usará como parámetros para el análisis los indicados en la vigente Norma de diseño sismoresistente NTE-E-0.30, por lo que se describe a continuación la alternativa planteada para determinar la junta de separación entre los bloques que presentan mayor rigidez torsional en el conjunto anteriormente analizado.

VI.- DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA, CONSIDERACIONES

Para separar la estructura en dos bloques independientes se ha tomado la siguiente decisión:

Se ha analizado la edificación separando el bloque de forma de octógono del resto de la estructura para lo cual se colocarán columnas paralelas a las existentes dimensionando adecuadamente estas columnas.

En la figura "A", se muestra el planteamiento de la junta propuesta, como se puede observar el octógono se encuentra aislado del resto de la estructura.

Teniendo en cuenta esto y haciendo un estimado de las dimensiones de las columnas a colocar para poder determinar las masas en los entresijos y de esta manera los pesos en los entresijos que nos servirán para el cálculo de la fuerza cortante en la base de la estructura.

Uno de los motivos principales de la elección de esta alternativa esta basada en la recomendación que da la Norma NTE.-0.30, con respecto a que es más conveniente el empleo de estructuras con configuraciones de plantas regulares, en la estructura a analizar se puede observar que la planta es irregular pero podemos dividirla en dos bloques uno con configuración de planta regular y otro bloque con configuración irregular.

Por lo que la elección tomada es el separar el bloque que tiene forma de octógono, que se puede clasificar como estructura de planta regular del resto

de la estructura que tiene forma de rectángulos la cual si tiene una configuración irregular.

Al igual que en los análisis anteriormente desarrollados se usará la opción que nos da el programa SAP90 para poder incluir la masa de elementos tipo FRAME, en el metrado total y la masa restante se calculara con la respectiva área de losa de cada bloque,

NOTA: cabe hacer la siguiente observación, para el cálculo del peso total de la estructura, como para el cálculo de masas concentradas en cada entrepiso de la estructura, se asumirá como primera aproximación, que las nuevas columnas son de dimensión a las adyacentes correspondientes, además se debe aclarar que el bloque en forma de octógono permanece en su lugar original siendo en la parte restante de la estructura donde se construirán las nuevas columnas las cuales determinarán la respectiva junta.

VI.2.-METRADO DE CARGAS PARA LOS BLOQUES QUE FORMAN PARTE DE EDIFICACION (Octógono y rectangulos)

Para distinguir los bloques que se han obtenido al plantear la junta se usará la siguiente denominación, al bloque en forma de octógono se le denominará en lo sucesivo "OCTOGONO", así como al otro bloque restante se le denominará en lo sucesivo "RECTANGULOS".

NOTA.-EL METRADO SE EFECTUARA PARA LA DETERMINACION DE LA FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE DE UNA MANERA APROXIMADA MAS NO PARA LA DETERMINACION DE LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS LINEALES EN LAS MASAS TRASLACIONALES COMO ROTACIONALES. DADO QUE COMO YA SABEMOS LA ESTRUCTURA INICIALMENTE ANALIZADA EXEDE LOS DESPLAZAMIENTOS EXIGIDOS POR LA NORMA VIGENTE ME VERE OBLIGADO A AUMENTAR LA RIGIDEZ LATERAL DE LA ESTRUCTURA EN LA DIRECCION QUE MÁS LO REQUIERA AUMENTANDO LAS DIMENSIONES DE ALGUNAS COLUMNAS, EN ESTE CASO ES DE GRAN AYUDA LA OBCION QUE NOS DA EL PROGRAMA SAP90, DE PODER INGRESAR LA MASA DE ESTOS ELEMENTOS COMO MASA POR UNIDAD DE LONGITUD.

Para realizar el metrado de las masas concentradas en cada entrepiso se utilizará el mismo criterio que en el análisis anterior.

VI.2.1.- CARGAS DEBIDO A PESO PROPIO DE LAS COLUMNAS

Se ha determinado el número de columnas de cada tipo que existen en cada nivel y para cada bloque de la estructura.

Así tenemos para todas las plantas:

# de Columnas	Tipo	Area	Ejes
2	C1	0.16	A2, B2
6	C2	0.20	D2,F2,D3,F3,C7,E7
11	C3	0.10	F1,D1,F4,D4,F6,E6,D6,C6,6,C8,E8
1	C4	0.10	E4
4	C5	0.10	1,1,8,8
1	C6	0.10	C4
3	C7	0.31	A,B
1	C8	0.20	C5
3	C9	0.254	1,1,3
1	C10	0.354	B
1	C11	0.297	3
2	C12	0.10	4,4
1	C13	0.10	E3

TIPOS DE COLUMNAS EN LOS DIFERENTES NIVELES DEL OCTOGONO

	C1	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
3er Piso	*	*	*		*		*	*	*		
2do Piso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
1er Piso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

TIPOS DE COLUMNAS EN LOS DIFERENTES NIVELES DE LOS RECTANGULOS

	C2	C3
3er Piso	*	*
2do Piso	*	*
1er Piso	*	*

SUMA DE LAS AREAS TRANSVERSALES DE LAS COLUMNAS PARA CADA BLOQUE

PRIMER NIVEL

OCTOGONO

$$\text{Suma}(Ac1)=2*(0.4x0.4) +3x(0.31) +3x(0.254)+1x(0.354)+1x(0.297)$$

$$\text{Suma}(Ac1)=2.663m^2$$

RECTANGULOS

$$\text{Suma}(Ac1)=6x(0.50x0.40)+11x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+4x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40) +1x(0.50x0.40) +2x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40) + 1C9+1C11+1C10+1C1$$

$$\text{Suma}(Ac1)=4.465m^2$$

SEGUNDO NIVEL

OCTOGONO

$$\text{Suma}(Ac2)=2*(0.4x0.4) +3x(0.31) +3x(0.254)+1x(0.354)+1x(0.297)$$

$$\text{Suma}(Ac2)=2.663m^2$$

RECTANGULOS

$$\text{Suma}(Ac2)=6x(0.50x0.40)+11x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+4x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40) +1x(0.50x0.40) +2x(0.25x0.40)+1x(0.15x0.30) + 1C9+1C11+1C10+1C1$$

$$\text{Suma}(Ac2)=4.410m^2$$

TERCER NIVEL

OCTOGONO

$$\text{Suma}(Ac3)=2*(0.4x0.4) +3x(0.31) +3x(0.254)+1x(0.354)+1x(0.297)$$

$$\text{Suma}(Ac3)=2.663m^2$$

RECTANGULOS

$$\text{Suma}(\text{Ac}3)=6x(0.50x0.40)+11x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+4x(0.25x0.40)+1x(0.25x0.40)+1x(0.50x0.40)+2x(0.25x0.40)+1x(0.15x0.30)$$

$$\text{Suma}(\text{Ac}3)=2.945\text{m}^2$$

PESO EN PRIMER ENTRE PISO

OCTOGONO

$$\text{Peso}1=2.4x[\text{Suma}(\text{Ac}1)x0.5h1+\text{Suma}(\text{Ac}2)x0.5h2]$$

$$\text{Peso}1=2.4x[2.663x0.5x2.875+2.663x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso}1=18.77 \text{ Tn}}$$

RECTANGULOS

$$\text{Peso}1=2.4x[\text{Suma}(\text{Ac}1)x0.5h1+\text{Suma}(\text{Ac}2)x0.5h2]$$

$$\text{Peso}1=2.4x[4.465x0.5x2.875+4.41x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso}1=31.28 \text{ Tn}}$$

PESO EN SEGUNDO ENTREPISO

OCTOGONO

$$\text{Peso}2=2.4x[\text{Suma}(\text{Ac}2)x0.5h2+\text{Suma}(\text{Ac}3)x0.5h3]$$

$$\text{Peso}2=2.4x[2.663x0.5x3+2.663x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso}2=19.17 \text{ Tn}}$$

RECTANGULOS

$$\text{Peso}2=2.4x[\text{Suma}(\text{Ac}2)x0.5h2+\text{Suma}(\text{Ac}3)x0.5h3]$$

$$\text{Peso}2=2.4x[4.41x0.5x3+2.945x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso}2=26.47 \text{ Tn}}$$

PESO EN TERCER ENTREPISO

OCTOGONO

$$\text{Peso}3=2.4x[\text{Suma}(\text{Ac}3)x0.5h3]$$

$$\text{Peso}3=2.4x[2.663x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso}3=9.58 \text{ Tn}}$$

RECTANGULOS

$$\text{Peso}3=2.4x[\text{Suma}(\text{Ac}3)x0.5h3]$$

$$\text{Peso}3=2.4x[2.945x0.5x3]$$

$$\boxed{\text{Peso}3=10.60 \text{ Tn}}$$

VI.2.2.- CARGAS DEBIDO A PESO PROPIO DE VIGAS

En cuanto al metrado de masas que contribuye las vigas se efectuara de manera similar al análisis anterior.

VIGAS EL PRIMER ENTREPISO

OCTOGONO

4VA-1 de 1.50 m
1VA-1 de 1.05 m
3 VA-1 de 1.45 m
2 VA-1 de 3.85 m
1 VT-1 de 7.85m

PATIO Y ESCALERAS

1VT-2 de 5.00 m
1VT-4 de 6.85 m
1 VT-5 de 5.35 m
1 VT-6 de 3.50 m
1 VT-7 de 3.50 m

RECTANGULOS

14 VA-2 de 3.83 m
4VT-3 de 3.38 m
1 VT-1 de 3.50 m
1 VT-1 de 3.25 m
1 VT-3 de 7.15 m
1 VT-8 de 7.15m
1 VT-9 de 7.15m
2 V T-1 de 0.95 m
1 VT-1 de 3.50 m
4 VT-1 de 2.70 m

VIGAS EN EL SEGUNDO ENTREPISO

OCTOGONO

4VA-1 de 1.50m
1VA-1 de 1.05m
3VA-1 de 1.45m
2 VA-1 de 3.85 m
1 VT-1 de 7.85

PATIO Y ESCALERAS

1VT-2 de 5.0 m
1VT-4 de 6.8 m
1 VT-5 de 5.35 m
1 VT-6 de 3.5 m
1 VT-7 de 3.5 m

RECTANGULOS

14 VA-2 de 3.83m
4VT-3 de 3.38 m
1VT-1 de3.50 m
1VT-1 de 3.25 m
1VT-3 de 7.15m
1VT-13 de 7.15m
1VT-9 de 7.15m
2VT-1 de 0.95m
1VT-1 de 3.50m
4 VT-1 de 2.70m

VIGAS EN EL TERCER ENTREPISO

OCTOGONO

4VA-1 de 1.50m
1VA-1 de 1.05m
3 VA-1 de 1.45m

RECTANGULOS

14 VA-3 de 3.83 m
2VT-11 de 3.38 m
2 VT-1 de 3.38m

2 VA-1 de 3.85

1 VT-10 de 7.85m

1 VT-1 de 3.50 m

1 VT-1 de 3.25 m

3 VT-11 de 7.15 m

2 VT-1 de 0.95 m

4 VT-1 de 2.70 m

CALCULO DEL PESO DE VIGAS ENCADA NIVEL

Para el calculo de las secciones transversales de las vigas tenemos:

$$\text{Peso} = 2.4 \times \text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long})$$

PESO EN PRIMER ENTREPISO

OCTOGONO

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 4 \times 1.50 \times (0.125) + 1 \times 1.05 \times (0.125) + 3 \times 1.45 \times (0.125) + 2 \times 3.85 \times (0.125) + 1 \times 7.85 \times (0.125)$$

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 3.36 \text{m}^3$$

$$\text{Peso1} = 2.4 \times 3.36 = 8.06 \text{Tn}$$

RECTANGULOS

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 1 \times 5.0 \times (0.125) + 1 \times 5 \times (0.125) + 1 \times 6.85 \times (0.125) + 1 \times 5.35 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.15) + 14 \times 3.83 \times (0.125) + 4 \times 3.38 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.25 \times (0.125) + 1 \times 7.15 \times (0.125) + 1 \times 7.15 \times (0.15) + 1 \times 7.15 \times (0.15) + 2 \times 0.95 \times (0.125) + 1 \times 3.5 \times (0.125) + 4 \times 2.70 \times (0.125)$$

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 17.42 \text{m}^3$$

$$\text{Peso1} = 2.4 \times 17.42 = 41.81 \text{Tn}$$

PESO EN SEGUNDO ENTREPISO

OCTOGONO

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 4 \times 1.50 \times (0.125) + 1 \times 1.05 \times (0.125) + 3 \times 1.45 \times (0.125) + 2 \times 3.85 \times (0.125) + 1 \times 7.85 \times (0.125)$$

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 3.36 \text{m}^3$$

$$\text{Peso2} = 2.4 \times 3.36 = 8.06 \text{Tn}$$

RECTANGULOS

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 1 \times 5.0 \times (0.125) + 1 \times 6.85 \times (0.125) + 1 \times 5.35 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.15) + 14 \times 3.83 \times (0.125) + 4 \times 3.38 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.25 \times (0.125) + 1 \times 7.15 \times (0.125) + 1 \times 7.15 \times (0.125) + 1 \times 7.15 \times (0.15) + 2 \times 0.95 \times (0.125) + 1 \times 3.5 \times (0.125) + 4 \times 2.70 \times (0.125)$$

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 17.24 \text{m}^3$$

$$\text{Peso} = 2.4 \times 17.24 = 41.37 \text{Tn}$$

PESO EN TERCER ENTREPISO

OCTOGONO

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 4 \times 1.50 \times (0.125) + 1 \times 1.05 \times (0.125) + 3 \times 1.45 \times (0.125) + 2 \times 3.85 \times (0.125) + 1 \times 7.85 \times (0.15) =$$

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 3.56 \text{m}^3$$

$$\text{Peso} = 2.4 \times 3.56 = 8.54 \text{n}$$

RECTANGULOS.-

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 14 \times 3.83 \times (0.125) + 2 \times 3.38 \times (0.15) + 2 \times 3.38 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.25 \times (0.125) + 3 \times 7.15 \times (0.15) + 2 \times 0.95 \times (0.125) + 4 \times 2.70 \times (0.125) =$$

$$\text{Suma}(\text{Asec} \times \text{Long}) = 14.21 \text{m}^3$$

$$\text{Peso} = 2.4 \times 14.21 = 34.10 \text{Tn}$$

VI.2.3.- CARGAS DEBIDO A PESO PROPIO MUROS DE ALBAÑILERIA Y TABIQUERIA

MUROS SIN VANOS

OCTOGONO

NOTA: El octógono solo tiene dos muros de albañilería sin vanos, de 3.85m de longitud cada uno.

$$e = 0.25 \text{m} ; \gamma = 1.8 \text{ Tn/m}^3$$

OCTOGONO	$2 \times 3.85 = 7.70 \text{ m}$
----------	----------------------------------

$$\text{Suma de Longitudes} = 7.70 \text{m}$$

RECTANGULOS

LOS MUROS QUE SE LISTAN A COMITINUACION SON LOS QUE SE UBICAN EN EL AREA QUE OCUPAN LOS RECTANGULOS.

$$e = 0.25 \text{m} ; \gamma = 1.8 \text{ Tn/m}^3$$

UBICACIÓN DE MURO	LONGITUD
1 - 1	$2 \times 2.7 + 0.95 = 6.35 \text{ m.}$
3 - 3	$2 \times 3.325 = 6.65 \text{ m.}$

4 - 4	$2 \times 3.325 = 6.65 \text{ m.}$
6 - 6	$2 \times 3.325 = 6.65 \text{ m.}$
8 - 8	$2 \times 2.7 + 0.95 = 6.35 \text{ m.}$

Suma de Longitudes = 32.65m

PESO EN EL PRIMER Y SEGUNDO ENTREPISO

OCTOGONO

$$\text{Peso1} = 1.8 \times (2.875 + 3) / 2 \times 7.70 \times 0.25 = 10.18 \text{ Tn}$$

$$\text{Peso2} = 1.8 \times (3 + 3) / 2 \times 7.70 \times 0.25 = 10.40 \text{ Tn}$$

RECTANGULOS

$$\text{Peso1} = 1.8 \times (2.875 + 3) / 2 \times 32.65 \times 0.25 = 43.16 \text{ Tn}$$

$$\text{Peso2} = 1.8 \times (3 + 3) / 2 \times 32.65 \times 0.25 = 44.07 \text{ Tn}$$

MUROS CON VANOS

En el siguiente cuadro se muestran los muros que poseen vanos de manera similar que en el análisis anterior.

PRIMER ENTREPISO

$$h = h(\text{altura del muro}) = 2.75 \text{ m}$$

EJE F (long)	EJE E (long)	EJE D (long)	EJE C (long)	OCTOGONO
3.825	3.825	3.825	3.825	1.5
3.825	3.825	2.725	3.825	1.5
3.950		2.850		1.5
3.825		2.725		1.5
3.825		3.825		1.5
				1.5
				1.5
$\Sigma(Lxh) = 52.93 \text{ m}^2$	$\Sigma(Lxh) = 21.03 \text{ m}^2$	$\Sigma(Lxh) = 43.86 \text{ m}^2$	$\Sigma(Lxh) = 21.03 \text{ m}^2$	$\Sigma(Lxh) = 28.88 \text{ m}^2$
$\Sigma(\text{VANOS}) = 2 \times 2.3 \times 1.5 + 1.6 \times 1.5 + 2.4 \times 1.5 = 21.30 \text{ m}^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 2 \times 3.8 \times 1.2 = 9.12 \text{ m}^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 4 \times 1.2 \times 1.6 + 3 \times 1.6 \times 1.6 = 12.48 \text{ m}^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 2 \times 2.4 \times 1.6 = 7.68 \text{ m}^2$	$\Sigma(\text{VANOS}) = 7 \times 1.5 \times 1.2 = 12.6 \text{ m}^2$

AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA
31.63 m ²	11.91 m ²	3138 m ²	13.35 m ²	16.28 m ²

SUMA DE ÁREAS.-

OCTOGONO.-

AREA= 16.28 m²

RECTANGULOS.-

AREA= 88.27 m²

PESOS

OCTOGONO.-

PESO1=(16.28)x1.8x0.15=4.39 Tn.

RECTANGULOS.-

PESO1=(88.27)x1.8x0.15=23.83 Tn.

SEGUNDO ENTREPISO.-

h =h(altura del muro)=2.75m

EJE F (long)	EJE E (long)	EJE D (long)	EJE C (long)	OCTOGONO
3.825	3.825	3.825	3.825	1.5
3.825	3.825	2.725	3.825	1.5
3.950		2.850		1.5
3.825		2.725		1.5
3.825		3.825		1.5
				1.5
				1.5
$\Sigma(Lxh)=52.93m^2$	$\Sigma(Lxh)=21.03m^2$	$\Sigma(Lxh)=43.86m^2$	$\Sigma(Lxh)=21.03m^2$	$\Sigma(Lxh)=28.88m^2$
$\Sigma(VANOS)=8x1.23x1.2+1.6x1.2=13.44m^2$	$\Sigma(VANOS)=3.8x1.2x2=9.12m^2$	$\Sigma(VANOS)=7x1.2x1.2=10.08m^2$	$\Sigma(VANOS)=2x2.4x1.6=7.68m^2$	$\Sigma(VANOS)=7x1.5x1.2=12.6m^2$
AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA	AREA EFECTIVA
39.49 m ²	11.91 m ²	33.78 m ²	13.35 m ²	16.28 m ²

SUMA DE ÁREAS

OCTOGONO.-

$$\text{AREA} = 16.28 \text{ m}^2$$

RECTANGULOS.-

$$\text{AREA} = 98.53 \text{ m}^2$$

PESOS

OCTOGONO

$$\text{PESO} = (16.28) \times 1.8 \times 0.15 = 4.39 \text{ Tn.}$$

RECTANGULOS

$$\text{PESO} = (98.53) \times 1.8 \times 0.15 = 26.60 \text{ Tn.}$$

VI.2.4.- CARGAS DEBIDO A PESO PROPIO DE LOSAS

Para el cálculo del peso de las losas de cada nivel tenemos que, tener en cuenta que se trata una losa aligerada de 20 cm. de espesor ($h=20\text{cm}$)

Por lo que se deberá de restar el valor del peso correspondiente a las secciones de viga que contribuyen a la losa

$$\text{Peso (losa } h=20.00\text{cm)} = 300 \text{ Kg/cm}^2$$

PRIMER y SEGUNDO ENTREPISO

Se debe de restar los pesos de las porciones de losa que están ocupadas por las vigas, hallando el área que estas ocupan restándoselas al de la losa del entrepiso correspondiente.

AREA DE LOSA OCUPADA POR LAS VIGAS LOSA 1ER ENTREPISO:

OCTOGONO

$$4 \times 1.50 \times (0.25) + 1 \times 1.05 \times (0.25) + 3 \times 1.45 \times (0.25) + 2 \times 3.85 \times (0.25) + 1 \times 7.85 \times (0.25)$$

$$\text{AREA} = 6.73 \text{ m}^2$$

RECTANGULOS

$$1 \times 5.0 \times (0.25) + 1 \times 5 \times (0.25) + 1 \times 6.85 \times (0.25) + 1 \times 5.35 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.30) + 14 \times 3.83 \times (0.25) + 4 \times 3.38 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.25 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.30) + 1 \times 7.15 \times (0.30) + 2 \times 0.95 \times (0.25) + 1 \times 3.5 \times (0.25) + 4 \times 2.70 \times (0.25) = 41.56 \text{ m}^2$$

AREA=34.83m²

Luego:

OCTOGONO

$$\text{PESO DE LA LOSA 1}^{\text{er}} \text{ piso} = 0.30 \times [67.6 - 6.73] = 18.26 \text{ Tn.}$$

RECTANGULOS

$$\text{PESO DE LA LOSA 1}^{\text{er}} \text{ piso} = 0.30 \times [335.03 - 34.83] = 90.06 \text{ Tn.}$$

AREA DE LOSA OCUPADA POR LAS VIGAS LOSA 2DO ENTREPISO :

OCTOGONO

$$4 \times 1.50 \times (0.25) + 1 \times 1.05 \times (0.25) + 3 \times 1.45 \times (0.25) + 2 \times 3.85 \times (0.25) + 1 \times 7.85 \times (0.25) = 6.73 \text{ m}^2$$

RECTANGULOS

$$1 \times 5.0 \times (0.25) + 1 \times 6.85 \times (0.25) + 1 \times 5.35 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.30) + 14 \times 3.83 \times (0.25) + 4 \times 3.38 \times (0.25) + 1 \times 3.50 \times (0.25) + 1 \times 3.25 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.25) + 1 \times 7.15 \times (0.30) + 2 \times 0.95 \times (0.25) + 1 \times 3.5 \times (0.25) + 4 \times 2.70 \times (0.25) = 34.37 \text{ m}^2$$

Luego:

OCTOGONO

$$\text{PESO DE LA LOSA 2}^{\text{do}} \text{ piso} = 0.30 \times [67.6 - 6.73] = 18.26 \text{ Tn.}$$

RECTANGULOS

$$\text{PESO DE LA LOSA 2}^{\text{do}} \text{ piso} = 0.30 \times [335.03 - 34.47] = 90.17 \text{ Tn.}$$

TERCER ENTREPISO

OCTOGONO

$$\text{Area(losa)} = 67.6 \text{ m}^2$$

Igualmente se debe de restar los pesos de las porciones de losa que están ocupadas por las vigas, hallando el área que estas ocupan restándole este al área de la losa del techo.

Area de losa ocupada por las vigas :

$$4 \times 1.50 \times (0.25) + 1 \times 1.05 \times (0.25) + 3 \times 1.45 \times (0.25) + 2 \times 3.85 \times (0.25) + 1 \times 7.85 \times (0.30) = 7.13 \text{ m}^2$$

Luego:

$$\text{PESO DE LA LOSA} = 0.30 \times [67.6 - 7.13] = 18.14 \text{ Tn.}$$

RECTANGULOS

$$\text{Area(losa)} = 228.50 \text{ m}^2$$

Area de losa ocupada por las vigas :

$$14 \times 3.83 \times (0.125) + 2 \times 3.38 \times (0.15) + 2 \times 3.38 \times (0.125) + 1 \times 3.50 \times (0.125) + 1 \times 3.25 \times (0.125) + 3 \times 7.15 \times (0.15) + 2 \times 0.95 \times (0.125) + 4 \times 2.70 \times (0.125) = 25.20 \text{ m}^2$$

$$\text{PESO DE LA LOSA} = 0.30 \times [228.50 - 25.20] = 70.00 \text{ Tn.}$$

CALCULO DE LOS PESOS Y MASAS CONCENTRADAS TOTALES EN CADA ENTREPISO

Para hallar el peso por cada entrepiso se procederá a sumar las contribuciones respectivas de columnas + vigas + tabiquería + losa.

PRIMER ENTREPISO:

OCTOGONO.-

$$\text{COLUMNAS} = 18.77 \text{ Tn.}$$

$$\text{VIGAS} = 8.06 \text{ Tn.}$$

$$\text{TABIQUERIA} = 10.18 + 4.39 = 14.57$$

$$\text{LOSA} = 18.26 \text{ Tn.}$$

$$\text{PISO TERMINADO} = 67.6 \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ Tn/m}^2 = 6.76 \text{ Tn}$$

PESO(TOTAL) = 66.42 Tn.

RECTANGULOS.-

COLUMNAS = 31.28 Tn.

VIGAS = 41.81 Tn.

TABIQUERIA = 43.16+23.83=67.00 Tn

LOSA =90.06 Tn.

PISO TERMINADO =335.03m²x0.1Tn/m² = 33.50 Tn

PESO(TOTAL) = 263.65 Tn.

SEGUNDO ENTREPISO:

OCTOGONO

COLUMNAS = 19.17 Tn.

VIGAS = 8.06 Tn.

TABIQUERIA = 10.40+4.39=14.79Tn

LOSA =18.26 Tn.

PISO TERMINADO =67.6m²x0.1Tn/m² = 6.76 Tn

PESO(TOTAL) = 67.04Tn.

RECTANGULOS

COLUMNAS = 26.47 Tn.

VIGAS = 41.37 Tn.

TABIQUERIA = 44.07+26.60=70.67Tn

LOSA = 90.17 Tn.

PISO TERMINADO =335.03m²x0.1Tn/m² = 33.50 Tn

PESO(TOTAL) =262.18Tn.

TERCER ENTREPISO

OCTOGONO

COLUMNAS = 9.58 Tn.

VIGAS = 8.54 Tn.

LOSA =18.14 Tn

PESO(TOTAL) = 36.26 Tn.

RECTANGULOS

COLUMNAS = 10.60 Tn.

VIGAS = 34.10 Tn.

LOSA = 70 Tn

PESO(TOTAL) = 114.70 Tn.

Según la norma NTE-E030, que señala que la contribución de la sobrecarga en el peso de la estructura se tiene que en todos los niveles excepto en la azotea se considerará el 50% de la s/c y en la azotea el 25% de la s/c.

PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

OCTOGONO

$P = 67.6 \times 50\% \times 0.30 = 10.14 \text{ Tn.}$

RECTANGULOS

$P = 335.03 \times 50\% \times 0.30 = 50.25 \text{ Tn.}$

TERCER NIVEL (AZOTEA)

OCTOGONO

$P = 67.603 \times 25\% \times 0.10 = 1.69 \text{ Tn.}$

RECTANGULOS

$P = 228.493 \times 25\% \times 0.10 = 5.71 \text{ Tn.}$

PESOS CONCENTRADOS EN CADA ENTREPISO

En resumen tenemos los pesos concentrados respectivos a la edificación, teniendo en cuenta que a cada valor de peso se le ha sumado la correspondiente contribución de la sobre carga.

OCTOGONO

NIVEL	PESO(Tn)
1	76.56
2	77.18
3	37.95

RECTANGULOS

NIVEL	PESO(Tn)
1	313.90
2	312.43
3	120.41

MASA CONCENTRADAS EN CADA ENTREPISO

Se procede a dividir cada peso entre el valor de la aceleración de la gravedad.

$$g=9.81 \text{ m/s}^2$$

OCTOGONO

NIVEL	MASA(Tn-s ² /m)
1	7.80
2	7.86
3	3.86

RECTANGULOS

NIVEL	MASA(Tn-s ² /m)
1	31.99
2	31.84
3	12.37

Ahora estamos en capacidad de calcular el peso total de la estructura el cual nos servirá para poder hallar el valor de la fuerza cortante en la base por el método estático, la cual nos servirá para poder establecer los valores mínimos de fuerza cortante en la base para el análisis dinámico que se efectuará posteriormente.

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA (P)

$P_i \Rightarrow$ peso de la estructura en el entrepiso " i "

OCTOGONO

$$P=P_1+P_2+P_3=76.56+77.18+37.95$$

$$P= 191.69Tn$$

RECTANGULOS

$$P=P_1+P_2+P_3=313.90+312.43+120.41$$

$$P= 746.74Tn$$

VI.3.- DETERMINACION DE LA FUERZA CORTANTE MINIMA EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Para la de terminación de la fuerza cortante en la base por el método estático se usarán los parámetros que de la Norma Sismoresistente NTE-0.30, los cuales han sido calculados anteriormente cuando se efectuó el análisis sísmico a la estructura con su configuración estructural original.

El valor de los parámetros usados se mostrarán como referencia, dando como resultado la fracción de peso que se considerará como cortante en la base.

$$V= \frac{Z.U.C.S \times P}{R}$$

$$S=1.2$$

$$U=1.5$$

$$C=2.5 \longrightarrow T = \frac{8.875}{35} = 0.253 \text{ s.}$$

$$Z=0.4$$

$$T_p=0.6$$

OCTOGONO.-

En el caso del octógono se tendrá en cuenta que la planta de la estructura tiene una configuración regular, por lo que el valor de factor de reducción es $R=10$

$$V= \frac{0.4 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.2 \times P}{10}$$

$$V=0.18xP=0.18x191.69$$

$$V=34.50Tn$$

RECTANGULOS

En el caso del bloque que tiene forma de rectángulos se puede observar que se trata de una planta de configuración irregular por lo tanto el valor del factor de reducción será $R=3/4x10=7.5$

$$V= \frac{0.4x1.5x2.5x1.2}{7.5} x P$$

$$V=0.24xP=0.24x746.74$$

$$V=179.21Tn$$

VI.4.- CALCULO DE LAS MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES PARA CADA BLOQUE DE LA ESTRUCTURA

OCTOGONO

NIVEL	TABIQUERIA		LOSA		PISO TERM.		TOTAL MASA($Tn-S^2/m$)
	PESO	MASA	PESO	MASA	PESO	MASA	
1	14.57	1.48	18.26	1.86	6.76	0.69	$4.03+10.14/9.81=5.06$
2	14.79	1.50	18.26	1.86	6.76	0.69	$4.05+10.14/9.81=5.08$
3	-	-	18.14	1.86	-	-	$1.86+1.69/9.81=2.03$

RECTANGULOS

NIVEL	TABIQUERIA		LOSA		PISO TERM.		TOTAL MASA($Tn-S^2/m$)
	PESO	MASA	PESO	MASA	PESO	MASA	
1	67.00	6.83	90.06	9.18	33.5	3.41	$19.42+50.25/9.81=24.54$
2	70.67	7.20	90.17	9.19	33.5	3.41	$19.80+50.25/9.81=24.92$
3	-	-	70.00	7.13	-	-	$7.13+5.71/9.81=7.71$

CALCULO DE MASAS ROTACIONALES

Para el cálculo de las masas rotacionales se empleará el mismo procedimiento que se siguió anteriormente, teniendo en cuenta las propiedades geométricas de las plantas de los bloques, además se debe aclarar que este cálculo se efectuará usando los valores de las masas traslacionales previamente determinadas con las dimensiones de las columnas que existían anteriormente.

A continuación se muestran en los siguientes cuadros los cálculos realizados para la

DETERMINACIÓN DE LAS MASAS ROTACIONALES PARA CADA UNO DE LOS BLOQUES

OCTOGONO

NIVEL	AREA	Jo=Jx+Jy	Jo/A	MASA	Jm (Tn-s ² -m)
1	67.03	7.333E+2	10.84	5.06	54.85
2	67.03	7.333E+2	10.84	5.08	55.06
3	67.03	7.333E+2	10.84	2.03	22.00

RECTANGULOS

NIVEL	AREA	Jo=Jx+Jy	Jo/A	MASA	Jm
1	335.03	1.5026E+5	448.49	24.54	11005.94
2	335.03	1.5026E+5	448.49	24.92	11176.37
3	335.03	1.8655E+4	81.64	7.71	629.44

De esta manera se definen las líneas del bloque de datos MASSES, de la siguiente manera, para cada uno de los bloques de la estructura.

OCTOGONO.-

1000 M=5.06,5.06,0,0,0,54.85

2000 M=5.08,5.08,0,0,0,55.06

3000 M=2.03,2.03,0,0,0,22.00

RECTANGULOS.-

1000 M=24.54,24.54,0,0,0,11005.94

2000 M=24.92,24.92,0,0,0,11176.37

3000 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

VI.5.- DESCRIPCION DEL ANALISIS SISMICO, SEGÚN LA NTE.E.030

Como hemos observado de los análisis anteriores de la estructura con su configuración original, según los parámetros de la Norma NTE-0.30, la estructura no cumple con todos los requerimientos de desplazamientos que la Norma exige, por lo que al separar la estructura en dos bloques, cada uno de ellos deberá de cumplir independientemente con los límites de desplazamientos establecidos por lo que es lógico que aumentemos rigidez lateral a los elementos estructurales resistentes en la dirección que lo requiera, Para esto deberemos de tener en cuenta que se trata de una estructura que ya es existente y para realizar la junta de separación se tendrá especial cuidado en aumentar la rigidez lateral de las columnas aumentando la dimensión de estas en la dirección conveniente tratando que funcione de manera monolítica, como se asumirá para la realización del análisis, es necesario tener en cuenta que el planteamiento de esta alternativa tiene como finalidad el dar una solución de refacción a la estructura que fue afectada por el sismo, pero también podemos usar esta alternativa de dimensionamiento para la construcción de otras estructuras similares, que tengan la misma configuración estructural en planta.

Si bien es cierto que es una solución teórica se tratará de plantear siguiendo la minuciosidad correspondiente.

Cabe mencionar que en el cálculo del metrado de pasos de los bloques se asumió las dimensiones originales de los elementos estructurales, pero como hemos detallado en líneas anteriores se procederá a variar las dimensiones de las columnas, y es evidente que los pesos y masas variarán al cambiar las dimensiones de las columnas pero se usará como límite de fuerza cortante en la base la calculada con los pesos hallados originalmente, pero no debemos de preocuparnos por la influencia de las masas debido a los elementos FRAME, ya que estas son ingresadas como masa por unidad de longitud, para cada tipo de sección.

Por lo tanto se hará el análisis para cada uno de los bloques y en cada una de las direcciones.

De esta manera se analizará para los dos casos de excentricidad accidental.

CAPITULO VII: ANALISIS SISMICO PARA EL BLOQUE DE OCTOGONO

Como se comentó anteriormente ahora que se ha separado la estructura en dos bloques el octógono tiene una configuración en planta regular, por lo que el valor del factor de reducción será $R=10$, para los efectos del cálculo del espectro de aceleraciones tenemos>

$$S=1.2$$

$$U=1.5$$

$$R=10$$

$$Z=0.4$$

$$T_p=0.6$$

$$C = C = 2.5x\left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25}$$

Donde: $C \leq 2.5$

Para que esta relación se cumpla tenemos:

$$\frac{T_p}{T} \leq 1.0$$

En nuestro caso recordemos que $T_p = 0.6$ s.

Finalmente para nuestro caso de análisis tenemos:

$$\boxed{T \geq 0.6 \text{ s. (*)}}$$

También debemos de recordar que la Norma nos pone un limite para la relación C/R,

$$C/R \geq 0.1$$

De donde:

$$2.5x\left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25} \geq 1.00$$

$$\left(\frac{T}{T_p}\right) \leq 2.08$$

Como en nuestro caso $T_p=0.6$ s.

$$\boxed{T \leq 1.24\text{s (**)}}$$

$$Sa = \left(\frac{ZxUxSxC}{R} \right) xg = \left(\frac{0.4x1.5x1.2x2.5x(0.6/T)^{1.25}}{10} \right) xg$$

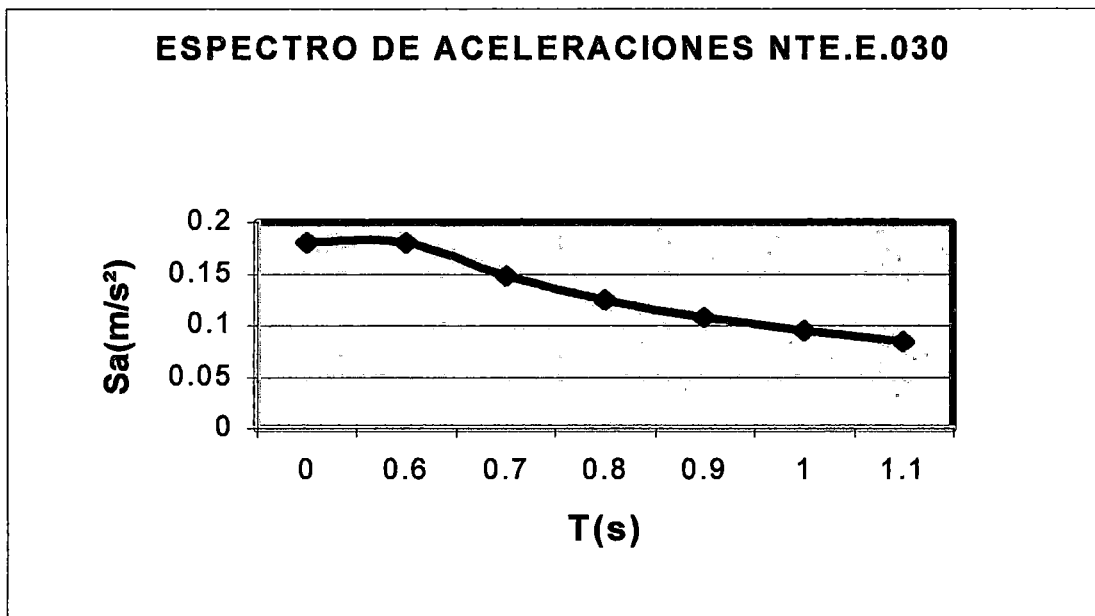
$$Sa = 0.18x(0.6/T)^{1.25} xg$$

Donde T=> Periodo

g => aceleración de la gravedad

Para lo cual tenemos:

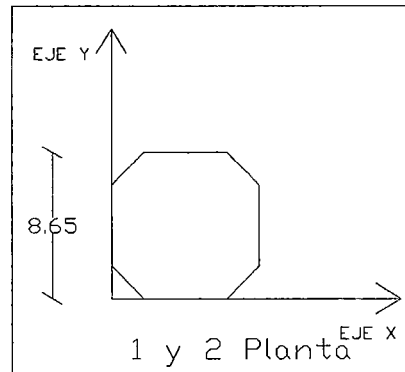
T	Sa (ACELERACION)
0	0.18xg
0.6	0.18xg
0.7	0.148xg
0.8	0.125xg
0.9	0.108xg
1.0	0.095xg
1.1	0.084xg



VII.1.- ANALISIS EN LA DIRECCION "X"

VII.1.1.- CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL

En la figura se muestra la dimensión más grande de la estructura en la dirección



perpendicular a la de análisis, $b=8.65$ m., la excentricidad accidental será de $0.1 \times 8.65 = 0.865$ m.

De esta manera las coordenadas para los centros de masa de la primera y segunda planta serán:

- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +Y (hacia arriba)

Excentricidad positiva.-

1000 $X=4.20$ $Y=4.20$ $Z=2.875$ (coordenadas originales)

1000 $X=4.20$ $Y=5.065$ $Z=2.875$ (nuevas coordenadas)

2000 $X=4.20$ $Y=4.20$ $Z=5.875$ (coordenadas originales)

2000 $X=4.20$ $Y=5.065$ $Z=5.875$ (nuevas coordenadas)

3000 $X=4.20$ $Y=4.20$ $Z=8.875$ (coordenadas originales)

3000 $X=4.20$ $Y=5.065$ $Z=8.875$ (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje -Y (hacia abajo)

Excentricidad negativa.-

1000 $X=4.20$ $Y=4.20$ $Z=2.875$ (coordenadas originales)

1000 $X=4.20$ $Y=3.335$ $Z=2.875$ (nuevas coordenadas)

2000 X=4.20 Y=4.20 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=4.20 Y=3.335 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

3000 X=4.2 Y= 4.20 Z=8.875 (coordenadas originales)

3000 X=4.2 Y= 3.335 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

Luego de haber definido las coordenadas que servirán para localizar los centros de masa de cada uno de los niveles, se procederá a realizar el análisis correspondiente para la dirección "X".

Para realizar este análisis se conservarán las dimensiones originales de las vigas y columnas de estructura de forma de octógono.

VII.1.2.- PRIMER ANALISIS - EJE "X", EXCENTRICIDAD POSITIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, asumiendo una excentricidad positiva hacia arriba la cual será sumada a las coordenadas de los centros de masa de cada uno de los respectivos diafragmas.

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACION-EJE X-EXCENTRICIDAD POSITIVA

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

27	X=1.775	Y=8.4	Z=0
28	X=4.2	Y=8.4	Z=0
29	X=6.625	Y=8.4	Z=0
30	X=0	Y=6.625	Z=0
31	X=8.4	Y=6.625	Z=0
33	X=0	Y=1.775	Z=0
34	X=8.4	Y=1.775	Z=0
36	X=1.775	Y=0	Z=0
37	X=4.2	Y=0	Z=0
38	X=6.625	Y=0	Z=0
65	X=1.775	Y=8.4	Z=2.875
66	X=4.2	Y=8.4	Z=2.875
67	X=6.625	Y=8.4	Z=2.875
68	X=0	Y=6.625	Z=2.875
69	X=8.4	Y=6.625	Z=2.875
71	X=0	Y=1.775	Z=2.875
72	X=8.4	Y=1.775	Z=2.875
74	X=1.775	Y=0	Z=2.875
75	X=4.2	Y=0	Z=2.875
76	X=6.625	Y=0	Z=2.875
103	X=1.775	Y=8.4	Z=5.875
104	X=4.2	Y=8.4	Z=5.875
105	X=6.625	Y=8.4	Z=5.875
106	X=0	Y=6.625	Z=5.875
107	X=8.4	Y=6.625	Z=5.875
109	X=0	Y=1.775	Z=5.875
110	X=8.4	Y=1.775	Z=5.875
112	X=1.775	Y=0	Z=5.875

113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=4.2 Y=5.065 Z=2.875
 2000 X=4.2 Y=5.065 Z=5.875
 3000 X=4.2 Y=5.065 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=5.06,5.06,0,0,0,54.85
 2000 2000 1 M=5.08,5.08,0,0,0,55.06
 3000 3000 1 M=2.03,2.03,0,0,0,22.00

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.50, .50 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5, .4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25, .4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15, .3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6142E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.2140E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.2660E-2
 9 SH=R T=.25, .50 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3, .5 M=0.0366972
 27 27 65 M=5 LP=2,0 MS=0,1000
 28 28 66 M=1
 29 29 67 M=7
 30 30 68 M=6
 31 31 69 M=8
 33 33 71 M=6
 34 34 72 M=6
 36 36 74 M=5
 37 37 75 M=1
 38 38 76 M=5
 65 65 103 M=5 MS=1000,2000
 66 66 104 M=1
 67 67 105 M=7
 68 68 106 M=6
 69 69 107 M=8
 71 71 109 M=6
 72 72 110 M=6
 74 74 112 M=5
 75 75 113 M=1
 76 76 114 M=5
 103 103 141 M=5 MS=2000,3000
 104 104 142 M=1
 105 105 143 M=7
 106 106 144 M=6
 107 107 145 M=8
 109 109 147 M=6
 110 110 148 M=6
 112 112 150 M=5
 113 113 151 M=1
 114 114 152 M=5
 131 65 66 M=9 LP=1,0 MS=1000,1000

132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
181	103	104	M=9	LP=1,0	MS=2000,2000
182	104	105	M=9		
183	112	113	M=9		
184	113	114	M=9		
191	104	113	M=9		
192	106	109	M=9		
193	110	107	M=9		
211	106	103	M=9		
212	107	105	M=9		
213	109	112	M=9		
214	110	114	M=9		
231	141	142	M=9	LP=1,0	MS=3000,3000
232	142	143	M=9		MS=3000,3000
233	150	151	M=9		MS=3000,3000
234	151	152	M=9		MS=3000,3000
242	144	147	M=9		MS=3000,3000
243	148	145	M=9		MS=3000,3000
261	144	141	M=9		MS=3000,3000
262	145	143	M=9		MS=3000,3000
263	147	150	M=9		MS=3000,3000
264	148	152	M=9		MS=3000,3000

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05
0.00 0.180
0.60 0.180
0.70 0.148
0.80 0.125
0.90 0.108
1.00 0.095
1.10 0.084

RESTRAINTS

1 38 1 R=1,1,1,1,1,1
1000 3000 1000 R=0,0,1,1,1,0
39 152 1 R=1,1,0,0,0,1

**Ahora se procederá ha analizar los resultados:
Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:**

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACION-EJE X-EXCENTRICIDAD

BASE REACTION FORCES

AT .00 AND -90.00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.15634E-01	.65948E+00	.11080E-04	-.42487E+01	.10066E+00	.26668E+01
2	.28174E+02	-.68882E+00	.19425E-02	.44394E+01	.18045E+03	-.15029E+03
3	.11277E+00	-.88454E-02	-.90976E-04	-.11027E+00	.75648E+00	.40073E+01
4	.81778E-02	.21741E+00	-.27685E-04	-.18999E+00	.13247E-01	.90583E+00
5	.55950E+01	-.19004E+00	-.18795E-02	.11542E+00	.34463E+01	-.29882E+02
6	.46387E-02	.98464E-01	.25152E-04	-.14994E+00	.65364E-02	.38240E+00
7	.18002E+01	-.96078E-01	-.67486E-03	.16480E+00	.28464E+01	-.93905E+01
8	.14086E-05	.16867E-05	.37531E-02	.14965E-01	-.14818E-01	.16402E-03
9	.14981E-04	.14522E-04	-.69287E-02	-.36135E-01	.37259E-01	.13347E-02

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "X", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V=28.822Tn$.

Pero debemos tener en cuenta que la Norma exige que para estructuras regulares la fuerza cortante mínima en la base resultado de un análisis dinámico no debe de ser menor al 80% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, que para este análisis es de $V=34.50Tn$.

Por lo tanto $80\%34.50 = 27.60$, $28.822 > 27.60$, por lo cual no es necesario escalar las fuerzas

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma.

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

DYNAMIC LOAD - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.6452E-03	.2423E-04	.0000E+00	.000000	.000000	.1737E-04
2000	.001751	.000068	.000000	.000000	.000000	.000047
3000	.002638	.000105	.000000	.000000	.000000	.000070

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=10$, según la Norma, para estructuras regulares.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_x=R_xUX$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	6.45	6.45	2.875	.0022
2	17.51	11.06	3.00	.0036
3	26.38	8.87	3.00	.0029

Analizamos la dirección "X", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo y porque en la dirección "y" los desplazamientos laterales son menores.

Según la norma NTE-E.030, da como límite máximo de distorsión de entre piso .007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

De acuerdo con el cuadro mostrado anteriormente se puede observar en todos los niveles la distorsión de entrepiso es menor que el valor que pone como límite la Norma, de lo cual se puede concluir que para un análisis dinámico bajo la hipótesis de diafragma rígido con movimiento en la base según la dirección "X", con excentricidad positiva la estructura cumple con los límites que establece la Norma.

A continuación se efectuará el análisis en el eje "X" asumiendo la excentricidad hacia la abajo, ósea restando el valor de la excentricidad accidental anteriormente calculada al valor de la coordenada de los centros de masa.

VII.1.3.-SEGUNDO ANALISIS EJE "X", EXCENTRICIDAD NEGATIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90.

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACCION-EJE X-EXCENTRICIDAD
NEGATIVA

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

27	X=1.775	Y=8.4	Z=0
28	X=4.2	Y=8.4	Z=0
29	X=6.625	Y=8.4	Z=0
30	X=0	Y=6.625	Z=0
31	X=8.4	Y=6.625	Z=0
33	X=0	Y=1.775	Z=0
34	X=8.4	Y=1.775	Z=0
36	X=1.775	Y=0	Z=0
37	X=4.2	Y=0	Z=0
38	X=6.625	Y=0	Z=0
65	X=1.775	Y=8.4	Z=2.875
66	X=4.2	Y=8.4	Z=2.875
67	X=6.625	Y=8.4	Z=2.875
68	X=0	Y=6.625	Z=2.875
69	X=8.4	Y=6.625	Z=2.875
71	X=0	Y=1.775	Z=2.875
72	X=8.4	Y=1.775	Z=2.875
74	X=1.775	Y=0	Z=2.875
75	X=4.2	Y=0	Z=2.875
76	X=6.625	Y=0	Z=2.875
103	X=1.775	Y=8.4	Z=5.875
104	X=4.2	Y=8.4	Z=5.875

105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
 106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
 107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
 109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
 110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
 112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
 113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=4.2 Y=3.335 Z=2.875
 2000 X=4.2 Y=3.335 Z=5.875
 3000 X=4.2 Y=3.335 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=5.06,5.06,0,0,0,54.85
 2000 2000 1 M=5.08,5.08,0,0,0,55.06
 3000 3000 1 M=2.07,2.03,0,0,0,22.00

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.50,.50 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6142E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.2140E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.2660E-2
 9 SH=R T=.25,.50 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 27 27 65 M=5 LP=2,0 MS=0,1000
 28 28 66 M=1
 29 29 67 M=7
 30 30 68 M=6
 31 31 69 M=8
 33 33 71 M=6
 34 34 72 M=6
 36 36 74 M=5
 37 37 75 M=1
 38 38 76 M=5
 65 65 103 M=5 MS=1000,2000
 66 66 104 M=1
 67 67 105 M=7
 68 68 106 M=6
 69 69 107 M=8
 71 71 109 M=6
 72 72 110 M=6
 74 74 112 M=5
 75 75 113 M=1
 76 76 114 M=5
 103 103 141 M=5 MS=2000,3000
 104 104 142 M=1
 105 105 143 M=7
 106 106 144 M=6
 107 107 145 M=8

109	109	147	M=6		
110	110	148	M=6		
112	112	150	M=5		
113	113	151	M=1		
114	114	152	M=5		
131	65	66	M=9	LP=1, 0	MS=1000, 1000
132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
181	103	104	M=9	LP=1, 0	MS=2000, 2000
182	104	105	M=9		
183	112	113	M=9		
184	113	114	M=9		
191	104	113	M=9		
192	106	109	M=9		
193	110	107	M=9		
211	106	103	M=9		
212	107	105	M=9		
213	109	112	M=9		
214	110	114	M=9		
231	141	142	M=9	LP=1, 0	MS=3000, 3000
232	142	143	M=9		MS=3000, 3000
233	150	151	M=9		MS=3000, 3000
234	151	152	M=9		MS=3000, 3000
242	144	147	M=9		MS=3000, 3000
243	148	145	M=9		MS=3000, 3000
261	144	141	M=9		MS=3000, 3000
262	145	143	M=9		MS=3000, 3000
263	147	150	M=9		MS=3000, 3000
264	148	152	M=9		MS=3000, 3000

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05

0.00	0.180
0.60	0.180
0.70	0.148
0.80	0.125
0.90	0.108
1.00	0.095
1.10	0.084

RESTRAINTS

1	38	1	R=1, 1, 1, 1, 1, 1
1000	3000	1000	R=0, 0, 1, 1, 1, 0
39	152	1	R=1, 1, 0, 0, 0, 1

Ahora se procederá ha analizar los resultados:

Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACION-EJE X-EXCENTRICIDAD

BASE REACTION FORCES
AT .00 AND -90.00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.16265E-03	-.67285E-01	-.10530E-05	.43349E+00	.79834E-03	-.28086E+00
2	.28181E+02	.49756E-01	.16141E-02	-.48793E+00	.18056E+03	-.86892E+02
3	.16344E+00	.83890E-02	.23089E-03	.14260E+00	.12881E+01	-.60505E+01
4	.19831E-02	-.10711E+00	.12926E-04	.93567E-01	.23496E-02	-.47301E+00
5	.55922E+01	.11144E+00	-.17048E-02	-.17742E+00	.35253E+01	-.18057E+02
6	.14586E-01	-.17394E+00	-.50204E-04	.26480E+00	.25284E-01	-.76572E+00
7	.17861E+01	.19589E+00	.31368E-03	-.29929E+00	.28308E+01	-.51296E+01
8	.19971E-03	-.59248E-04	-.43916E-01	-.17429E+00	.17237E+00	-.65270E-02
9	.99080E-03	-.30988E-03	.59232E-01	.30458E+00	-.31386E+00	-.33717E-01
CQC	.28827E+02	.21965E+00	.53283E-01	.71967E+00	.18066E+03	.89492E+02

De estos valores se calcularán los valores de los efectos globales en la base de la estructura.

Se observa que el valor de la fuerza cortante en la base no necesita ser escalada.

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma.

JOINT DISPLACEMENTS

DYNAMIC LOAD - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.6637E-03	.3912E-05	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.2766E-04
2000	.001793	.000006	.000000	.000000	.000000	.000070
3000	.002690	.000016	.000000	.000000	.000000	.000099

Los desplazamientos serán multiplicados por R=10, según la Norma.
Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_y=R_x U_X$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	6.637	6.637	2.875	.0023
2	17.93	11.293	3.00	.0037
3	26.90	8.970	3.00	.0030

Analizamos la dirección "X", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo y porque en la dirección "Y" los desplazamientos laterales son menores.

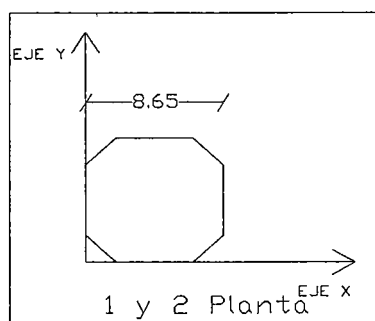
Según la norma NTE-E.030, daba como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

Observamos que también la estructura satisface las exigencias de la Norma NTE-E.030, para este análisis.

Ahora se efectuará el análisis cuando el sismo se induce en la dirección del eje "Y", asumiendo la respectiva excentricidad accidental tanto hacia la izquierda como hacia la derecha de las coordenadas del centro de masas de cada uno de los respectivos niveles.

VII.2.-ANALISIS EN LA DIRECCION "Y"

VII.2.1.-CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL



En la figura se muestra la dimensión más grande de la estructura en la dirección perpendicular a la dirección de análisis, $b=8.65$ m., la excentricidad accidental será de $0.1 \times 8.65 = 0.865$ m.

De esta manera las coordenadas para los centros de masa de la primera y segunda planta serán:

- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +X (hacia la derecha)

Excentricidad positiva.-

1000 X=4.20 Y=4.20 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=5.065 Y=4.20 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=4.20 Y=4.20 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=5.065 Y=4.20 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

3000 X=4.20 Y=4.20 Z=8.875 (coordenadas originales)
3000 X=5.065 Y=4.20 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje - X(hacia la izquierda)

Excentricidad negativa.-

1000 X=4.20 Y=4.20 Z=2.875 (coordenadas originales)
1000 X=3.335 Y=4.20 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=4.20 Y=4.20 Z=5.875 (coordenadas originales)
2000 X=3.335 Y=4.20 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

3000 X=4.2 Y= 4.20 Z=8.875 (coordenadas originales)
3000 X=3.335 Y= 4.20 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

Luego de haber definido las coordenadas que servirán para localizar los centros de masa de cada uno de los niveles, se procederá a realizar el análisis correspondiente para la dirección "Y".

Para realizar este análisis se conservarán las dimensiones originales de las vigas y columnas de estructura de forma de octógono al igual que el análisis anterior para la dirección "X", el cual nos dio como resultado que los desplazamientos están por debajo de los límites máximos que propone la Norma NTE-0.30, en el siguiente análisis se observará si es que la estructura cumple con los requerimientos de rigidez suficiente para la dirección "Y".

VII.2.2.-PRIMER ANALISIS EJE "Y", EXCENTRICIDAD POSITIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, asumiendo una excentricidad accidental positiva hacia la derecha la cual será sumada a las coordenadas de los centros de masa de cada uno de los respectivos diafragmas.

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACION-EJE Y-EXCENTRICIDAD POSITIVA

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

27	X=1.775	Y=8.4	Z=0
28	X=4.2	Y=8.4	Z=0
29	X=6.625	Y=8.4	Z=0
30	X=0	Y=6.625	Z=0
31	X=8.4	Y=6.625	Z=0
33	X=0	Y=1.775	Z=0
34	X=8.4	Y=1.775	Z=0

36 X=1.775 Y=0 Z=0
 37 X=4.2 Y=0 Z=0
 38 X=6.625 Y=0 Z=0
 65 X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
 66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
 67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
 68 X=0 Y=6.625 Z=2.875
 69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
 71 X=0 Y=1.775 Z=2.875
 72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
 74 X=1.775 Y=0 Z=2.875
 75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
 76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
 103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
 104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
 105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
 106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
 107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
 109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
 110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
 112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
 113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=5.065 Y=4.20 Z=2.875
 2000 X=5.065 Y=4.20 Z=5.875
 3000 X=5.065 Y=4.20 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=5.06,5.06,0,0,0,54.85
 2000 2000 1 M=5.08,5.08,0,0,0,55.06
 3000 3000 1 M=2.03,2.03,0,0,0,22.00

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.50,.50 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6142E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.2140E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.2660E-2
 9 SH=R T=.25,.50 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 27 27 65 M=5 LP=2,0 MS=0,1000
 28 28 66 M=1
 29 29 67 M=7
 30 30 68 M=6
 31 31 69 M=8
 33 33 71 M=6
 34 34 72 M=6
 36 36 74 M=5
 37 37 75 M=1
 38 38 76 M=5

65	65	103	M=5		MS=1000,2000
66	66	104	M=1		
67	67	105	M=7		
68	68	106	M=6		
69	69	107	M=8		
71	71	109	M=6		
72	72	110	M=6		
74	74	112	M=5		
75	75	113	M=1		
76	76	114	M=5		
103	103	141	M=5		MS=2000,3000
104	104	142	M=1		
105	105	143	M=7		
106	106	144	M=6		
107	107	145	M=8		
109	109	147	M=6		
110	110	148	M=6		
112	112	150	M=5		
113	113	151	M=1		
114	114	152	M=5		
131	65	66	M=9	LP=1,0	MS=1000,1000
132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
181	103	104	M=9	LP=1,0	MS=2000,2000
182	104	105	M=9		
183	112	113	M=9		
184	113	114	M=9		
191	104	113	M=9		
192	106	109	M=9		
193	110	107	M=9		
211	106	103	M=9		
212	107	105	M=9		
213	109	112	M=9		
214	110	114	M=9		
231	141	142	M=9	LP=1,0	MS=3000,3000
232	142	143	M=9		MS=3000,3000
233	150	151	M=9		MS=3000,3000
234	151	152	M=9		MS=3000,3000
242	144	147	M=9		MS=3000,3000
243	148	145	M=9		MS=3000,3000
261	144	141	M=9		MS=3000,3000
262	145	143	M=9		MS=3000,3000
263	147	150	M=9		MS=3000,3000
264	148	152	M=9		MS=3000,3000

SPEC

A=90 S=9.81 D=0.05
0.00 0.180
0.60 0.180
0.70 0.148
0.80 0.125
0.90 0.108
1.00 0.095
1.10 0.084

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	3000	1000	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

Ahora se procederá ha analizar los resultados:

Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACCION-EJE Y-EXCENTRICIDAD POSITIVA

BASE REACTION FORCES						
AT 90.00 AND .00 DEGREES						
MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.27776E+02	-.54525E+00	.36335E-03	.35190E+01	-.17898E+03	.14106E+03
2	.11653E-01	.57437E+00	-.37240E-04	-.36782E+01	-.74647E-01	.24485E+01
3	.26571E-01	-.67256E-02	.73368E-04	.82373E-01	-.20217E+00	-.21378E+01
4	.57955E+01	-.14684E+00	-.57768E-03	.15545E+00	-.51098E+01	.28793E+02
5	.32963E-02	.13586E+00	.47226E-04	-.81865E-01	-.45227E-03	.59373E+00
6	.20994E+01	-.65276E-01	.32559E-03	.91770E-01	-.31964E+01	.10465E+02
7	.19405E-02	.58966E-01	-.17781E-04	-.94726E-01	-.34327E-02	.25700E+00
8	.17334E-04	-.16100E-04	-.13018E-01	.51223E-01	-.51761E-01	-.13403E-02
9	.93298E-04	-.79634E-04	.17871E-01	-.95045E-01	.92278E-01	-.74635E-02
CQC	.28489E+02	.74470E+00	.16173E-01	.46393E+01	.17913E+03	.14493E+03

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "Y", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V=28.49\text{Tn}$.

Pero debemos tener en cuenta que la Norma exige que para estructuras regulares la fuerza cortante mínima en la base resultado de un análisis dinámico no debe de ser menor al 80% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, que para este análisis es de $V=34.50\text{Tn}$.

Por lo tanto $80\%34.50=27.60$, $28.49>27.60$, por lo que no es necesario escalar las fuerzas.

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma.

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

DYNAMIC LOAD - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.2050E-04	.9264E-03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1449E-04
2000	.000057	.002621	.000000	.000000	.000000	.000040
3000	.000088	.004055	.000000	.000000	.000000	.000060

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por R=10, según la Norma, para estructuras regulares.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_y=R_xUY$	$\Delta= U_{yi} - U_{yi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	9.26	9.264	2.875	.0032
2	26.21	17.65	3.00	.0058
3	40.55	14.34	3.00	.0048

Analizamos la dirección "Y", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo y porque en la dirección "X" los desplazamientos laterales son menores.

Según la norma NTE-E.030, da como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

De acuerdo con el cuadro mostrado anteriormente se puede observar que los valores de desplazamiento relativo de entrepiso estan por debajo de los límites establecidos por la Norma.

A continuación se efectuará el análisis en el eje "Y", pero asumiendo la excentricidad hacia la izquierda ósea restando el valor de la excentricidad accidental anteriormente calculada al valor de la coordenada de los centros de masa.

VII.2.3.-SEGUNDO ANALISIS EJE "Y", EXCENTRICIDAD NEGATIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90.

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACCION-EJE Y-EXCENTRICIDAD NEGATIVA

SYSTEM
L=0 Z=9 W=0

JOINTS

27 X=1.775 Y=8.4 Z=0
 28 X=4.2 Y=8.4 Z=0
 29 X=6.625 Y=8.4 Z=0
 30 X=0 Y=6.625 Z=0
 31 X=8.4 Y=6.625 Z=0
 33 X=0 Y=1.775 Z=0
 34 X=8.4 Y=1.775 Z=0
 36 X=1.775 Y=0 Z=0
 37 X=4.2 Y=0 Z=0
 38 X=6.625 Y=0 Z=0
 65 X=1.775 Y=8.4 Z=2.875
 66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
 67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
 68 X=0 Y=6.625 Z=2.875
 69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
 71 X=0 Y=1.775 Z=2.875
 72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
 74 X=1.775 Y=0 Z=2.875
 75 X=4.2 Y=0 Z=2.875
 76 X=6.625 Y=0 Z=2.875
 103 X=1.775 Y=8.4 Z=5.875
 104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
 105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
 106 X=0 Y=6.625 Z=5.875
 107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
 109 X=0 Y=1.775 Z=5.875
 110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
 112 X=1.775 Y=0 Z=5.875
 113 X=4.2 Y=0 Z=5.875
 114 X=6.625 Y=0 Z=5.875
 141 X=1.775 Y=8.4 Z=8.875
 142 X=4.2 Y=8.4 Z=8.875
 143 X=6.625 Y=8.4 Z=8.875
 144 X=0 Y=6.625 Z=8.875
 145 X=8.4 Y=6.625 Z=8.875
 147 X=0 Y=1.775 Z=8.875
 148 X=8.4 Y=1.775 Z=8.875
 150 X=1.775 Y=0 Z=8.875
 151 X=4.2 Y=0 Z=8.875
 152 X=6.625 Y=0 Z=8.875
 1000 X=3.335 Y=4.20 Z=2.875
 2000 X=3.335 Y=4.20 Z=5.875
 3000 X=3.335 Y=4.20 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=5.06,5.06,0,0,0,54.85
 2000 2000 1 M=5.08,5.08,0,0,0,55.06
 3000 3000 1 M=2.03,2.03,0,0,0,22.00

FRAME

NM=10 NSEC=3
 1 SH=R T=.50,.50 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
 6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6142E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.2140E-2
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.2660E-2
 9 SH=R T=.25,.50 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 27 27 65 M=5 LP=2,0 MS=0,1000
 28 28 66 M=1

29	29	67	M=7		
30	30	68	M=6		
31	31	69	M=8		
33	33	71	M=6		
34	34	72	M=6		
36	36	74	M=5		
37	37	75	M=1		
38	38	76	M=5		
65	65	103	M=5	MS=1000, 2000	
66	66	104	M=1		
67	67	105	M=7		
68	68	106	M=6		
69	69	107	M=8		
71	71	109	M=6		
72	72	110	M=6		
74	74	112	M=5		
75	75	113	M=1		
76	76	114	M=5		
103	103	141	M=5	MS=2000, 3000	
104	104	142	M=1		
105	105	143	M=7		
106	106	144	M=6		
107	107	145	M=8		
109	109	147	M=6		
110	110	148	M=6		
112	112	150	M=5		
113	113	151	M=1		
114	114	152	M=5		
131	65	66	M=9	LP=1, 0	MS=1000, 1000
132	66	67	M=9		
133	74	75	M=9		
134	75	76	M=9		
141	66	75	M=9		
142	68	71	M=9		
143	72	69	M=9		
161	68	65	M=9		
162	69	67	M=9		
163	71	74	M=9		
164	72	76	M=9		
181	103	104	M=9	LP=1, 0	MS=2000, 2000
182	104	105	M=9		
183	112	113	M=9		
184	113	114	M=9		
191	104	113	M=9		
192	106	109	M=9		
193	110	107	M=9		
211	106	103	M=9		
212	107	105	M=9		
213	109	112	M=9		
214	110	114	M=9		
231	141	142	M=9	LP=1, 0	MS=3000, 3000
232	142	143	M=9		MS=3000, 3000
233	150	151	M=9		MS=3000, 3000
234	151	152	M=9		MS=3000, 3000
242	144	147	M=9		MS=3000, 3000
243	148	145	M=9		MS=3000, 3000
261	144	141	M=9		MS=3000, 3000
262	145	143	M=9		MS=3000, 3000
263	147	150	M=9		MS=3000, 3000
264	148	152	M=9		MS=3000, 3000

SPEC

A=90 S=9.81 D=0.05
0.00 0.180

0.60	0.180
0.70	0.148
0.80	0.125
0.90	0.108
1.00	0.095
1.10	0.084

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	3000	1000	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

Ahora se procederá ha analizar los resultados:

Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura para este segundo análisis en el eje "Y".

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-OCTOGONO-MODIFICACION-EJE Y-EXCENTRICIDAD

B A S E R E A C T I O N F O R C E S
AT 90.00 AND .00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.27789E+02	-.14455E-01	.51704E-03	.18449E+00	-.17888E+03	.88201E+02
2	.39193E-04	.33315E-01	-.21723E-05	-.21335E+00	-.77940E-04	.13862E+00
3	.11095E-01	.49100E-02	-.39278E-04	-.55873E-01	-.19929E+00	.15024E+01
4	.58100E+01	.30234E-01	-.81090E-03	.64849E-01	-.52995E+01	.21390E+02
5	.42862E-03	-.49008E-01	-.17405E-04	.29555E-01	-.67687E-03	-.20633E+00
6	.20531E+01	.74436E-01	.65521E-03	-.14952E+00	-.31224E+01	.67441E+01
7	.47690E-02	-.92432E-01	.35215E-04	.14836E+00	-.69491E-02	-.37283E+00
8	.59632E-04	.23587E-04	.24319E-01	-.95898E-01	.96853E-01	.21103E-02
9	.36439E-03	.12486E-03	-.34599E-01	.18528E+00	-.17985E+00	.12844E-01
CQC	.28499E+02	.11266E+00	.31452E-01	.35846E+00	.17902E+03	.91213E+02

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "X", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V=28.50Tn$.

Pero esta no debe de ser menor al 80% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, $80\%V=27.60$, por lo que no es necesario escalar las fuerzas.

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma análogamente que en los análisis anteriores.

JOINT DISPLACEMENTS

DYNAMIC LOAD - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.2542E-05	.9477E-03	.000000	.000000	.000000	.2658E-04
2000	.000002	.002667	.000000	.000000	.000000	.000067
3000	.000010	.004111	.000000	.000000	.000000	.000095

Los desplazamientos serán multiplicados por R=10, según la Norma.

NIVEL	$U_y=R_xUY$	$\Delta= U_{yi} - U_{yi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	9.477	9.477	2.875	.0032
2	26.67	17.193	3.00	.0057
3	41.11	14.44	3.00	.0048

Analizamos la dirección "Y", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo y porque en la dirección "X" los desplazamientos laterales son menores.

Según la norma NTE-E.030, daba como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

Observamos que también la estructura satisface las exigencias de la Norma NTE-E.030, para este análisis. Por lo tanto después de haber efectuado los cuatro análisis anteriores podemos observar que no es necesario aumentar las dimensiones de las columnas en ninguna de las dos direcciones ya que con las dimensiones originales los desplazamientos laterales son pequeños, y están por debajo de los límites máximos que propone la Norma,

A continuación se efectuará el análisis para el otro bloque de la estructura que tiene una configuración irregular en el cual se tendrán que predimensionar las nuevas columnas que definirán la junta así como controlar con mayor detalle los desplazamientos laterales y los giros en planta, también determinaremos con exactitud el valor del tamaño de la junta de separación que quedará definida.

CAPITULO VIII.- ANALISIS SISMICO PARA EL BLOQUE DE RECTANGULOS

Ya definida la geometría y las dimensiones de los elementos del bloque del octógono se precede a definir las dimensiones de los elementos que definirán la junta de separación.

Para realizar los análisis que a continuación se muestran se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para determinar las dimensiones más grandes de la estructura en cada una de las dos direcciones se procederá a trabajar con la planta de la estructura original descontando el bloque en forma de octógono.
- A pesar de que debido a que se efectuará una junta la dimensión de la planta en los bordes de la junta se verán disminuidas ligeramente, hablamos de centímetros, quiere decir que las coordenadas de los nudos que definen las nuevas columnas serán corridos unos centímetros hacia la derecha, este efecto no se tomará en cuenta en los análisis previos que se efectuarán, ya que el orden de esta junta debe estar entre los 3 y 5 centímetros.
- Se efectuarán dos análisis previos uno en cada dirección principal con la finalidad de averiguar si será necesario aumentar las rigideces laterales de algunas columnas, luego de haber hecho los respectivos cambios si los hubiese se procederá a realizar los análisis tomando en cuenta las excentricidades para cada una de las dos direcciones.
- Los valores de las masas traslacionales y rotacionales, serán cogidos de los metrados y cálculos anteriormente efectuados.
- Se tendrá en cuenta que la estructura a analizar tiene una planta de configuración irregular.
- Los análisis previos se efectuarán con las dimensiones de las columnas de la estructura original en los límites de junta se considerará las columnas que en la estructura original eran compartidas para el octógono y los rectángulos.

VIII.1.-ANALISIS PREVIOS

Para efectuar los análisis respectivos necesitamos saber los centros de gravedad de cada uno de los diafragmas rígidos, a continuación se muestran las coordenadas de los centros de gravedad de las figuras geométricas de cada uno de los diafragmas, recordemos que se ha utilizado el mismo sistema de coordenadas globales que en los análisis efectuados para la estructura con su configuración original, y la misma

numeración de nudos para los centros de masa teniendo así, 1000, 2000 y 3000, para cada nivel respectivamente, el cálculo de las propiedades geométricas de las figuras que representan las plantas de la estructura se detallan en los anexos.

1000 X= 13.926 Y= 14.246 Z= 2.875

2000 X= 13.926 Y= 14.246 Z= 5.875

3000 X= 14.958 Y= 16.365 Z= 8.875

VIII.1.1.-ANALISIS PREVIO EN EL EXE "X"

Se efectuará el análisis de la estructura usando el espectro de diseño que se ha venido usando para los análisis anteriores con los parámetros de la Norma NTE-E.030, pero sin considerar el valor de la respectiva excentricidad accidental de la cual hace mención la Norma, este análisis nos servirá para tener una idea de la rigidez lateral en la dirección "X", que nos ofrece la estructura.

A continuación se mostrará el archivo de datos para el análisis en el eje "X":

ANALISIS PREVIO DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACCION-EJE X

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1, 6, 1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11, 13, 1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14, 19, 1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22, 26, 1
28	X=4.2 Y=8.4 Z=0	
29	X=6.625 Y=8.4 Z=0	
31	X=8.4 Y=6.625 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
34	X=8.4 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39, 44, 1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49, 51, 1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52, 57, 1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	

60 X=12.6 Y=11.425 Z=2.875
64 X=29.4 Y=11.425 Z=2.875 G=60,64,1
66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
70 X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
73 X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
1000 X=13.926 Y=14.246 Z=2.875
2000 X=13.926 Y=14.246 Z=5.875
3000 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=24.54,24.54,0,0,0,11005.94
2000 2000 1 M=24.92,24.92,0,0,0,11176.37
3000 3000 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.4, .4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
2 SH=R T=.5, .4 M=4.89296E-2
3 SH=R T=.25, .4 M=2.4464E-2
4 SH=R T=.15, .3 M=1.10091E-2
5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
9 SH=R T=.25, .5 M=3.058103E-2
10 SH=R T=.3, .5 M=0.0366972
1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
2 2 40 M=2

3	3	41	M=2
4	4	42	M=2
5	5	43	M=2
6	6	44	M=3
7	7	45	M=3
8	8	46	M=3
9	9	47	M=3
10	10	48	M=3
11	11	49	M=3
12	12	50	M=2
13	13	51	M=3
14	14	52	M=3
15	15	53	M=2
16	16	54	M=2
17	17	55	M=3
18	18	56	M=2
19	19	57	M=2
20	20	58	M=3
21	21	59	M=3
22	22	60	M=3
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=3
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
31	31	69	M=8
32	32	70	M=3
34	34	72	M=6
35	35	73	M=3
39	39	77	M=3
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2

MS=1000, 2000

MS=2000, 3000

79	79	117	M=2		
80	80	118	M=2		
81	81	119	M=2		
82	82	120	M=3		
83	83	121	M=3		
84	84	122	M=3		
86	86	124	M=3		
87	87	125	M=3		
88	88	126	M=2		
89	89	127	M=3		
90	90	128	M=3		
91	91	129	M=2		
92	92	130	M=2		
93	93	131	M=3		
94	94	132	M=2		
95	95	133	M=2		
96	96	134	M=3		
97	97	135	M=3		
100	100	138	M=3		
101	101	139	M=2		
102	102	140	M=3		
115	39	40	M=9	LP=1,0	MS=1000,1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
132	66	67	M=9		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
143	72	69	M=9		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
162	69	67	M=9		
165	77	78	M=9	LP=1,0	MS=2000,2000

166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		
174	94	95	M=9		
175	87	88	M=9		
176	88	89	M=9		
177	98	99	M=9		
178	99	100	M=9		
179	100	101	M=9		
180	101	102	M=9		
182	104	105	M=9		
185	110	111	M=9		
186	90	84	M=9		
187	84	83	M=9		
188	83	77	M=9		
189	78	91	M=9		
190	91	104	M=9		
193	110	107	M=9		
194	79	85	M=9		
195	85	92	M=9		
196	92	107	M=9		
197	80	86	M=9		
198	86	93	M=9		
199	93	98	M=9		
200	98	108	M=9		
201	108	111	M=9		
202	81	94	M=9		
203	94	99	M=9		
204	82	87	M=9		
205	87	95	M=9		
206	95	100	M=9		
207	88	101	M=10		
208	89	96	M=9		
209	96	97	M=9		
210	97	102	M=9		
212	107	105	M=9		
215	115	116	M=9	LP=1, 0	MS=3000, 3000
216	116	117	M=9		
217	117	118	M=9		
218	118	119	M=9		
219	119	120	M=9		
220	128	129	M=9		
221	129	130	M=9		
222	130	131	M=9		
223	131	132	M=9		
224	132	133	M=9		
225	125	126	M=9		
226	126	127	M=9		
229	138	139	M=9		
230	139	140	M=9		
236	128	122	M=9		MS=3000, 3000
237	122	121	M=9		MS=3000, 3000
238	121	115	M=9		MS=3000, 3000
239	116	129	M=10		MS=3000, 3000
244	117	130	M=10		MS=3000, 3000
247	118	124	M=9		MS=3000, 3000
248	124	131	M=9		MS=3000, 3000
252	119	132	M=10		MS=3000, 3000
254	120	125	M=9		MS=3000, 3000

255	125	133	M=9	MS=3000, 3000
256	133	138	M=9	MS=3000, 3000
257	126	139	M=10	MS=3000, 3000
258	127	134	M=9	MS=3000, 3000
259	134	135	M=9	MS=3000, 3000
260	135	140	M=9	MS=3000, 3000

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05

0.0	0.240
0.6	0.240
0.7	0.197
0.8	0.167
0.9	0.144
1.0	0.126
1.1	0.112
1.2	0.100

RESTRAINTS

1	38	1	R=1, 1, 1, 1, 1, 1
1000	3000	1000	R=0, 0, 1, 1, 1, 0
39	152	1	R=1, 1, 0, 0, 0, 1

A continuación se mostrarán los valores de los desplazamientos en los centros de masa de cada nivel. Para el presente análisis los cuales nos ilustrarán para poder tomar una decisión mas precisa en cuanto a rigidizar la estructura.

ANALISIS PREVIO DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACCION-EJE X

JOINT DISPLACEMENTS

DYNAMIC LOAD - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.003092	.001053	.000000	.000000	.000000	.000108
2000	.007748	.002603	.000000	.000000	.000000	.000236
3000	.010538	.003631	.000000	.000000	.000000	.000274

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=3/4x[10]=7.5$, según la Norma, para estructuras irregulares.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_x=R_xUX$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/hi
1	23.19	23.19	2.875	.008
2	58.11	34.92	3.00	.011
3	79.04	20.93	3.00	.007

Del cuadro que se muestra apodemos observar que las distorsiones de entrepiso en el primer y segundo entrepiso exceden los limites establecidos por la Norma.

Luego se puede afirmar que sería conveniente rigidizar la estructura en esta dirección además los giros absoluto en planta son del orden de 10^{-4} Rad., que podrían considerarse como valores aceptables.

VIII.1.2.-ANALISIS PREVIO EN EL EXE "Y"

Se efectuará el análisis de la estructura usando el espectro de diseño que se ha venido usando para los análisis anteriores con los parámetros de la Norma NTE-E.030 para estructuras irregulares análogamente al análisis en el eje "X", sin considerar el valor de la respectiva excentricidad accidental, este análisis nos servirá para tener una idea de la rigidez lateral en la dirección "Y", que nos ofrece la estructura.

A continuación se mostrará el archivo de datos para el análisis en el eje "Y".

ANALISIS PREVIO DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACION-EJE Y

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1, 6, 1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11, 13, 1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14, 19, 1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22, 26, 1
28	X=4.2 Y=8.4 Z=0	
29	X=6.625 Y=8.4 Z=0	
31	X=8.4 Y=6.625 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
34	X=8.4 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39, 44, 1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49, 51, 1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52, 57, 1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	
60	X=12.6 Y=11.425 Z=2.875	
64	X=29.4 Y=11.425 Z=2.875	G=60, 64, 1

66 X=4.2 Y=8.4 Z=2.875
67 X=6.625 Y=8.4 Z=2.875
69 X=8.4 Y=6.625 Z=2.875
70 X=12.6 Y=4.275 Z=2.875
72 X=8.4 Y=1.775 Z=2.875
73 X=12.6 Y=1.775 Z=2.875
77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
104 X=4.2 Y=8.4 Z=5.875
105 X=6.625 Y=8.4 Z=5.875
107 X=8.4 Y=6.625 Z=5.875
108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
110 X=8.4 Y=1.775 Z=5.875
111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
1000 X=13.926 Y=14.246 Z=2.875
2000 X=13.926 Y=14.246 Z=5.875
3000 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=24.54,24.54,0,0,0,11005.94
2000 2000 1 M=24.92,24.92,0,0,0,11176.37
3000 3000 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.4,.4 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=3.914373E-2
2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
3 SH=R T=.25,.4 M=2.4464E-2
4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
5 A=0.310 J=3.7418E-02 I=3.097E-02,6.4482E-03 AS=.258 M=7.58409E-2
6 A=0.254 J=2.1075E-02 I=5.6114E-03,1.5461E-02 AS=.2116 M=6.21406E-2
7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
1 1 39 M=3 LP=2,0 MS=0,1000
2 2 40 M=2
3 3 41 M=2
4 4 42 M=2

5	5	43	M=2
6	6	44	M=3
7	7	45	M=3
8	8	46	M=3
9	9	47	M=3
10	10	48	M=3
11	11	49	M=3
12	12	50	M=2
13	13	51	M=3
14	14	52	M=3
15	15	53	M=2
16	16	54	M=2
17	17	55	M=3
18	18	56	M=2
19	19	57	M=2
20	20	58	M=3
21	21	59	M=3
22	22	60	M=3
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=3
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
31	31	69	M=8
32	32	70	M=3
34	34	72	M=6
35	35	73	M=3
39	39	77	M=3
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=3
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=3
50	50	88	M=2
51	51	89	M=3
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=3
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=3
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
69	69	107	M=8
70	70	108	M=3
72	72	110	M=6
73	73	111	M=3
77	77	115	M=3
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2

MS=1000, 2000

MS=2000, 3000

81	81	119	M=2		
82	82	120	M=3		
83	83	121	M=3		
84	84	122	M=3		
86	86	124	M=3		
87	87	125	M=3		
88	88	126	M=2		
89	89	127	M=3		
90	90	128	M=3		
91	91	129	M=2		
92	92	130	M=2		
93	93	131	M=3		
94	94	132	M=2		
95	95	133	M=2		
96	96	134	M=3		
97	97	135	M=3		
100	100	138	M=3		
101	101	139	M=2		
102	102	140	M=3		
115	39	40	M=9	LP=1, 0	MS=1000, 1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
132	66	67	M=9		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
143	72	69	M=9		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
162	69	67	M=9		
165	77	78	M=9	LP=1, 0	MS=2000, 2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		

168	80	81	M=9	
169	81	82	M=9	
170	90	91	M=9	
171	91	92	M=9	
172	92	93	M=9	
173	93	94	M=9	
174	94	95	M=9	
175	87	88	M=9	
176	88	89	M=9	
177	98	99	M=9	
178	99	100	M=9	
179	100	101	M=9	
180	101	102	M=9	
182	104	105	M=9	
185	110	111	M=9	
186	90	84	M=9	
187	84	83	M=9	
188	83	77	M=9	
189	78	91	M=9	
190	91	104	M=9	
193	110	107	M=9	
194	79	85	M=9	
195	85	92	M=9	
196	92	107	M=9	
197	80	86	M=9	
198	86	93	M=9	
199	93	98	M=9	
200	98	108	M=9	
201	108	111	M=9	
202	81	94	M=9	
203	94	99	M=9	
204	82	87	M=9	
205	87	95	M=9	
206	95	100	M=9	
207	88	101	M=10	
208	89	96	M=9	
209	96	97	M=9	
210	97	102	M=9	
212	107	105	M=9	
215	115	116	M=9	LP=1,0 MS=3000,3000
216	116	117	M=9	
217	117	118	M=9	
218	118	119	M=9	
219	119	120	M=9	
220	128	129	M=9	
221	129	130	M=9	
222	130	131	M=9	
223	131	132	M=9	
224	132	133	M=9	
225	125	126	M=9	
226	126	127	M=9	
229	138	139	M=9	
230	139	140	M=9	
236	128	122	M=9	MS=3000,3000
237	122	121	M=9	MS=3000,3000
238	121	115	M=9	MS=3000,3000
239	116	129	M=10	MS=3000,3000
244	117	130	M=10	MS=3000,3000
247	118	124	M=9	MS=3000,3000
248	124	131	M=9	MS=3000,3000
252	119	132	M=10	MS=3000,3000
254	120	125	M=9	MS=3000,3000
255	125	133	M=9	MS=3000,3000
256	133	138	M=9	MS=3000,3000

257	126	139	M=10	MS=3000, 3000
258	127	134	M=9	MS=3000, 3000
259	134	135	M=9	MS=3000, 3000
260	135	140	M=9	MS=3000, 3000

SPEC

A=90 S=9.81 D=0.05
 0.0 0.240
 0.6 0.240
 0.7 0.197
 0.8 0.167
 0.9 0.144
 1.0 0.126
 1.1 0.112
 1.2 0.100

RESTRAINTS

1 38 1 R=1,1,1,1,1,1
 1000 3000 1000 R=0,0,1,1,1,0
 39 152 1 R=1,1,0,0,0,1

A continuación se mostrarán los valores de los desplazamientos en los centros de masa de cada nivel. Para el presente análisis los cuales nos ilustrarán para poder tomar una decisión mas precisa en cuanto a rigidizar la estructura.

PROGRAM:SAP90/FILE:r-y.SOL

ANALISIS PREVIO DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACCION-EJE Y

JOINT DISPLACEMENTS

DYNAMIC LOAD - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U (X)	U (Y)	U (Z)	R (X)	R (Y)	R (Z)
1000	.001054	.002791	.000000	.000000	.000000	.000089
2000	.002619	.006839	.000000	.000000	.000000	.000200
3000	.003599	.009430	.000000	.000000	.000000	.000235

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=3/4x[10]=7.5$, según la Norma, para estructuras irregulares.

Desplazamientos (mm)

NIVEL	$U_y=R_xUY$	$\Delta= U_{yi} - U_{yi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	20.93	20.93	2.875	.0073
2	51.29	30.36	3.00	.0100
3	70.73	19.44	3.00	.0064

Del cuadro que se muestra apodemos observar que las distorsiones de entrepiso en el primer y segundo entrepiso exceden los limites establecidos por la Norma.

Luego se puede afirmar que sería conveniente rigidizar la estructura en esta dirección además los giros absoluto en planta son del orden de 10^{-4} Rad., lo que podría considerarse como valores aceptables.

Por lo que será necesario aumentar las dimensiones de algunas columnas pero teniendo cuidado con no causar excentricidades y teniendo presente que se trata de una estructura existente y que no podemos variar considerablemente, cabe resaltar que en una estructura aporticada también las vigas contribuyen de manera importante a la rigidez lateral, pero siendo esta una estructura que ya existente y que, se debe de rigidizar conservando la hipótesis del diseño sísmico que contempla los elementos estructurales dúctiles y las formaciones de rótulas plásticas en las vigas, por lo que es conveniente que las columnas tengan mayor o igual sección que las vigas.

VIII.2.- DETERMINACION DE LA JUNTA DE SEPARACION SISMICA, DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS QUE DEFINEN LA JUNTA

Según el acápite 3.8.2. de la Norma NTE-E.030, establece valores límites entre los que debe encontrarse el valor de la junta de separación sísmica entre dos bloques, estos límites están en función a los desplazamientos laterales máximos de cada uno de los bloques y de la altura a la que estos desplazamientos han sido evaluados, a continuación citaremos los párrafos de la Norma en los cuales se refiere en forma mas detallada a este tema

3.8.2.1 Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima ("s"), para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s=3+0.004x(h-500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s>3 \text{ cm.}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar "s".

3.8.2.2 El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según 4.4.1 ni mayores que s/2.

De los párrafos anteriormente citados se puede comentar lo siguiente.

En este caso la estructura por tratarse de una edificación existente, a la cual se le va a diseñar una junta de separación sísmica, se debe de detallar que hasta ahora solamente conocemos los desplazamientos del bloque en forma de octógono, bien pues para conocer los desplazamientos del bloque en forma de rectángulos se requiere establecer primeramente la ubicación y el tipo de las columnas nuevas a colocar, para lo cual se necesita saber el valor aproximado de la junta para poder desplazar las coordenadas de los nudos que definen los elementos verticales a modificar ya que es necesario conocer estos datos para elaborar el archivo de datos que servirán para realizar el análisis sísmico de la estructura, por lo que se tomará la siguiente consideración como hasta el momento solamente conocemos los desplazamientos de entrepiso del bloque en forma de octógono se hará un estimado del valor de la junta, lógicamente este valor nos servirá para poder desplazar las coordenadas de los nudos que definen las columnas que definen la junta, este inconveniente se presenta debido a que la estructura ya existe, y no podemos desplazar la estructura en su totalidad, es obvio que el desplazamiento de estas columnas disminuirá en unos centímetros el ancho de la escalera.

A continuación se comentan los valores de los desplazamientos máximos de entrepiso que nos dio el análisis sísmico para el bloque en forma de octógonos.

DESPLAZAMIENTO EN EL EJE "X"

El máximo desplazamiento en el eje 'X', se obtuvo en el análisis con excentricidad negativa, en el tercer entrepiso es decir con $h=8.875\text{m}$.

El valor es de 2.69 cm.

Según lo que estipula la Norma el valor de la junta debe ser mayor a 3 cm. e igual a:
 $s=3+0.004x(887.5-500) = 4.55 \text{ cm}$.

DESPLAZAMIENTO EN EL EJE "Y"

El máximo desplazamiento en el eje "Y", se obtuvo en el análisis con excentricidad negativa, en el tercer entrepiso es decir con $h=8.875\text{m}$.

El valor es de 4.111cm.

Según lo que recomienda la Norma el valor del desplazamiento será;

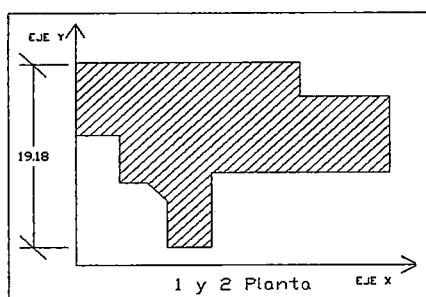
$s=3+0.004x(887.5-500) = 4.55$ cm., pero debemos tener en cuenta que este valor de junta no debe de ser menor de $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes, pero en nuestro caso como no conocemos aún el desplazamiento máximo de la estructura en forma de rectángulo, haré un estimado conservador de este desplazamiento asumiéndolo igual al máximo del octógono, así se tendrá $2/3x(4.111+4.111) = 5.48$ cm.

Pero teniendo en cuenta que se trata de una estimación conservadora y que la estructura que estamos analizando es una estructura ya existente tomaré como valor de la junta $s=5.00$ cm., para el análisis. Después de haber realizado el análisis sísmico y conociendo los valores de los desplazamientos de la estructura se procederá a hallar con exactitud el valor de la junta de separación sísmica

Debemos de tener especial cuidado con la viga que llega a los nudos N°69 y N°107, del primer y segundo entepiso de la estructura (esta numeración se muestra en los anexos), la ubicación original de la viga no coincidirá con la columna ya que esta ha sido desplazada para formar la junta ya que esta viga se deberá apoyar ahora sobre la viga que limita la junta, bueno estos son detalles de diseño de las nuevas vigas y columnas que se proyectarán.

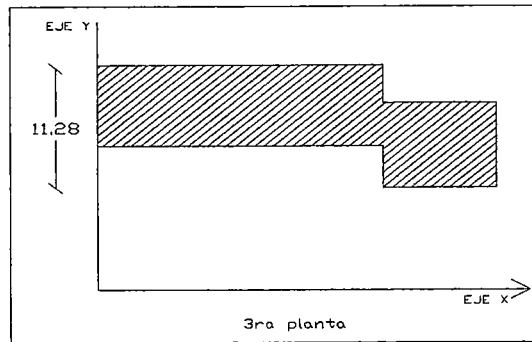
VIII.3.-ANALISIS EN LA DIRECCION "X"

VIII.3.1.- CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL



En la figura se muestra la dimensión más grande de la estructura en la dirección perpendicular a la de análisis, $b=19.18$ m., la excentricidad accidental será de $0.1x19.18 = 1.918$ m.

Y en cuanto a la planta del tercer nivel tenemos que medir la dimensión mas



grande también en la dirección perpendicular a la de análisis, así tenemos: Así tenemos que la dimensión más grande de la planta de la estructura en el tercer nivel es de $b= 11.28\text{m}$, de lo cual el valor de la excentricidad accidental será $e=0.1 \times 11.28 = 1.128\text{m}$, por lo tanto ahora hallaremos las coordenadas de los centros de masa con sus respectivas excentricidades.

- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +Y (hacia arriba)

Excentricidad positiva.-

1000 X=13.926 Y=14.246 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=13.926 Y=16.164 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=13.926 Y=14.246 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=13.926 Y=16.164 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

3000 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875 (coordenadas originales)

3000 X=14.958 Y=17.493 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje -Y (hacia abajo)

Excentricidad negativa.-

1000 X=13.926 Y=14.246 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=13.926 Y=12.328 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=13.926 Y=14.246 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=13.926 Y=12.328 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

3000 X=14.958 Y= 16.365 Z=8.875 (coordenadas originales)

3000 X=14.958 Y= 15.237 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

Luego de haber definido las coordenadas que servirán para localizar los centros de masa de cada uno de los niveles, se procederá a realizar el análisis correspondiente para la dirección "X".

Para realizar el siguiente análisis se tendrán en cuenta los siguientes cambios y adiciones en los elementos verticales de la estructura.

- Las columnas que limitan la escalera se han proyectado con dimensión de 60x60 cm., en detalle tenemos las columnas que se han modificado:

Primer nivel

Columnas del nudo 34 al 72, 35 al 73, 32 al 70, 22 al 60, 26 al 64, 13 al 51, 11 al 49, 6 al 44, y 1 al 39, dimensión 60x60 cm.

Además las vigas que definen la junta, entre los nudos 66 y 67, 67 y 69, y 69 y 72, han sido consideradas de 30x50 en vez de 25x50.

Segundo nivel

Columnas del nudo 72 al 110, 73 al 111, 70 al 108, 60 al 98, 64 al 102, 51 al 89, 49 al 82, 6 al 44, y 39 al 77, dimensión 60x60 cm.

Además las vigas que definen la junta, entre los nudos 104 y 105, 105 y 107, y 107 y 110, han sido consideradas de 30x50 en vez de 25x50.

Tercer nivel

Columnas del nudo 102 al 140, 89 al 127, 87 al 125, 82 al 120, y 77 al 115, dimensión 60x60 cm.

- La junta con la cual se efectuará el análisis es de 5.00cm.
- Las secciones de las columnas nuevas se muestran en el anexo correspondiente en el gráfico que detalla las plantas de los dos bloques por separado.
- Los valores de masas traslacionales y rotacionales en los centros de masa permanecen constantes ya que la definición de nuevas secciones para las columnas que definen las juntas contribuyen a las masas, con la opción que nos brinda el programa SAP90, de ingresar la masa por unidad de longitud de los elementos FRAME.

VIII.3.2.- PRIMER ANALISIS - EJE "X", EXCENTRICIDAD POSITIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, asumiendo una excentricidad positiva (hacia arriba) la cual será sumada a las coordenadas de los centros de masa de cada uno de los respectivos diafragmas.

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACION-EJE X EXCENTRICIDAD POSITIVA

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1,6,1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11,13,1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14,19,1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22,26,1
28	X=4.2 Y=8.90 Z=0	
29	X=6.7493 Y=8.70 Z=0	
31	X=8.70 Y=6.7493 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
34	X=8.825 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39,44,1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49,51,1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52,57,1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	
60	X=12.6 Y=11.425 Z=2.875	
64	X=29.4 Y=11.425 Z=2.875	G=60,64,1
66	X=4.2 Y=8.90 Z=2.875	
67	X=6.7493 Y=8.70 Z=2.875	
69	X=8.70 Y=6.7493 Z=2.875	
70	X=12.6 Y=4.275 Z=2.875	
72	X=8.825 Y=1.775 Z=2.875	
73	X=12.6 Y=1.775 Z=2.875	
77	X=0 Y=21.35 Z=5.875	
82	X=21 Y=21.35 Z=5.875	G=77,82,1
83	X=0 Y=18.15 Z=5.875	
84	X=0 Y=16.75 Z=5.875	
85	X=8.4 Y=17.45 Z=5.875	

86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
 87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
 89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
 90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
 95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
 96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
 97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
 98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
 102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
 104 X=4.2 Y=8.90 Z=5.875
 105 X=6.7493 Y=8.70 Z=5.875
 107 X=8.70 Y=6.7493 Z=5.875
 108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 110 X=8.825 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 1000 X=13.926 Y=16.164 Z=2.875
 2000 X=13.926 Y=16.164 Z=5.875
 3000 X=14.958 Y=17.493 Z=8.875

MASSSES

1000 1000 1 M=24.54,24.54,0,0,0,11005.94
 2000 2000 1 M=24.92,24.92,0,0,0,11176.37
 3000 3000 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.6,.6 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=.088073
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.40 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 SH=R T=.6,.6 M=.088073
 6 SH=R T=.6,.6 M=.088073
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 1 1 39 M=6 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=6
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=6
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=6
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2

16	16	54	M=2
17	17	55	M=3
18	18	56	M=2
19	19	57	M=2
20	20	58	M=3
21	21	59	M=3
22	22	60	M=6
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=6
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
31	31	69	M=8
32	32	70	M=6
34	34	72	M=5
35	35	73	M=5
39	39	77	M=6
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=6
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=6
50	50	88	M=2
51	51	89	M=6
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=6
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=6
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
69	69	107	M=8
70	70	108	M=6
72	72	110	M=5
73	73	111	M=5
77	77	115	M=6
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=6
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=6
88	88	126	M=2
89	89	127	M=6
90	90	128	M=3
91	91	129	M=2
92	92	130	M=2

MS=1000, 2000

MS=2000, 3000

93	93	131	M=3		
94	94	132	M=2		
95	95	133	M=2		
96	96	134	M=3		
97	97	135	M=3		
100	100	138	M=3		
101	101	139	M=2		
102	102	140	M=6		
115	39	40	M=9	LP=1, 0	MS=1000, 1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
132	66	67	M=10		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
143	72	69	M=10		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
162	69	67	M=10		
165	77	78	M=9	LP=1, 0	MS=2000, 2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		
174	94	95	M=9		
175	87	88	M=9		
176	88	89	M=9		
177	98	99	M=9		
178	99	100	M=9		

179	100	101	M=9		
180	101	102	M=9		
182	104	105	M=10		
185	110	111	M=9		
186	90	84	M=9		
187	84	83	M=9		
188	83	77	M=9		
189	78	91	M=9		
190	91	104	M=9		
193	110	107	M=10		
194	79	85	M=9		
195	85	92	M=9		
196	92	107	M=9		
197	80	86	M=9		
198	86	93	M=9		
199	93	98	M=9		
200	98	108	M=9		
201	108	111	M=9		
202	81	94	M=9		
203	94	99	M=9		
204	82	87	M=9		
205	87	95	M=9		
206	95	100	M=9		
207	88	101	M=10		
208	89	96	M=9		
209	96	97	M=9		
210	97	102	M=9		
212	107	105	M=10		
215	115	116	M=9	LP=1,0	MS=3000,3000
216	116	117	M=9		
217	117	118	M=9		
218	118	119	M=9		
219	119	120	M=9		
220	128	129	M=9		
221	129	130	M=9		
222	130	131	M=9		
223	131	132	M=9		
224	132	133	M=9		
225	125	126	M=9		
226	126	127	M=9		
229	138	139	M=9		
230	139	140	M=9		
236	128	122	M=9		MS=3000,3000
237	122	121	M=9		MS=3000,3000
238	121	115	M=9		MS=3000,3000
239	116	129	M=10		MS=3000,3000
244	117	130	M=10		MS=3000,3000
247	118	124	M=9		MS=3000,3000
248	124	131	M=9		MS=3000,3000
252	119	132	M=10		MS=3000,3000
254	120	125	M=9		MS=3000,3000
255	125	133	M=9		MS=3000,3000
256	133	138	M=9		MS=3000,3000
257	126	139	M=10		MS=3000,3000
258	127	134	M=9		MS=3000,3000
259	134	135	M=9		MS=3000,3000
260	135	140	M=9		MS=3000,3000

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05

0.0 0.240
0.6 0.240
0.7 0.197
0.8 0.167

0.9	0.144
1.0	0.126
1.1	0.112
1.2	0.100

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	3000	1000	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1	D=1
2	D=1.2611

**Ahora se procederá ha analizar los resultados:
Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:**

B A S E R E A C T I O N F O R C E S
AT .00 AND -90.00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.29299E+02	-.22131E+01	.42316E-02	.16418E+02	.18049E+03	-.15599E+04
2	.43621E+02	.67802E+02	-.22487E-01	-.41759E+03	.26911E+03	.55288E+03
3	.83423E+02	-.65857E+02	.33885E-01	.40241E+03	.51271E+03	-.15841E+04
4	.12374E+02	-.11462E+01	-.61083E-01	-.13713E+01	.77127E+01	-.44582E+03
5	.90264E-01	.13476E+01	-.24249E-02	-.41305E+00	.26484E-01	.17862E+02
6	.11634E+02	-.45777E+00	.19894E+00	.40086E+01	-.11510E+01	-.12164E+01
7	.22400E+01	.54361E+01	-.73191E-01	-.69303E+01	.54077E+01	.33943E+02
8	.87840E+01	-.58453E+01	-.58707E+00	-.20010E+01	.25378E+02	-.19958E+03
9	.87709E-03	-.10001E-02	-.18262E+00	-.29031E+01	.24709E+01	-.50260E-01
CQC	.12789E+03	.45083E+02	.66892E+00	.27400E+03	.77541E+03	.20702E+04

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "X", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V=127.89\text{Tn}$.

Pero debemos tener en cuenta que la Norma exige que para estructuras irregulares la fuerza cortante mínima en la base resultado de un análisis dinámico no debe de ser menor al 90% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, que para este análisis es de $V=179.21\text{Tn}$.

Por lo tanto $90\%179.21=161.29, 161.29 > 127.89$, por lo que deberemos escalar las fuerzas a este valor mínimo, multiplicando sólo las fuerzas y no los desplazamientos por $161.29/127.89 = 1.2611$.

Para conseguir esto se procede similarmente a los análisis efectuados anteriormente, utilizando el bloque de datos COMBO, del programa SAP90, definiendo como una primera combinación a las fuerzas originales del análisis y como segunda combinación a las fuerzas multiplicadas por 1.2611, de tal manera que cuando deseamos obtener las fuerzas tomaremos los resultados de la segunda combinación, y si deseamos obtener los desplazamientos tomaremos los datos correspondientes a la primera combinación.

A continuación se muestran los valores de las fuerzas ya escaladas en cada uno de los respectivos nudos de la base de la estructura.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas en (Tn)

Momentos (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	8.75	9.00	10.94	22.40	22.53	0.94
2	5.84	1.99	2.56	4.43	11.03	0.28
3	5.66	1.52	2.59	3.11	10.87	0.28
4	5.66	0.98	2.50	2.04	10.87	0.28
5	5.84	1.08	1.93	2.33	11.03	0.28
6	8.76	5.56	10.05	13.45	22.54	0.94
7	0.33	2.99	2.17	4.56	0.97	0.07
8	0.36	2.85	4.82	4.44	0.98	0.07
9	0.38	1.32	0.88	2.09	1.00	0.07
10	0.42	0.84	0.66	1.35	1.04	0.07
11	7.64	6.46	8.63	14.28	20.17	0.94
12	5.33	2.79	3.62	5.63	10.03	0.28
13	7.62	10.47	13.02	25.60	20.15	0.94
14	1.02	2.17	7.74	3.79	1.59	0.07
15	4.67	2.93	3.74	5.31	9.30	0.28
16	4.57	1.89	3.64	3.46	9.21	0.28
17	1.20	0.91	3.66	1.41	1.77	0.07
18	4.64	1.77	5.57	2.97	9.27	0.28
19	3.85	2.81	8.01	4.72	8.54	0.28
20	0.30	3.48	5.75	5.25	0.91	0.07
21	0.30	3.52	9.78	5.28	0.92	0.07
22	7.61	3.12	7.83	7.34	20.13	0.94
23	4.63	1.50	6.14	2.72	9.38	0.28
24	1.26	1.40	7.25	2.36	1.84	0.07
25	4.81	2.81	6.68	5.65	9.54	0.28
26	7.33	11.51	24.52	26.54	19.89	0.94
28	9.23	6.76	22.71	16.51	22.38	0.97
29	25.79	6.64	9.45	15.34	74.09	2.80
31	8.40	10.41	17.36	24.12	21.94	1.72
32	7.92	3.22	5.37	7.43	23.52	0.94
34	11.04	4.21	11.53	10.33	27.95	0.94
35	11.02	2.94	14.35	7.17	27.93	0.94
SUMA	162.18	121.85	245.50	263.24	443.28	17.60

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma.

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.001837	.000617	.000000	.000000	.000000	.000140
2000	.004816	.001587	.000000	.000000	.000000	.000335
3000	.007090	.002377	.000000	.000000	.000000	.000420

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=7.5$, según la Norma, para estructuras irregulares.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_x=R_xUX$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	13.77	13.77	2.875	.005
2	36.12	22.35	3.00	.007
3	53.17	17.05	3.00	.006

Según la norma NTE-E.030, da como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

De acuerdo con el cuadro mostrado anteriormente se puede observar en todos los niveles la distorsión de entrepiso es aceptable con el valor que pone como límite la Norma, de lo cual se puede concluir que para un análisis dinámico bajo la hipótesis de diafragma rígido con movimiento en la base según la dirección "X", con excentricidad positiva la estructura cumple con los límites que establece la Norma. A continuación se efectuará el análisis en el eje "X", pero asumiendo la excentricidad hacia la abajo, ósea restando el valor de la excentricidad accidental anteriormente calculada al valor de la coordenada de los centros de masa.

VIII.3.3.-SEGUNDO ANALISIS - EJE "X", EXCENTRICIDAD NEGATIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, cabe resaltar que en este análisis como en el anterior se contemplan los cambios estructurales que se indican con mayor detalle en los anexos correspondientes.

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACION-EJE X EXCENRICIDAD
NEGATIVA

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1,6,1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11,13,1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14,19,1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22,26,1
28	X=4.2 Y=8.90 Z=0	
29	X=6.7493 Y=8.70 Z=0	
31	X=8.70 Y=6.7493 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
34	X=8.825 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39,44,1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49,51,1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52,57,1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	
60	X=12.6 Y=11.425 Z=2.875	
64	X=29.4 Y=11.425 Z=2.875	G=60,64,1
66	X=4.2 Y=8.90 Z=2.875	
67	X=6.7493 Y=8.70 Z=2.875	
69	X=8.70 Y=6.7493 Z=2.875	
70	X=12.6 Y=4.275 Z=2.875	
72	X=8.825 Y=1.775 Z=2.875	
73	X=12.6 Y=1.775 Z=2.875	
77	X=0 Y=21.35 Z=5.875	
82	X=21 Y=21.35 Z=5.875	G=77,82,1
83	X=0 Y=18.15 Z=5.875	
84	X=0 Y=16.75 Z=5.875	
85	X=8.4 Y=17.45 Z=5.875	
86	X=12.6 Y=17.45 Z=5.875	
87	X=21 Y=17.45 Z=5.875	
89	X=29.4 Y=17.45 Z=5.875	G=87,89,1
90	X=0 Y=13.55 Z=5.875	
95	X=21 Y=13.55 Z=5.875	G=90,95,1
96	X=29.4 Y=14.25 Z=5.875	
97	X=29.4 Y=12.85 Z=5.875	
98	X=12.6 Y=11.425 Z=5.875	
102	X=29.4 Y=11.425 Z=5.875	G=98,102,1
104	X=4.2 Y=8.90 Z=5.875	
105	X=6.7493 Y=8.70 Z=5.875	
107	X=8.70 Y=6.7493 Z=5.875	

108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 110 X=8.825 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 1000 X=13.926 Y=12.328 Z=2.875
 2000 X=13.926 Y=12.328 Z=5.875
 3000 X=14.958 Y=15.237 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=24.54,24.54,0,0,0,11005.94
 2000 2000 1 M=24.92,24.92,0,0,0,11176.37
 3000 3000 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3
 1 SH=R T=.6,.6 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=.088073
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.40 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 SH=R T=.6,.6 M=.088073
 6 SH=R T=.6,.6 M=.088073
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972
 1 1 39 M=6 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=6
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=6
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=6
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2
 16 16 54 M=2
 17 17 55 M=3
 18 18 56 M=2
 19 19 57 M=2
 20 20 58 M=3
 21 21 59 M=3
 22 22 60 M=6
 23 23 61 M=2
 24 24 62 M=3
 25 25 63 M=2
 26 26 64 M=6
 28 28 66 M=1

29	29	67	M=7	
31	31	69	M=8	
32	32	70	M=6	
34	34	72	M=5	
35	35	73	M=5	
39	39	77	M=6	MS=1000, 2000
40	40	78	M=2	
41	41	79	M=2	
42	42	80	M=2	
43	43	81	M=2	
44	44	82	M=6	
45	45	83	M=3	
46	46	84	M=3	
47	47	85	M=3	
48	48	86	M=3	
49	49	87	M=6	
50	50	88	M=2	
51	51	89	M=6	
52	52	90	M=3	
53	53	91	M=2	
54	54	92	M=2	
55	55	93	M=3	
56	56	94	M=2	
57	57	95	M=2	
58	58	96	M=3	
59	59	97	M=3	
60	60	98	M=6	
61	61	99	M=2	
62	62	100	M=3	
63	63	101	M=2	
64	64	102	M=6	
66	66	104	M=1	
67	67	105	M=7	
69	69	107	M=8	
70	70	108	M=6	
72	72	110	M=5	
73	73	111	M=5	
77	77	115	M=6	MS=2000, 3000
78	78	116	M=2	
79	79	117	M=2	
80	80	118	M=2	
81	81	119	M=2	
82	82	120	M=6	
83	83	121	M=3	
84	84	122	M=3	
86	86	124	M=3	
87	87	125	M=6	
88	88	126	M=2	
89	89	127	M=6	
90	90	128	M=3	
91	91	129	M=2	
92	92	130	M=2	
93	93	131	M=3	
94	94	132	M=2	
95	95	133	M=2	
96	96	134	M=3	
97	97	135	M=3	
100	100	138	M=3	
101	101	139	M=2	
102	102	140	M=6	
115	39	40	M=9	LP=1, 0 MS=1000, 1000
116	40	41	M=9	
117	41	42	M=9	
118	42	43	M=9	

119	43	44	M=9
120	52	53	M=9
121	53	54	M=9
122	54	55	M=9
123	55	56	M=9
124	56	57	M=9
125	49	50	M=9
126	50	51	M=9
127	60	61	M=9
128	61	62	M=9
129	62	63	M=9
130	63	64	M=9
132	66	67	M=10
135	72	73	M=9
136	52	46	M=9
137	46	45	M=9
138	45	39	M=9
139	40	53	M=9
140	53	66	M=9
143	72	69	M=10
144	41	47	M=9
145	47	54	M=9
146	54	69	M=9
147	42	48	M=9
148	48	55	M=9
149	55	60	M=9
150	60	70	M=9
151	70	73	M=9
152	43	56	M=10
153	56	61	M=10
154	44	49	M=9
155	49	57	M=9
156	57	62	M=9
157	50	63	M=10
158	51	58	M=9
159	58	59	M=9
160	59	64	M=9
162	69	67	M=10
165	77	78	M=9
166	78	79	M=9
167	79	80	M=9
168	80	81	M=9
169	81	82	M=9
170	90	91	M=9
171	91	92	M=9
172	92	93	M=9
173	93	94	M=9
174	94	95	M=9
175	87	88	M=9
176	88	89	M=9
177	98	99	M=9
178	99	100	M=9
179	100	101	M=9
180	101	102	M=9
182	104	105	M=10
185	110	111	M=9
186	90	84	M=9
187	84	83	M=9
188	83	77	M=9
189	78	91	M=9
190	91	104	M=9
193	110	107	M=10
194	79	85	M=9
195	85	92	M=9

LP=1,0 MS=2000,2000

196	92	107	M=9		
197	80	86	M=9		
198	86	93	M=9		
199	93	98	M=9		
200	98	108	M=9		
201	108	111	M=9		
202	81	94	M=9		
203	94	99	M=9		
204	82	87	M=9		
205	87	95	M=9		
206	95	100	M=9		
207	88	101	M=10		
208	89	96	M=9		
209	96	97	M=9		
210	97	102	M=9		
212	107	105	M=10		
215	115	116	M=9	LP=1,0	MS=3000,3000
216	116	117	M=9		
217	117	118	M=9		
218	118	119	M=9		
219	119	120	M=9		
220	128	129	M=9		
221	129	130	M=9		
222	130	131	M=9		
223	131	132	M=9		
224	132	133	M=9		
225	125	126	M=9		
226	126	127	M=9		
229	138	139	M=9		
230	139	140	M=9		
236	128	122	M=9		MS=3000,3000
237	122	121	M=9		MS=3000,3000
238	121	115	M=9		MS=3000,3000
239	116	129	M=10		MS=3000,3000
244	117	130	M=10		MS=3000,3000
247	118	124	M=9		MS=3000,3000
248	124	131	M=9		MS=3000,3000
252	119	132	M=10		MS=3000,3000
254	120	125	M=9		MS=3000,3000
255	125	133	M=9		MS=3000,3000
256	133	138	M=9		MS=3000,3000
257	126	139	M=10		MS=3000,3000
258	127	134	M=9		MS=3000,3000
259	134	135	M=9		MS=3000,3000
260	135	140	M=9		MS=3000,3000

SPEC

A=0 S=9.81 D=0.05
0.0 0.240
0.6 0.240
0.7 0.197
0.8 0.167
0.9 0.144
1.0 0.126
1.1 0.112
1.2 0.100

RESTRAINTS

1	38	1	R=1,1,1,1,1,1
1000	3000	1000	R=0,0,1,1,1,0
39	152	1	R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1 D=1

Ahora se procederá ha analizar los resultados:

Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura para este segundo análisis en el eje "X":

B A S E R E A C T I O N F O R C E S						
AT .00 AND -90.00 DEGREES						
MODE	1-DIR	2-DIR	Z-DIR	1-DIR	2-DIR	Z-DIR
NUMBER	FORCE	FORCE	FORCE	MOMENT	MOMENT	MOMENT
1	.70755E-01	-.19417E+00	.19388E-03	.13491E+01	.88233E+00	-.60568E+02
2	.13155E+03	.57123E+02	-.10199E-01	-.35083E+03	.81033E+03	-.89226E+03
3	.24562E+02	-.56982E+02	.24516E-01	.34997E+03	.15029E+03	-.10542E+04
4	.69606E+01	-.69810E+01	.80862E-01	.31793E+01	.29671E+00	-.32265E+03
5	.25856E-02	-.15030E+00	-.18159E-02	.24072E-01	.93279E-01	.92245E+00
6	.14258E+02	.81983E+01	-.12978E+00	-.33653E+01	.98231E+01	.53188E+02
7	.82926E+01	-.86281E+01	-.94670E-01	.68035E+01	.97370E+01	-.18641E+03
8	.84492E+01	.81538E+01	.15590E+00	-.80826E+01	.78176E+01	.78342E+01
9	.17957E-02	-.14499E-03	.25949E+00	.41288E+01	-.34945E+01	-.79615E-01
CQC	.15384E+03	.38840E+02	.29652E+00	.23303E+03	.93260E+03	.18778E+04

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "X", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V=153.84\text{Tn}$.

Pero esta no debe de ser menor al 90% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, $90\%V=161.29\text{Tn}$, por lo que deberemos que escalar las fuerzas a este valor mínimo, multiplicando sólo las fuerzas y no los desplazamientos por $161.29/153.84=1.0484$.

Para conseguir esto se procede similarmente a los análisis efectuados anteriormente.

A continuación se muestran los valores de las fuerzas ya escaladas en cada uno de los respectivos nudos de la base de la estructura.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas (Tn)

Momentos(Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	7.28	2.09	8.76	5.24	19.51	0.05
2	5.01	0.62	1.62	1.40	9.60	0.01
3	4.85	0.71	1.33	1.48	9.46	0.01
4	4.86	0.70	1.61	1.46	9.46	0.01
5	5.01	0.62	1.30	1.37	9.60	0.01
6	7.29	1.94	10.01	4.95	19.51	0.05
7	0.31	0.70	0.56	1.07	0.92	0.00
8	0.36	0.66	1.41	1.04	0.97	0.00
9	0.36	0.62	0.24	0.99	0.97	0.00
10	0.40	0.60	0.45	0.97	1.01	0.00
11	7.30	2.31	8.41	5.29	19.58	0.05
12	5.15	0.70	1.24	1.45	9.75	0.01
13	7.27	2.02	10.56	5.02	19.56	0.05
14	1.02	0.50	5.51	0.88	1.60	0.00
15	4.71	0.91	2.28	1.67	9.37	0.01
16	4.61	0.89	3.27	1.64	9.28	0.01
17	1.21	0.65	2.18	1.01	1.78	0.00
18	4.68	1.05	3.52	1.78	9.35	0.01
19	3.88	1.03	7.78	1.76	8.61	0.01
20	0.30	0.69	1.81	1.05	0.92	0.00
21	0.31	0.70	2.99	1.05	0.92	0.00
22	7.53	2.22	8.02	5.24	19.88	0.05
23	4.57	0.88	3.71	1.62	9.25	0.01
24	1.24	0.51	3.72	0.87	1.81	0.00
25	4.76	0.71	5.49	1.46	9.43	0.01
26	7.31	2.22	7.02	5.21	19.69	0.05
28	8.50	1.91	22.27	5.04	20.82	0.05
29	23.40	2.26	9.57	5.55	68.53	0.14
31	6.87	4.37	13.20	11.07	18.83	0.09
32	6.05	2.31	3.88	5.32	18.67	0.05
34	7.59	1.96	10.41	5.04	20.10	0.05
35	7.59	2.10	8.81	5.14	20.10	0.05
SUMA	161.58	42.16	172.92	94.09	398.82	0.89

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA DE CADA UNO DE LOS DIAFRAGMAS, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores limites de la Norma.

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.002711	.000548	.000000	.000000	.000000	.000009
2000	.005745	.001428	.000000	.000000	.000000	.000021
3000	.008556	.002059	.000000	.000000	.000000	.000047

Los desplazamientos serán multiplicados por R=7.5, según la Norma.
Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_y=R_x U_X$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	20.33	20.33	2.875	.007
2	43.08	22.75	3.00	.007
3	64.17	21.09	3.00	.007

Analizamos la dirección "X", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo y porque en la dirección "Y" los desplazamientos laterales son menores.

Según la norma NTE-E.030, da como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

Observamos que también la estructura satisface las exigencias de la Norma NTE-E.030, para este análisis.

Ahora se efectuará el análisis cuando el sismo se induce en la dirección del eje "Y", asumiendo la respectiva excentricidad accidental tanto hacia la izquierda como hacia la derecha de las coordenadas del centro de masas de cada uno de los respectivos niveles.

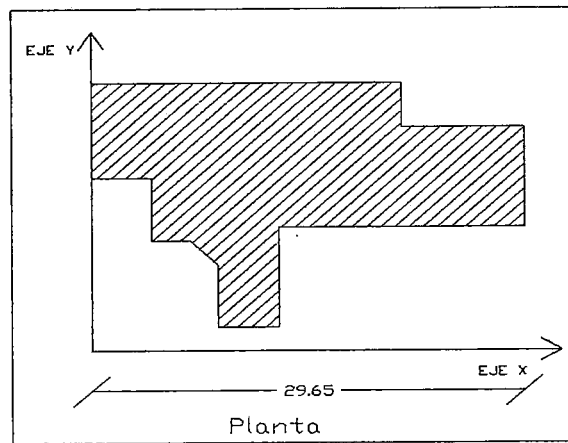
VIII.4.-ANALISIS EN EL EJE "Y"

VIII.4.1.- CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL

En la figura se muestra la dimensión más grande de la estructura en la dirección

Perpendicular, a la dirección de análisis, $b=29.65m$. la excentricidad accidental será de $0.1 \times 29.65 = 2.965m$.

De esta manera las coordenadas para los centros de masa de la primera y segunda planta serán:



- Para un primer análisis desplazando el centro de masa hacia el eje +X (hacia la derecha)

Excentricidad positiva.-

1000 X=13.926 Y=14.246 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=16.891 Y=14.246 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=13.926 Y=14.246 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=16.891 Y=14.246 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

3000 X=14.958 Y=16.365 Z=8.875 (coordenadas originales)

3000 X=17.923 Y=16.365 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

- Para un segundo análisis desplazando el centro de masa hacia el eje -X (hacia la izquierda)

Excentricidad negativa.-

1000 X=13.926 Y=14.246 Z=2.875 (coordenadas originales)

1000 X=10.961 Y=14.246 Z=2.875 (nuevas coordenadas)

2000 X=13.926 Y=14.246 Z=5.875 (coordenadas originales)

2000 X=10.961 Y=14.246 Z=5.875 (nuevas coordenadas)

3000 X=14.958 Y= 16.365 Z=8.875 (coordenadas originales)

3000 X=11.993 Y= 16.365 Z=8.875 (nuevas coordenadas)

Luego de haber definido las coordenadas que servirán para localizar los centros de masa de cada uno de los niveles, se procederá a realizar el análisis correspondiente para la dirección "Y".

En el siguiente análisis se observará si es que la estructura cumple con los requerimientos de rigidez suficiente para la dirección "Y", con los cambios estructurales propuestos anteriormente.

VIII.4.2.-PRIMER ANALISIS - EJE "Y", EXCENTRICIDAD POSITIVA

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90, asumiendo una excentricidad accidental positiva hacia la derecha la cual será sumada a las abscisas de los centros de masa de cada uno de los respectivos diafragmas.

ANALISIS DINAMICO NTE-EO.30-RECTANGULOS-MODIFICACCION-EJE Y EXCENTRICIDAD POSITIVA

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1, 6, 1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11, 13, 1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14, 19, 1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22, 26, 1
28	X=4.2 Y=8.90 Z=0	
29	X=6.7493 Y=8.70 Z=0	
31	X=8.70 Y=6.7493 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
34	X=8.825 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39, 44, 1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49, 51, 1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52, 57, 1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	
60	X=12.6 Y=11.425 Z=2.875	
64	X=29.4 Y=11.425 Z=2.875	G=60, 64, 1
66	X=4.2 Y=8.90 Z=2.875	
67	X=6.7493 Y=8.70 Z=2.875	
69	X=8.70 Y=6.7493 Z=2.875	
70	X=12.6 Y=4.275 Z=2.875	
72	X=8.825 Y=1.775 Z=2.875	
73	X=12.6 Y=1.775 Z=2.875	

77 X=0 Y=21.35 Z=5.875
 82 X=21 Y=21.35 Z=5.875 G=77,82,1
 83 X=0 Y=18.15 Z=5.875
 84 X=0 Y=16.75 Z=5.875
 85 X=8.4 Y=17.45 Z=5.875
 86 X=12.6 Y=17.45 Z=5.875
 87 X=21 Y=17.45 Z=5.875
 89 X=29.4 Y=17.45 Z=5.875 G=87,89,1
 90 X=0 Y=13.55 Z=5.875
 95 X=21 Y=13.55 Z=5.875 G=90,95,1
 96 X=29.4 Y=14.25 Z=5.875
 97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
 98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
 102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
 104 X=4.2 Y=8.90 Z=5.875
 105 X=6.7493 Y=8.70 Z=5.875
 107 X=8.70 Y=6.7493 Z=5.875
 108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 110 X=8.825 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 1000 X=16.891 Y=14.246 Z=2.875
 2000 X=16.891 Y=14.246 Z=5.875
 3000 X=17.923 Y=16.365 Z=8.875

MASSSES

1000 1000 1 M=24.54,24.54,0,0,0,11005.94
 2000 2000 1 M=24.92,24.92,0,0,0,11176.37
 3000 3000 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3

1	SH=R	T=.6,.6	E=2.173706512E+6	G=0.8694826E+6	M=.088073
2	SH=R	T=.5,.4			M=4.89296E-2
3	SH=R	T=.25,.40			M=2.4464E-2
4	SH=R	T=.15,.3			M=1.10091E-2
5	SH=R	T=.6,.6			M=.088073
6	SH=R	T=.6,.6			M=.088073
7	A=0.354	J=5.4637E-02	I=4.2709E-02,1.1929E-02	AS=.295	M=8.66055E-2
8	A=0.297	J=3.3464E-02	I=1.0426E-02,2.3039E-02	AS=.2475	M=7.26605E-2
9	SH=R	T=.25,.5			M=3.058103E-2
10	SH=R	T=.3,.5			M=0.0366972

1	1	39	M=6	LP=2,0	MS=0,1000
2	2	40	M=2		
3	3	41	M=2		
4	4	42	M=2		
5	5	43	M=2		
6	6	44	M=6		
7	7	45	M=3		
8	8	46	M=3		
9	9	47	M=3		
10	10	48	M=3		

11	11	49	M=6
12	12	50	M=2
13	13	51	M=6
14	14	52	M=3
15	15	53	M=2
16	16	54	M=2
17	17	55	M=3
18	18	56	M=2
19	19	57	M=2
20	20	58	M=3
21	21	59	M=3
22	22	60	M=6
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=6
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
31	31	69	M=8
32	32	70	M=6
34	34	72	M=5
35	35	73	M=5
39	39	77	M=6
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=6
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=6
50	50	88	M=2
51	51	89	M=6
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=6
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=6
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
69	69	107	M=8
70	70	108	M=6
72	72	110	M=5
73	73	111	M=5
77	77	115	M=6
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=6
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=6

MS=1000, 2000

MS=2000, 3000

88	88	126	M=2		
89	89	127	M=6		
90	90	128	M=3		
91	91	129	M=2		
92	92	130	M=2		
93	93	131	M=3		
94	94	132	M=2		
95	95	133	M=2		
96	96	134	M=3		
97	97	135	M=3		
100	100	138	M=3		
101	101	139	M=2		
102	102	140	M=6		
115	39	40	M=9	LP=1,0	MS=1000,1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
132	66	67	M=10		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
143	72	69	M=10		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
162	69	67	M=10		
165	77	78	M=9	LP=1,0	MS=2000,2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		

174	94	95	M=9		
175	87	88	M=9		
176	88	89	M=9		
177	98	99	M=9		
178	99	100	M=9		
179	100	101	M=9		
180	101	102	M=9		
182	104	105	M=10		
185	110	111	M=9		
186	90	84	M=9		
187	84	83	M=9		
188	83	77	M=9		
189	78	91	M=9		
190	91	104	M=9		
193	110	107	M=10		
194	79	85	M=9		
195	85	92	M=9		
196	92	107	M=9		
197	80	86	M=9		
198	86	93	M=9		
199	93	98	M=9		
200	98	108	M=9		
201	108	111	M=9		
202	81	94	M=9		
203	94	99	M=9		
204	82	87	M=9		
205	87	95	M=9		
206	95	100	M=9		
207	88	101	M=10		
208	89	96	M=9		
209	96	97	M=9		
210	97	102	M=9		
212	107	105	M=10		
215	115	116	M=9	LP=1,0	MS=3000,3000
216	116	117	M=9		
217	117	118	M=9		
218	118	119	M=9		
219	119	120	M=9		
220	128	129	M=9		
221	129	130	M=9		
222	130	131	M=9		
223	131	132	M=9		
224	132	133	M=9		
225	125	126	M=9		
226	126	127	M=9		
229	138	139	M=9		
230	139	140	M=9		
236	128	122	M=9		MS=3000,3000
237	122	121	M=9		MS=3000,3000
238	121	115	M=9		MS=3000,3000
239	116	129	M=10		MS=3000,3000
244	117	130	M=10		MS=3000,3000
247	118	124	M=9		MS=3000,3000
248	124	131	M=9		MS=3000,3000
252	119	132	M=10		MS=3000,3000
254	120	125	M=9		MS=3000,3000
255	125	133	M=9		MS=3000,3000
256	133	138	M=9		MS=3000,3000
257	126	139	M=10		MS=3000,3000
258	127	134	M=9		MS=3000,3000
259	134	135	M=9		MS=3000,3000
260	135	140	M=9		MS=3000,3000

SPEC

A=90 S=9.81 D=0.05
 0.0 0.240
 0.6 0.240
 0.7 0.197
 0.8 0.167
 0.9 0.144
 1.0 0.126
 1.1 0.112
 1.2 0.100

RESTRAINTS

1 38 1 R=1,1,1,1,1,1
 1000 3000 1000 R=0,0,1,1,1,0
 39 152 1 R=1,1,0,0,0,1

COMBO

1 D=1
 2 D=1.282318334

**Ahora se procederá ha analizar los resultados:
 Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura:**

PROGRAM:SAP90/FILE:REC-Y1.SPC
 ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACCION-EJE Y EXCENTRICI

B A S E R E A C T I O N F O R C E S
 AT 90.00 AND .00 DEGREES

MODE NUMBER	1-DIR FORCE	2-DIR FORCE	Z-DIR FORCE	1-DIR MOMENT	2-DIR MOMENT	Z-DIR MOMENT
1	.22688E+02	.12331E+02	-.70685E-02	-.79477E+02	-.13987E+03	.14899E+04
2	.32900E+02	-.63727E+02	-.69221E-02	.39237E+03	-.20257E+03	-.36042E+03
3	.10170E+03	.51711E+02	-.49163E-01	-.31332E+03	-.62467E+03	.15650E+04
4	.99863E+01	.55106E+01	.31735E-02	-.19455E+01	-.61446E+01	.45419E+03
5	.60245E+01	-.96966E+01	-.18513E-01	.38797E+01	-.20429E+01	-.50971E+02
6	.64745E+01	.46885E+01	.42408E-01	-.32989E+01	.10914E+01	.41483E+02
7	.23317E+01	-.57001E+01	.37973E-01	.61079E+01	-.22425E+01	-.28403E+02
8	.12249E+02	.37971E+01	-.29951E+00	.51855E+01	-.20038E+02	.17893E+03
9	.61067E-02	.60227E-02	-.48250E+00	.65188E+01	-.76832E+01	.20393E+00
CQC	.12578E+03	.63042E+02	.55765E+00	.38289E+03	.75961E+03	.21625E+04

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "Y", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V=125.78\text{Tn}$.

Pero debemos tener en cuenta que la Norma exige que para estructuras irregulares la fuerza cortante mínima en la base resultado de un análisis dinámico no debe de ser menor al 90% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, que para este análisis es de $V=179.21\text{Tn}$.

Por lo tanto $90\%179.21 = 161.29$, $161.29 > 125.78$, por lo que deberemos escalar las fuerzas a este valor mínimo, multiplicando sólo las fuerzas y no los desplazamientos por $161.29/125.78 = 1.2823$.

Para conseguir esto se procede similarmente a los análisis efectuados anteriormente, utilizando el bloque de datos COMBO, del programa SAP90, definiendo una primera combinación a las fuerzas originales y como segunda combinación a las fuerzas multiplicadas por 1.2823, de tal manera que los resultados se interpretan de igual manera que en los análisis anteriores.

A continuación se muestran los valores de las fuerzas ya escaladas en cada uno de los respectivos nudos de la base de la estructura.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas en (Tn)

Momentos en (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	6.33	11.58	12.22	29.28	15.76	0.85
2	4.12	3.04	3.33	6.84	7.67	0.26
3	3.99	3.07	5.55	6.33	7.56	0.26
4	4.00	2.75	6.09	5.68	7.56	0.26
5	4.12	2.40	2.89	5.28	7.68	0.26
6	6.34	8.13	11.01	20.40	15.77	0.85
7	0.21	3.92	2.76	5.99	0.59	0.06
8	0.21	3.74	6.67	5.82	0.56	0.06
9	0.23	2.67	0.80	4.23	0.59	0.06
10	0.25	2.35	1.76	3.75	0.61	0.06
11	4.67	9.60	4.83	21.72	11.93	0.85
12	3.18	3.30	5.11	6.76	5.90	0.26
13	4.68	10.91	12.02	27.07	11.93	0.85
14	0.51	2.82	9.24	4.96	0.80	0.06
15	2.37	4.48	3.47	8.18	4.70	0.26
16	2.32	3.83	2.67	7.04	4.65	0.26
17	0.61	2.55	8.49	3.93	0.89	0.06
18	2.35	3.99	11.60	6.77	4.68	0.26
19	1.95	4.25	5.97	7.20	4.32	0.26
20	0.16	3.70	6.96	5.59	0.47	0.06
21	0.15	3.72	11.28	5.61	0.46	0.06
22	3.79	8.75	10.95	20.49	10.03	0.85
23	2.31	3.34	14.07	6.16	4.67	0.26
24	0.63	2.13	12.88	3.60	0.92	0.06
25	2.40	3.34	6.32	6.79	4.76	0.26
26	3.65	11.98	30.27	28.05	9.92	0.85
28	4.99	9.93	11.54	25.14	11.89	0.88
29	14.35	10.67	11.86	26.59	39.67	2.55
31	5.44	20.10	14.41	48.96	12.91	1.56
32	5.12	9.04	14.24	20.75	14.68	0.85
34	7.64	8.55	8.47	21.52	18.75	0.85
35	7.61	8.26	19.83	20.04	18.73	0.85
SUMA	110.67	192.89	289.56	426.52	262.02	15.98

A continuación se muestran los valores de los desplazamientos de los centros de masa de cada uno de los diafragmas, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores límites de la Norma.

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.000916	.001699	.000000	.000000	.000000	.000125
2000	.002391	.004359	.000000	.000000	.000000	.000299
3000	.003675	.006396	.000000	.000000	.000000	.000372

Como ya sabemos estos nudos corresponden a los centros de masa de cada uno de los diafragmas

Los desplazamientos serán multiplicados por $R=7.5$, según la Norma, para estructuras regulares.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_y=R_x U_Y$	$\Delta= U_{yi} - U_{yi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	12.74	12.74	2.875	.004
2	32.69	19.95	3.00	.006
3	47.97	15.28	3.00	.005

Analizamos la dirección "Y", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo y porque en la dirección "X" los desplazamientos laterales son menores.

Según la norma NTE-E.030, da como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

De los valores mostrados en el siguiente cuadro se puede observar que ninguna de las distorsiones de entrepiso sobrepasa los límites establecidos por la Norma.

A continuación se efectuará el análisis en el eje "Y", pero asumiendo la excentricidad hacia la izquierda ósea restando el valor de la excentricidad accidental anteriormente calculada, al valor de la coordenada de los centros de masa.

VIII.4.3.-SEGUNDO ANALISIS - EJE "Y"

A continuación se muestra el archivo de datos que se ha utilizado para el análisis con el programa SAP90.

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACION-EJE Y EXCENTRICIDAD NEGATIVA

SYSTEM

L=0 Z=9 W=0

JOINTS

1	X=0 Y=21.35 Z=0	
6	X=21 Y=21.35 Z=0	G=1,6,1
7	X=0 Y=18.15 Z=0	
8	X=0 Y=16.75 Z=0	
9	X=8.4 Y=17.45 Z=0	
10	X=12.6 Y=17.45 Z=0	
11	X=21 Y=17.45 Z=0	
13	X=29.4 Y=17.45 Z=0	G=11,13,1
14	X=0 Y=13.55 Z=0	
19	X=21 Y=13.55 Z=0	G=14,19,1
20	X=29.4 Y=14.25 Z=0	
21	X=29.4 Y=12.85 Z=0	
22	X=12.6 Y=11.425 Z=0	
26	X=29.4 Y=11.425 Z=0	G=22,26,1
28	X=4.2 Y=8.90 Z=0	
29	X=6.7493 Y=8.70 Z=0	
31	X=8.70 Y=6.7493 Z=0	
32	X=12.6 Y=4.275 Z=0	
34	X=8.825 Y=1.775 Z=0	
35	X=12.6 Y=1.775 Z=0	
39	X=0 Y=21.35 Z=2.875	
44	X=21 Y=21.35 Z=2.875	G=39,44,1
45	X=0 Y=18.15 Z=2.875	
46	X=0 Y=16.75 Z=2.875	
47	X=8.4 Y=17.45 Z=2.875	
48	X=12.6 Y=17.45 Z=2.875	
49	X=21 Y=17.45 Z=2.875	
51	X=29.4 Y=17.45 Z=2.875	G=49,51,1
52	X=0 Y=13.55 Z=2.875	
57	X=21 Y=13.55 Z=2.875	G=52,57,1
58	X=29.4 Y=14.25 Z=2.875	
59	X=29.4 Y=12.85 Z=2.875	
60	X=12.6 Y=11.425 Z=2.875	
64	X=29.4 Y=11.425 Z=2.875	G=60,64,1
66	X=4.2 Y=8.90 Z=2.875	
67	X=6.7493 Y=8.70 Z=2.875	
69	X=8.70 Y=6.7493 Z=2.875	
70	X=12.6 Y=4.275 Z=2.875	
72	X=8.825 Y=1.775 Z=2.875	
73	X=12.6 Y=1.775 Z=2.875	
77	X=0 Y=21.35 Z=5.875	
82	X=21 Y=21.35 Z=5.875	G=77,82,1
83	X=0 Y=18.15 Z=5.875	
84	X=0 Y=16.75 Z=5.875	
85	X=8.4 Y=17.45 Z=5.875	
86	X=12.6 Y=17.45 Z=5.875	
87	X=21 Y=17.45 Z=5.875	
89	X=29.4 Y=17.45 Z=5.875	G=87,89,1
90	X=0 Y=13.55 Z=5.875	
95	X=21 Y=13.55 Z=5.875	G=90,95,1
96	X=29.4 Y=14.25 Z=5.875	

97 X=29.4 Y=12.85 Z=5.875
 98 X=12.6 Y=11.425 Z=5.875
 102 X=29.4 Y=11.425 Z=5.875 G=98,102,1
 104 X=4.2 Y=8.90 Z=5.875
 105 X=6.7493 Y=8.70 Z=5.875
 107 X=8.70 Y=6.7493 Z=5.875
 108 X=12.6 Y=4.275 Z=5.875
 110 X=8.825 Y=1.775 Z=5.875
 111 X=12.6 Y=1.775 Z=5.875
 115 X=0 Y=21.35 Z=8.875
 120 X=21 Y=21.35 Z=8.875 G=115,120,1
 121 X=0 Y=18.15 Z=8.875
 122 X=0 Y=16.75 Z=8.875
 124 X=12.6 Y=17.45 Z=8.875
 125 X=21 Y=17.45 Z=8.875
 127 X=29.4 Y=17.45 Z=8.875 G=125,127,1
 128 X=0 Y=13.55 Z=8.875
 133 X=21 Y=13.55 Z=8.875 G=128,133,1
 134 X=29.4 Y=14.25 Z=8.875
 135 X=29.4 Y=12.85 Z=8.875
 138 X=21 Y=11.425 Z=8.875
 140 X=29.4 Y=11.425 Z=8.875 G=138,140,1
 1000 X=10.961 Y=14.246 Z=2.875
 2000 X=10.961 Y=14.246 Z=5.875
 3000 X=11.993 Y=16.365 Z=8.875

MASSES

1000 1000 1 M=24.54,24.54,0,0,0,11005.94
 2000 2000 1 M=24.92,24.92,0,0,0,11176.37
 3000 3000 1 M=7.71,7.71,0,0,0,629.44

FRAME

NM=10 NSEC=3

1 SH=R T=.6,.6 E=2.173706512E+6 G=0.8694826E+6 M=.088073
 2 SH=R T=.5,.4 M=4.89296E-2
 3 SH=R T=.25,.40 M=2.4464E-2
 4 SH=R T=.15,.3 M=1.10091E-2
 5 SH=R T=.6,.6 M=.088073
 6 SH=R T=.6,.6 M=.088073
 7 A=0.354 J=5.4637E-02 I=4.2709E-02,1.1929E-02 AS=.295 M=8.66055E-2
 8 A=0.297 J=3.3464E-02 I=1.0426E-02,2.3039E-02 AS=.2475 M=7.26605E-2
 9 SH=R T=.25,.5 M=3.058103E-2
 10 SH=R T=.3,.5 M=0.0366972

1 1 39 M=6 LP=2,0 MS=0,1000
 2 2 40 M=2
 3 3 41 M=2
 4 4 42 M=2
 5 5 43 M=2
 6 6 44 M=6
 7 7 45 M=3
 8 8 46 M=3
 9 9 47 M=3
 10 10 48 M=3
 11 11 49 M=6
 12 12 50 M=2
 13 13 51 M=6
 14 14 52 M=3
 15 15 53 M=2
 16 16 54 M=2
 17 17 55 M=3
 18 18 56 M=2
 19 19 57 M=2
 20 20 58 M=3
 21 21 59 M=3

22	22	60	M=6
23	23	61	M=2
24	24	62	M=3
25	25	63	M=2
26	26	64	M=6
28	28	66	M=1
29	29	67	M=7
31	31	69	M=8
32	32	70	M=6
34	34	72	M=5
35	35	73	M=5
39	39	77	M=6
40	40	78	M=2
41	41	79	M=2
42	42	80	M=2
43	43	81	M=2
44	44	82	M=6
45	45	83	M=3
46	46	84	M=3
47	47	85	M=3
48	48	86	M=3
49	49	87	M=6
50	50	88	M=2
51	51	89	M=6
52	52	90	M=3
53	53	91	M=2
54	54	92	M=2
55	55	93	M=3
56	56	94	M=2
57	57	95	M=2
58	58	96	M=3
59	59	97	M=3
60	60	98	M=6
61	61	99	M=2
62	62	100	M=3
63	63	101	M=2
64	64	102	M=6
66	66	104	M=1
67	67	105	M=7
69	69	107	M=8
70	70	108	M=6
72	72	110	M=5
73	73	111	M=5
77	77	115	M=6
78	78	116	M=2
79	79	117	M=2
80	80	118	M=2
81	81	119	M=2
82	82	120	M=6
83	83	121	M=3
84	84	122	M=3
86	86	124	M=3
87	87	125	M=6
88	88	126	M=2
89	89	127	M=6
90	90	128	M=3
91	91	129	M=2
92	92	130	M=2
93	93	131	M=3
94	94	132	M=2
95	95	133	M=2
96	96	134	M=3
97	97	135	M=3
100	100	138	M=3

MS=1000, 2000

MS=2000, 3000

101	101	139	M=2		
102	102	140	M=6		
115	39	40	M=9	LP=1, 0	MS=1000, 1000
116	40	41	M=9		
117	41	42	M=9		
118	42	43	M=9		
119	43	44	M=9		
120	52	53	M=9		
121	53	54	M=9		
122	54	55	M=9		
123	55	56	M=9		
124	56	57	M=9		
125	49	50	M=9		
126	50	51	M=9		
127	60	61	M=9		
128	61	62	M=9		
129	62	63	M=9		
130	63	64	M=9		
132	66	67	M=10		
135	72	73	M=9		
136	52	46	M=9		
137	46	45	M=9		
138	45	39	M=9		
139	40	53	M=9		
140	53	66	M=9		
143	72	69	M=10		
144	41	47	M=9		
145	47	54	M=9		
146	54	69	M=9		
147	42	48	M=9		
148	48	55	M=9		
149	55	60	M=9		
150	60	70	M=9		
151	70	73	M=9		
152	43	56	M=10		
153	56	61	M=10		
154	44	49	M=9		
155	49	57	M=9		
156	57	62	M=9		
157	50	63	M=10		
158	51	58	M=9		
159	58	59	M=9		
160	59	64	M=9		
162	69	67	M=10		
165	77	78	M=9	LP=1, 0	MS=2000, 2000
166	78	79	M=9		
167	79	80	M=9		
168	80	81	M=9		
169	81	82	M=9		
170	90	91	M=9		
171	91	92	M=9		
172	92	93	M=9		
173	93	94	M=9		
174	94	95	M=9		
175	87	88	M=9		
176	88	89	M=9		
177	98	99	M=9		
178	99	100	M=9		
179	100	101	M=9		
180	101	102	M=9		
182	104	105	M=10		
185	110	111	M=9		
186	90	84	M=9		
187	84	83	M=9		

188	83	77	M=9		
189	78	91	M=9		
190	91	104	M=9		
193	110	107	M=10		
194	79	85	M=9		
195	85	92	M=9		
196	92	107	M=9		
197	80	86	M=9		
198	86	93	M=9		
199	93	98	M=9		
200	98	108	M=9		
201	108	111	M=9		
202	81	94	M=9		
203	94	99	M=9		
204	82	87	M=9		
205	87	95	M=9		
206	95	100	M=9		
207	88	101	M=10		
208	89	96	M=9		
209	96	97	M=9		
210	97	102	M=9		
212	107	105	M=10		
215	115	116	M=9	LP=1,0	MS=3000,3000
216	116	117	M=9		
217	117	118	M=9		
218	118	119	M=9		
219	119	120	M=9		
220	128	129	M=9		
221	129	130	M=9		
222	130	131	M=9		
223	131	132	M=9		
224	132	133	M=9		
225	125	126	M=9		
226	126	127	M=9		
229	138	139	M=9		
230	139	140	M=9		
236	128	122	M=9		MS=3000,3000
237	122	121	M=9		MS=3000,3000
238	121	115	M=9		MS=3000,3000
239	116	129	M=10		MS=3000,3000
244	117	130	M=10		MS=3000,3000
247	118	124	M=9		MS=3000,3000
248	124	131	M=9		MS=3000,3000
252	119	132	M=10		MS=3000,3000
254	120	125	M=9		MS=3000,3000
255	125	133	M=9		MS=3000,3000
256	133	138	M=9		MS=3000,3000
257	126	139	M=10		MS=3000,3000
258	127	134	M=9		MS=3000,3000
259	134	135	M=9		MS=3000,3000
260	135	140	M=9		MS=3000,3000

SPEC

A=90 S=9.81 D=0.05

0.0	0.240
0.6	0.240
0.7	0.197
0.8	0.167
0.9	0.144
1.0	0.126
1.1	0.112
1.2	0.100

RESTRAINTS

```

1      38      1      R=1,1,1,1,1,1
1000   3000   1000   R=0,0,1,1,1,0
39     152     1      R=1,1,0,0,0,1

```

COMBO

```

1      D=1
2      D=1.117121485

```

Ahora se procederá a analizar los resultados:

Se muestran los valores de las fuerzas en la base de la estructura para este segundo análisis en el eje "Y":

AGIP USA INC.

PAGE 5

PROGRAM: SAP90/FILE: REC-Y2.SPC

ANALISIS DINAMICO NTE-E0.30-RECTANGULOS-MODIFICACION-EJE Y EXCENTRICI

```

BASE REACTION FORCES
AT 90.00 AND .00 DEGREES

MODE      1-DIR      2-DIR      Z-DIR      1-DIR      2-DIR      Z-DIR
NUMBER    FORCE        FORCE        FORCE        MOMENT     MOMENT     MOMENT
1   .15783E+02  -.12250E+02 -.44514E-03  .78579E+02 -.93211E+02 -.78440E+03
2   .18883E+01  .16648E+02  -.19137E-02 -.10216E+03 -.11375E+02 .20011E+03
3   .13828E+03  -.44289E+01  -.57300E-01  .24965E+02  -.85781E+03 .23160E+04
4   .14671E+02  -.39215E+01  -.12073E-01  .57656E-01  -.11932E+02  -.76137E+02
5   .34896E+01  .61340E+01  -.33611E-02  -.28216E+01  -.93657E+00  .21751E+03
6   .76804E+00  -.28041E+01  -.38380E-02  .89909E+00  .51638E+00  .16199E+02
7   .18719E+02  .19417E+01  -.77678E-01  .23701E+01  -.16088E+02  .26961E+03
8   .10963E+00  -.13423E+01  -.13204E-01  .20741E+01  -.40809E+00  -.14297E+02
9   .43238E-02  .15993E-02  .40397E+00  -.54597E+01  .64137E+01  .10297E+00

CQC      .14438E+03  .17952E+02  .41657E+00  .10903E+03  .87895E+03  .25841E+04

```

En la primera columna del listado anterior del CQC, se muestra el valor de la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis que en este caso es el eje "X", observamos que el valor de la fuerza cortante en la base de la estructura es $V=144.38\text{Tn}$.

Pero esta no debe de ser menor al 90% de la fuerza cortante en la base de la estructura hallada usando el método estático equivalente, $90\%V=161.29\text{Tn}$. por lo que deberemos que escalar las fuerzas a este valor mínimo, multiplicando sólo las fuerzas y no los desplazamientos por $161.29/144.38=1.1171$.

Para conseguir esto se procede similarmente a los análisis efectuados anteriormente.

A continuación se muestran los valores de las fuerzas ya escaladas en cada uno de los respectivos nudos de la base de la estructura.

REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA

Fuerzas en (Tn)

Momentos en (Tn-m)

JOINT	F(X)	F(Y)	F(Z)	M(X)	M(Y)	M(Z)
1	4.5	8.1	10.9	20.3	11.0	0.6
2	2.9	2.3	3.0	5.2	5.3	0.2
3	2.8	2.6	5.2	5.4	5.2	0.2
4	2.8	2.7	6.2	5.6	5.2	0.2
5	2.9	2.6	3.0	5.7	5.3	0.2
6	4.5	9.1	10.3	22.8	11.0	0.6
7	0.1	2.7	2.1	4.1	0.4	0.0
8	0.1	2.6	5.6	4.0	0.3	0.0
9	0.1	2.3	0.6	3.6	0.4	0.0
10	0.2	2.3	1.8	3.7	0.4	0.0
11	2.9	10.7	2.4	24.2	7.0	0.6
12	1.9	3.6	5.2	7.4	3.4	0.2
13	2.9	11.4	10.8	28.6	7.0	0.6
14	0.1	1.9	7.8	3.4	0.2	0.0
15	0.8	3.4	2.2	6.2	1.5	0.2
16	0.8	3.3	2.1	6.0	1.4	0.2
17	0.2	2.5	8.1	3.8	0.3	0.0
18	0.8	4.3	12.2	7.3	1.4	0.2
19	0.7	4.7	4.9	8.0	1.3	0.2
20	0.1	3.9	6.8	5.9	0.2	0.0
21	0.1	3.9	11.3	5.9	0.1	0.0
22	0.6	8.5	10.7	19.9	1.4	0.6
23	0.3	3.6	14.6	6.6	0.6	0.2
24	0.1	2.4	13.4	4.0	0.1	0.0
25	0.4	3.7	5.7	7.4	0.7	0.2
26	0.6	12.5	30.5	29.6	1.4	0.6
28	1.2	7.2	4.1	18.7	2.6	0.6
29	3.7	8.2	10.4	21.1	9.2	1.9
31	2.1	16.7	8.5	41.5	4.4	1.1
32	2.5	8.8	13.9	20.2	6.7	0.6
34	4.2	7.2	7.5	18.4	9.8	0.6
35	4.2	8.0	15.8	19.5	9.8	0.6
SUMA	52.0	177.7	257.5	394.1	115.1	11.6

A continuación se muestran los valores de los desplazamientos de los centros de masa de cada uno de los diafragmas, el desplazamiento de los centros de masa de los diafragmas se interpreta como el desplazamiento representativo de entrepiso, este valor nos servirá para poder averiguar la distorsión relativa de entrepiso la cual deberá ser comparada con los valores límites de la Norma análogamente que en los análisis anteriores.

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
1000	.000369	.001914	.000000	.000000	.000000	.000104
2000	.000854	.004933	.000000	.000000	.000000	.000247
3000	.001825	.007518	.000000	.000000	.000000	.000301

Los desplazamientos serán multiplicados por R=7.5, según la Norma.

Desplazamientos en (mm)

NIVEL	$U_y=R_x U_X$	$\Delta= U_{xi} - U_{xi-1} $	H_i	Δ/h_i
1	14.35	14.35	2.875	.005
2	36.99	22.64	3.00	.007
3	56.38	19.39	3.00	.006

Analizamos la dirección "Y", solamente porque es la dirección en la que actúa el sismo y porque en la dirección "X" los desplazamientos laterales son menores.

Según la norma NTE-E.030, da como límite máximo de distorsión de entre piso 0.007, ya que se trata de una estructura de concreto armado.

Observamos que también la estructura satisface las exigencias de la Norma NTE-E.030, para este análisis. Por lo tanto después de haber efectuado los cuatro análisis anteriores para la estructura que tiene forma de rectángulos podemos observar que no es necesario aumentar las dimensiones de las columnas ya que con las dimensiones que hemos propuesto para el análisis en el eje "X" los desplazamientos laterales en la dirección "Y" son menores que los desplazamientos en la dirección "X", dando a entender de estos análisis que la estructura es mas rígida en la dirección "Y", que en la dirección "X", sin embargo si nosotros observamos la planta de estructura podemos ver que esta es mas alargada en la dirección del eje global "X", por lo que se podría suponer que la estructura tiene mayor rigidez en esta dirección, no siendo esto absolutamente verdadero como podemos observar, para estructuras irregulares.

VIII.5.-PROCEDIMIENTO PARA EL REFORZAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Como se ha observado anteriormente los elementos analizados para la condición más crítica según la configuración estructural original no cumplieron con la verificación de los elementos con sus refuerzos existentes sometidos a las cargas aplicadas, por este motivo sumado además a los excesivos desplazamientos se optó a **aumentar la sección de algunas columnas y a establecer una junta de separación entre los bloques del octógono y de los rectángulos**, el aumento de dimensión se efectuó con la finalidad de aumentar la rigidez lateral y de esta manera reducir los desplazamientos laterales en el bloque de los rectángulos y disminuir las cargas sísmicas en los elementos verticales, se tuvo en cuenta el mantener la disposición de la arquitectura, para lo cual se aumento la sección de algunas columnas perimetráles y definir unas secciones nuevas en las juntas, en esta sección se procederá a calcular el refuerzo para las nuevas dimensiones de columnas considerando por ende el refuerzo inicial así como manteniendo con cuidado los límites de recubrimiento y espaciamiento entre las varillas de refuerzo.

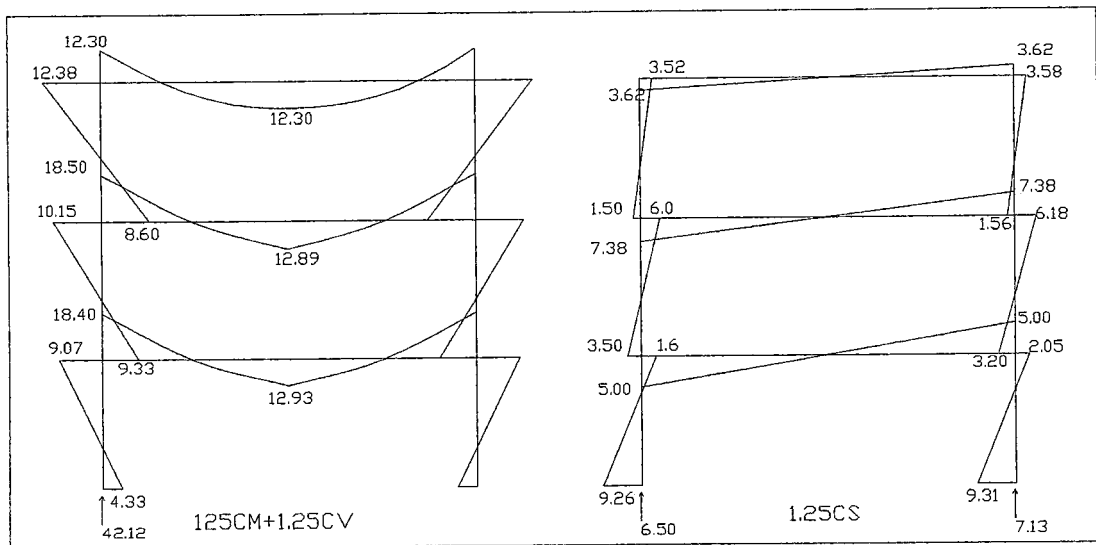
Para lo cual primero se efectuará un análisis del **pórtico (Eje 7)** analizado anteriormente, en este análisis se considerará los resultados del análisis sísmico con los bloques ya separados así como la verificación de los elementos existentes para las nuevas secciones de columnas planteadas para le análisis de sismo.

Debe notarse que las secciones de columna del **pórtico (Eje 7)**, no han sido modificadas en el pre dimensionamiento del análisis sísmico, pero si debe de tenerse en cuenta que las **columnas modificadas influirán en los resultados tanto de desplazamiento como de esfuerzos del pórtico analizado.**

A continuación se muestran los diagramas de momento flector para los análisis de gravedad el cual es idéntico al efectuado en la verificación así como para el análisis de sismo efectuado para el bloque de los rectángulos en el eje "Y", dirección que afecta de manera importante al pórtico analizado.

Así tenemos que para el segundo análisis en el eje Y se tiene la condición más desfavorable, esto se puede observar en el cuadro de reacciones en la base correspondiente al mencionado análisis.

Diagramas de momento flector:



De donde:

Para Columnas

Para las cargas de gravedad se uso el **metrado de cargas por áreas de influencia** anteriormente efectuado.

$$P_u = 1.25 \times (24.41 + 11.46) + 7.13 = 51.96 \text{Tn}$$

$$M_u = 4.33 + 9.31 = 13.74 \text{Tn}$$

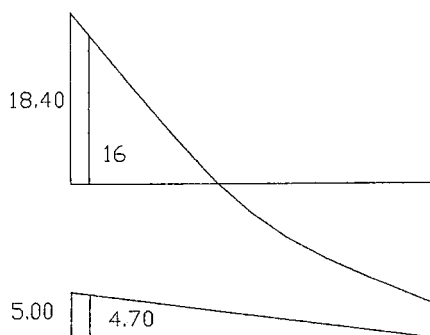
Para la sección de columna original de 40x50 anteriormente verificada con el respectivo refuerzo se obtuvo el diagrama de interacción correspondiente en donde se puede ver que los valores de carga axial ultima y momento ultimo definen un punto que se encuentra dentro de los límites, por lo que se concluye que la sección de columna con el refuerzo original satisface los efectos de las cargas aplicadas para un análisis considerando la separación de los bloques del octógono y de los rectángulos.

Para Vigas

Según los diagramas de momento flector se observa que el momento último crítico será:

$$M_u = 18.40 + 5.00 = 23.40 \text{Tn-m}$$

Reduciendo el momento a la cara de la columna



$$M_u = 20.70 \text{Tn-m}$$

Según lo obtenido en la verificación de con las cargas iniciales se obtuvo que el momento resistente de la sección es:

$$M_u = \phi f' c b d^2 w (1 -$$

$$0.59w) = 0.90 \times 210 \times 0.30 \times 44^2 \times 0.238 \times (1 - 0.59 \times 0.238) = 22.50 \text{Tn-m}$$

$$\text{Luego } M_u = 22.50 \text{Tn-m} > 20.70 \text{Tn-m}.$$

La sección de viga con el refuerzo original si cumple con los requerimientos de carga para el análisis del bloque de los rectángulos separado del octógono.

CALCULO DEL NUEVO REFUERZO PARA LAS COLUMNAS QUE HAN SIDO AMPLIADAS EN SECCION

A continuación se procederá a calcular el refuerzo correspondiente a las columnas en que se han aumentado la sección.

Si observamos los análisis sísmicos anteriormente efectuados para el bloque de los rectángulos "YA SEPARADO" se tiene que los valores críticos se encuentran en la columna entre el nudo 26 y 64 del primer nivel se muestran los valores correspondientes.

Análisis en la dirección "X":

Primer análisis excentricidad positiva

$P=24.52Tn$

$M_y=19.89Tn$

Análisis en la dirección "Y":

Segundo análisis excentricidad negativa

$P=30.50Tn$

$M_x=29.60Tn$

Para el análisis por cargas de gravedad se tomará el pórtico correspondiente al Eje 8, El pórtico esta formado por:

Cuatro columnas $25 \times 40 \text{cm}^2$ originalmente, de las cuales se han modificado las dos extremas aumentando su sección a 60×60 .

Vigas de $25 \times 50 \text{cm}$

Para el cual se tienen el siguiente metrado de cargas:

En el primer y segundo nivel:

Peso propio de viga	:	$2.4 \times 0.50 \times 0.25 = 0.30 \text{ Tn/m}$
Peso de losa (ancho tributario)	:	$0.30 \times 2.10 = 0.63 \text{ Tn/m}$
Tabiquería	:	$1.8 \times 0.25 \times 2.70 = 1.22 \text{ Tn-m}$
Piso terminado	:	$0.10 \times 2.10 = 0.21 \text{ Tn/m}$
		WD = 2.36 Tn/m

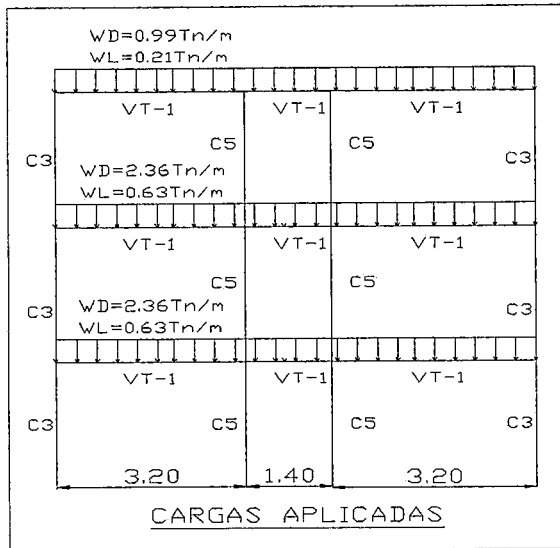
s/c de piso	:	$0.30 \times 2.10 = 0.63 \text{ Tn/m}$
-------------	---	--

Tercer nivel:

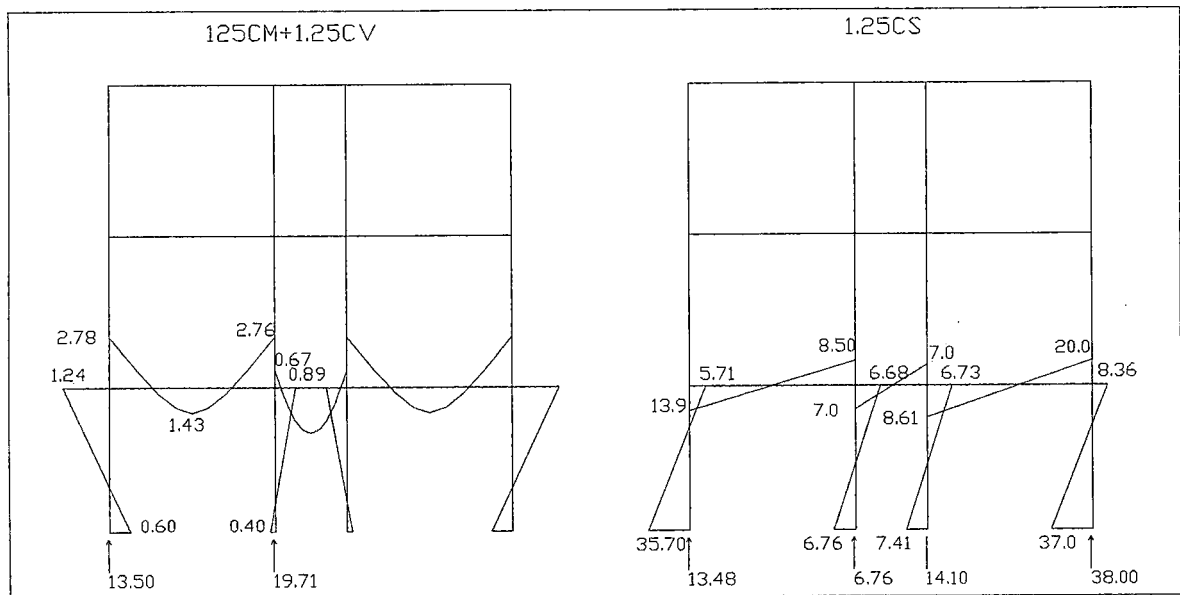
Peso propio de viga:	$2.4 \times 0.50 \times 0.30 = 0.36 \text{ Tn/m}$
Peso de losa (ancho tributario) :	$0.30 \times 2.10 = 0.63 \text{ Tn/m}$
	WD = 0.99 Tn/m

s/c de techo	:	$0.10 \times 2.10 = 0.21 \text{ Tn/m}$
--------------	---	--

En el siguiente esquema se observan las cargas de gravedad aplicadas



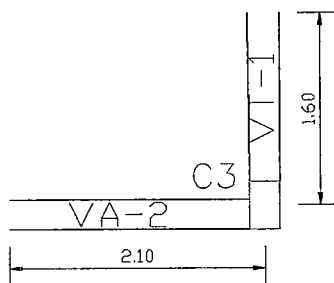
Diagramas de momento flector:



- Para las cargas determinadas en el análisis tenemos:

Bajo la hipótesis $1.25x(CM+CV+S)$

Para el cálculo de la fuerza axial se usará el correspondiente metrado por área de influencia:



$$\text{Area}=2.10 \times 1.6=3.36\text{m}^2$$

En el primer y segundo nivel:

Peso de vigas	: 2.4x(0.125x2.1+0.125x1.6)	= 1.11Tn
Peso de losa	: 0.30x3.36	= 1.00 Tn
Tabiquería	: 1.8x(0.15x2.4x2.1+0.25x2.4x1.6)	= 3.08 Tn
Piso terminado	: 0.10x3.36	= 0.34 Tn
		PD = 5.53 Tn

s/c de piso : 0.30x3.36 PL = 1.00Tn

Tercer nivel:

Peso de vigas	: 2.4x(0.125x2.1+0.125x1.6)	= 1.11Tn
Peso de losa	: 0.30x3.36	= 1.00Tn
		PD = 2.11Tn

s/c de techo : 0.10x3.36 PL = 0.34 Tn

En la base de la estructura tenemos:

$PD=5.53x2+1.00=12.06Tn.$

$PL=1.00x2+0.34=2.34Tn.$

Verificación por flexión

Flexión al rededor del eje "X"

$P_u=1.25x(12.06+2.34)+38.00=56.00Tn$

$M_u=0.60+37.00=37.60Tn$

Flexión al rededor del eje "Y"

$P_u=1.25x(12.06+2.34)+1.25x24.52=48.65Tn$

$M_u=1.25x19.89=24.86Tn$

Teniendo en cuenta que esta columna es menos esbelta que la anteriormente analizada (40x50) no se considera efectos de esbeltez.

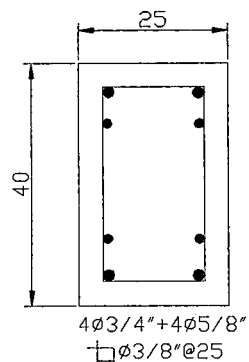
Con el fin de ser conservador se diseñará la columna asumiendo que el acero longitudinal de la columna original no contribuye a la resistencia a la flexión de esta nueva sección.

A continuación se muestra la sección de columna propuesta:

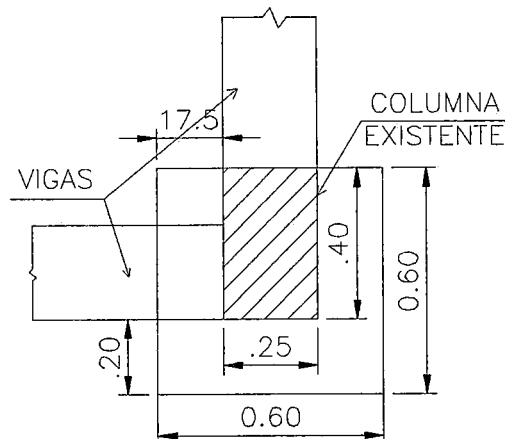
Columna original=25x40

Columna a reforzar=60x60

Originalmente la columna de 25x40 tenía un refuerzo de $4\phi 3/4"+4\phi 5/8"$, como se muestra en la figura



Columna original

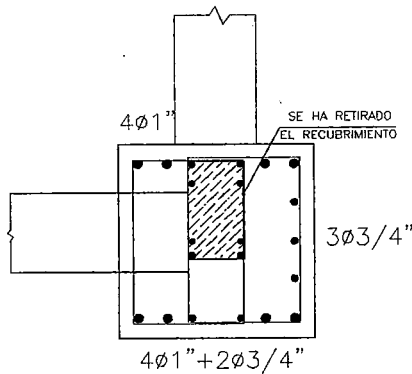


Como se puede observar, la columna analizada esta situada en la esquina, por lo que con la finalidad de no perforar el concreto de las vigas que llegan al nudo con el nuevo refuerzo, se dispone como se muestra en la figura anterior.

Así tenemos que para una primera aproximación se asume una cuantía $R_o=0.015$

Para la sección de 60x60cm, $A_s=0.015 \times 60 \times 60 = 54.00 \text{cm}^2$

Para lo cual se dispone el refuerzo como se muestra en la figura.



Considerando:
 $8\phi 1'' + 5\phi 3/4$
 $A_s = 54.25 \text{cm}^2$

Se procede elaborar el diagrama de interacción de esta sección para flexión uniaxial, en las dos direcciones principales de flexión.

Flexión al rededor del eje "X"

$P_u = 56.00 \text{Tn}$

$M_u = 37.60 \text{Tn}$

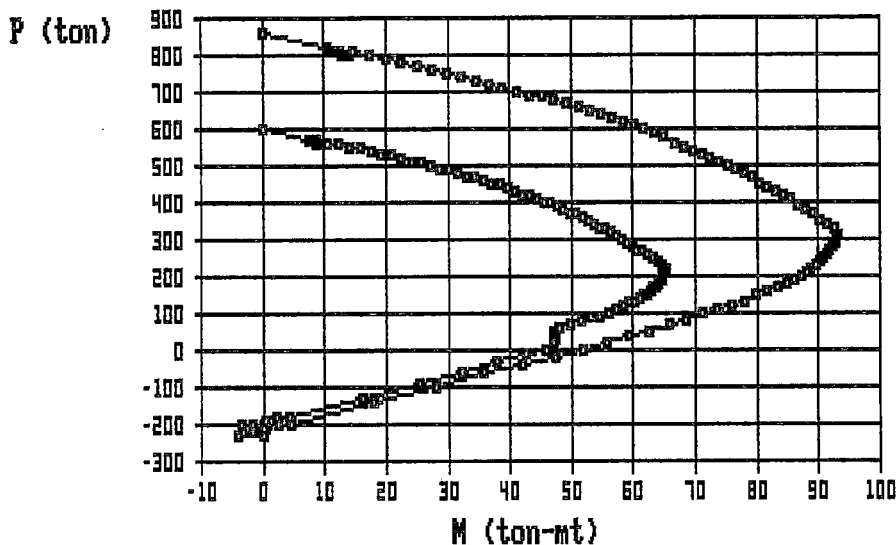
Diagrama de interacción flexión alrededor del eje "X":

DINTER - COLUMNA(60x60)EJEX - 8/10/100

Sec. Rectangular Area Bruta=3600

$F'_c=210$ $F_y=4200$ $A_s=54$ $Rho=0.0151$ Acero en 5 capas

Diag. Referido al Centroido Plast. en Compresion $V_{cpc}=30.7$



Resist. Nominales $P_o=861$ $T_o=228$ $P_b=316$ $M_b=93$

Se observa que los valores de cargas últimas se encuentran dentro de los límites de los valores del diagrama de interacción.

Flexión al rededor del eje "Y"

$P_u=48.65Tn$

$M_u=24.86Tn$

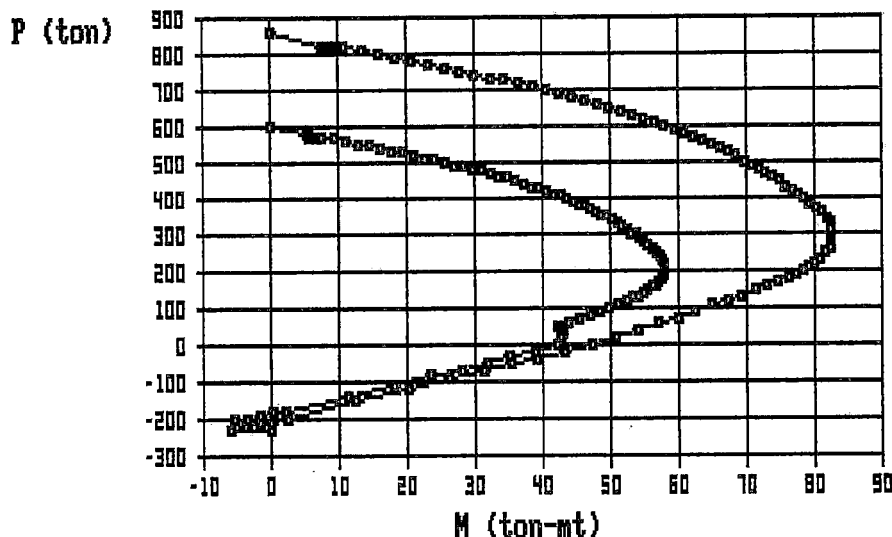
Diagrama de interacción flexión alrededor del eje "Y":

DINTER - COLUMNA(60x60)EJEY - 8/10/100

Sec. Rectangular Area Bruta=3600

$F'_c=210$ $F_y=4200$ $A_s=54$ $Rho=0.0151$ Acero en 6 capas

Diag. Referido al Centroide Plast. en Compresion $\gamma_{cp}=31.0$



Resist. Nominales $P_o=861$ $T_o=228$ $P_b=333$ $M_b=82$

Se observa que los valores de cargas últimas se encuentran dentro de los límites de los valores del diagrama de interacción.

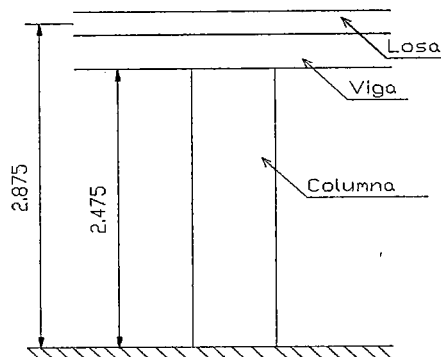
Habiendo chequeado la sección propuesta para la flexión alrededor de los ejes principales se concluye que con el acero de refuerzo planteado y sin considerar la intervención del acero longitudinal existente la sección satisface las condiciones de resistencia para las cargas aplicadas.

Verificación por corte

Con la finalidad de garantizar una falla dúctil de los elementos estructurales sismorresistentes se diseñará el refuerzo por corte asumiendo primero una falla por flexión de la columna, así tenemos que se diseñarán los estribos que tomarán el corte, similarmente al diseño por flexión seremos conservadores en considerar que el estribo "existente", no toma corte, que no es del todo cierto pero si consideramos que de la experiencia se detectó que algunas columnas que fallaron después del sismo no tenían estribos (Por fallas constructivas) entonces se procederá de la siguiente manera:

Siguiendo el mismo criterio de buscar una falla por flexión en lugar de una por corte, la fuerza cortante (V_u) de los elementos en flexocompresión deberá determinarse a partir de las resistencias nominales en flexión (M_n), en los extremos de la luz libre del elemento, asociados a la fuerza axial P_u que dé como resultado el mayor momento nominal posible.

Para la sección de columna analizada de sección $60 \times 60 \text{ cm}^2$, del **diagrama de interacción** se observa que el mayor momento se producirá para $P_u = 56.00 \text{ Tn}$, el momento nominal será $M_n = 60 \text{ Tn-m}$ aproximadamente, alrededor del eje "X" en que la flexión es mayor, luego tenemos que la luz libre será:



La fuerza cortante es constante a lo alto de la columna igual a $V_u = (60 + 60) / 2.475 = 48.48 \text{ Tn-m}$

Cálculo de la resistencia del concreto para resistir cortante.
Para columnas sometidas a flexión, corte y carga axial:

$$V_c = 0.5 \times \sqrt{210} \times b_w \times d \left(1 + 0.0071 \frac{N_u}{A_g} \right)$$

$$V_c = 0.5 \times \sqrt{210} \times 60 \times 54 \left(1 + 0.0071 \frac{56000}{3600} \right) = 26.07 \text{ Tn}$$

Se observa que es necesario colocar estribos para tomar el corte el corte que tomará el acero será $V_s = 48.48 / 0.85 - 26.07 = 30.96 \text{ Tn}$.

Considerando doble estribo (Necesario por requisitos mínimos para disposición de estribos en la sección)

Calculamos el espaciamiento (s)

$$s = A_v \times f_y \times d / V_s$$

$$s = (4 \times 0.71) \times 4200 \times 54 / 30960 = 20.80 \text{ cm}$$

De acuerdo a los límites que nos da la Norma en cuanto a espaciamiento tenemos:

Se requiere tener una zona de confinamiento que no sea menor de:

- $l_o = 2.475 / 6 = 0.41 \text{ m}$
- $l_o = 60 \text{ cm}$.
- 45cm.

Tomamos $l_o = 60 \text{ cm}$.

Así en esta zona el espaciamiento no será mayor que el menor de los siguientes valores.

$$a) d/2 = 60/2 = 30 \text{ cm}$$

$$b) 10 \text{ cm}$$

Tomamos 10cm.

Luego los estribos irán repartidos de la siguiente manera:

1 @.05, en la zona de confinamiento @.10 y en el resto de la columna @.20.

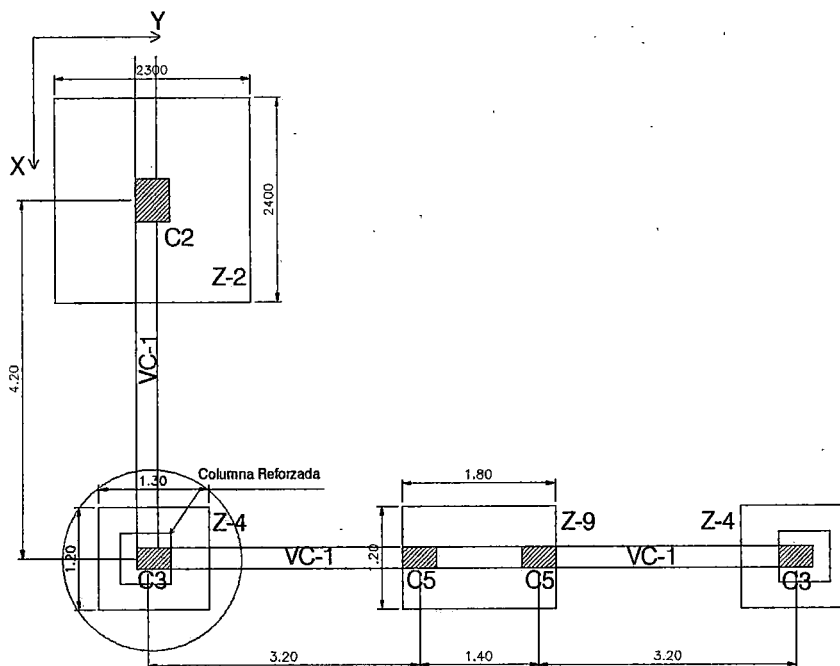
Como se tiene el caso de estribos existentes en los nudos estos deberán quedar como tal ya que el nudo viga-columna, no se ha tocado.

Para detalles del refuerzo favor remitirse a los planos adjuntados en los anexos.

VERIFICACION DE ZAPATAS EXISTENTES EN COLUMNAS REFORZADAS

No conociendo con exactitud la capacidad portante del terreno de cimentación en la zona ni por ende la profundidad de cimentación a la cual se encuentra esta resistencia del terreno, se ha asumido para fines de verificación el caso más desfavorable.

Según los planos del proyecto nos plantea diferentes tamaños de zapatas conectadas en función a la capacidad portante del terreno para lo cual hemos asumido la menor posible $\sigma=1\text{kg/cm}^2$, para lo cual las dimensiones de zapatas originales se muestran.



Para mayores datos sobre las secciones de vigas de cimentación y zapatas remitirse a los planos del proyecto.

Se verificará la zapata correspondiente a la columna que se ha reforzado y cuyo refuerzo se ha calculado, para esto tomaremos las cargas últimas en las bases de las columnas para este caso (las mismas cargas que se han empleado para el cálculo de la columna)

Así tenemos:

Que para el metrado de cargas de gravedad efectuado anteriormente se obtuvo:

$$PD=5.53 \times 2 + 1.00 = 12.06 \text{ Tn.}$$

$$PL=1.00 \times 2 + 0.34 = 2.34 \text{ Tn.}$$

$$Pt=12.06 + 2.34 = 14.40 \text{ Tn.}$$

De los resultados del análisis en el pórtico correspondiente, para la columna anteriormente diseñada se tienen las siguientes cargas de servicio.

Tomando como capacidad portante del terreno $\sigma=1\text{kg/cm}^2$

Como primera comprobación, tenemos:

Que chequeando rápidamente sólo para carga axial de gravedad

$$P_t=14.40\text{Tn}$$

$$S/C \text{ piso}=300\text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_n=10-0.3=9.7\text{Tn/m}^2$$

$$A_{zap}=14.40/9.7=1.48\text{m}^2$$

Según se observa existe una zapata de $1.20 \times 1.30 = 1.56\text{m}^2 > 1.48\text{m}^2$.

Luego se concluye que para las cargas de gravedad de servicio el área de la zapata es suficiente.

Ahora se considerara, el efecto de la viga de cimentación, para fines practico se asumirá un modelo en el cual sólo este en contacto con la zapata adyacente.

Se efectuará la correspondiente verificación de las dimensiones de la zapata existente, para la condición gravedad + sismo.

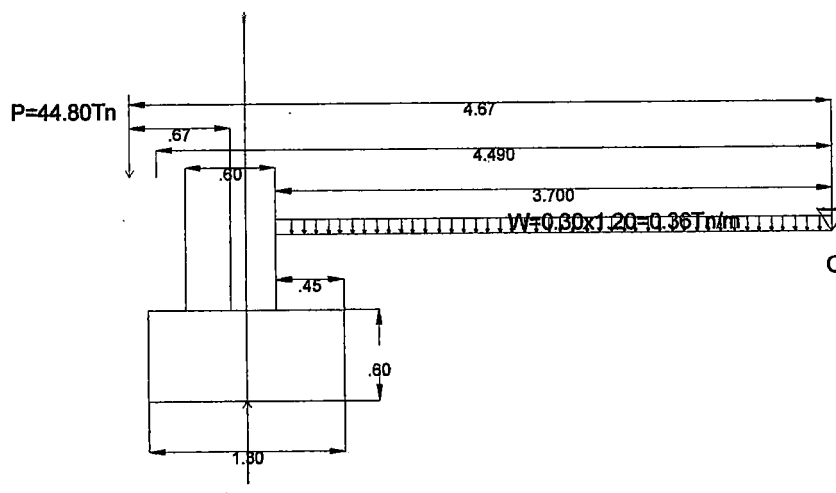
Flexión al rededor del eje "X"

$$P=12.06+2.34+38.00/1.25=44.80\text{Tn}$$

$$M=0.60/1.25+37.00/1.25=30.08\text{Tn}$$

$$e=30.08/44.80=0.67$$

Modelo:



Se tiene que:

Tomando momentos en "O"

$$44.80 \times 4.67 + 0.36 \times 3.7^2 / 2 = R \times 3.90$$

$$R=54.27\text{Tn}$$

Como estamos usando la combinación gravedad+sismo, se procederá a aumentar los esfuerzos resistentes en 1/3, por lo que

$$\sigma=1.33 \times 1.0=1.33\text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_n=13.3-0.3=13.00\text{Tn/m}^2$$

$$A_{zap}=54.27/13.00=4.17\text{m}^2$$

$$\text{Area de zapata existente}=1.20 \times 1.30=1.56\text{m}^2$$

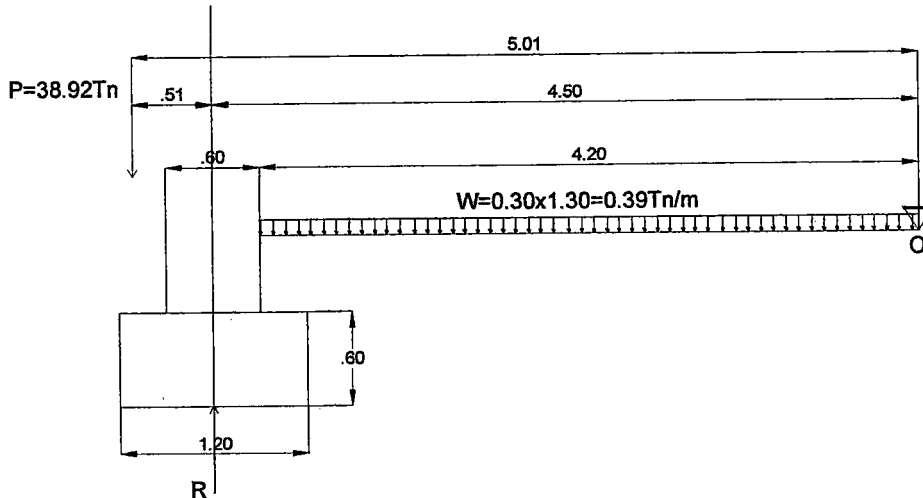
Observamos que la zapata existente no tiene dimensiones suficientes, por lo que habrá que aumentar sus dimensiones.

Flexión al rededor del eje "Y"

$$P=12.06+2.34+24.52=38.92\text{Tn}$$

$$M=19.89\text{Tn}$$

Modelo:



Se tiene que:

Tomando momentos en "O"

$$38.92 \times 5.01 + 0.39 \times 4.2^2 / 2 = R \times 4.50$$

$$R = 44.00\text{Tn}$$

Como estamos usando la combinación gravada +sismo, se procederá a aumentar los esfuerzos resistentes en 1/3, por lo que

$$\sigma_n = 13\text{Tn/m}^2$$

$$A_{zap} = 44.00 / 13.00 = 3.38\text{m}^2$$

$$\text{Area de zapata existente} = 1.20 \times 1.30 = 1.56\text{m}^2$$

Observamos que la zapata existente no tiene dimensiones suficientes.

Por lo tanto tomamos el valor correspondiente a $A_{zap} = 4.17\text{m}^2$

Si aumentamos uniformemente las dimensiones de la zapata en todos los lados, para $A_{zap} = 2.00 \times 2.10 = 4.20\text{m}^2$, será la dimensión de zapata que tomaremos.

Teniendo en cuenta que se trata de una edificación existente, es impracticable modificar la viga de cimentación así como la altura de la zapata.

Pero para poder aumentar las dimensiones de la zapata se deberá de adicionar refuerzo en ambas direcciones, se observa en los planos del proyecto original que el refuerzo existente en la zapata analizada es:

$5\phi 1/2"$, en cada una de las direcciones principales, para lo cual se procederá a extender el refuerzo en el nuevo concreto a vaciar para ampliar la dimensión de la zapata.

Pero se verificará si el refuerzo será el suficiente, para el caso de mas crítico en el cual obtenemos mayor reacción del terreno, "flexión alrededor del eje x"

$$R = 54.27\text{Tn}$$

$$W = 54.27 / 2.00 = 27.14\text{Tn/m}$$

$$\text{Para la mayor longitud de volado en esa dirección } L = 0.45 + 0.80 = 1.25\text{m}$$

$$\text{Momento último: } M_u = 1.25 \times (27.14 \times 1.25^2 / 2) = 26.50\text{Tn-m}$$

Tenemos:

$$\phi=0.9$$

$$Mu=\phi f'c b x d^2 x w(1-.59w)=44.16$$

De donde $w=0.0164$

$$R_{\text{mín}} = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{f_y} = 0.0024$$

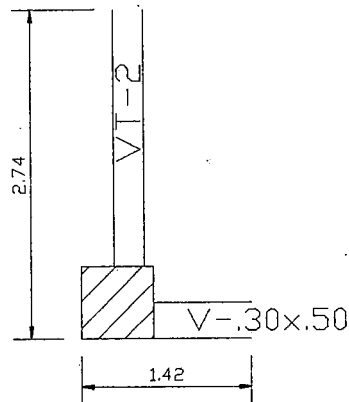
$$R_o=wx210/4200=0.0008$$

Luego $A_s=0.0024x200x52=25.00\text{cm}^2$, observó que en la zapata ya existe $5\phi 1/2"=6.35\text{cm}^2$, solo faltan $A_s=18.64\text{cm}^2$ así que debemos agregar en el nuevo concreto $4\phi 3/4"$ a cada lado para cumplir con el refuerzo mínimo.

A continuación se procederá a efectuar la verificación correspondiente de una de las columnas nuevas que definen la junta.

Se ha elegido la columna correspondiente al nudo 24 de la estructura, Columna entre ejes B y 2.

Para tales fines se procederá a realizar un metrado de cargas para calcular la fuerza axial por cargas de gravedad, se muestra a continuación la columna como su área tributaria:



Area

$$t_{\text{tributaria}}=1.42x2.74=3.90\text{m}^2$$

En el primer y segundo nivel:

Peso de vigas	:	$2.4x(0.15x1.42+0.125x2.74) = 1.33\text{Tn}$
Peso de losa	:	$0.30x3.90 = 1.17\text{ Tn}$
Tabiquería	:	$1.8x(0.15x2.4x2.74+0.15x2.4x1.42) = 2.70\text{ Tn}$
Piso terminado	:	$0.10x3.90= 0.39\text{ Tn}$
		PD = 5.59 Tn

s/c de piso	:	$0.30x3.90$	PL = 1.17Tn
-------------	---	-------------	--------------------

Tercer nivel:

Peso de vigas	:	$2.4x(0.15x1.42+0.125x2.74) = 1.33\text{Tn}$
Peso de losa	:	$0.30x3.90 = 1.17\text{Tn}$
		PD = 2.50Tn

s/c de techo	:	$0.10x3.90$	PL = 0.39 Tn
--------------	---	-------------	---------------------

$$PD=2x5.59+2.50=13.68\text{Tn}$$

$$PL=2 \times 1.17 + 0.39 = 2.73 \text{ Tn}$$

Cargas de sismo:

Se procederá a elegir la carga mas desfavorable de los dos análisis para cada una de las direcciones.

Primer análisis eje "X"

$$P=22.71 \text{ Tn}$$

$$M=22.39 \text{ Tn-m}$$

Primer análisis eje "Y"

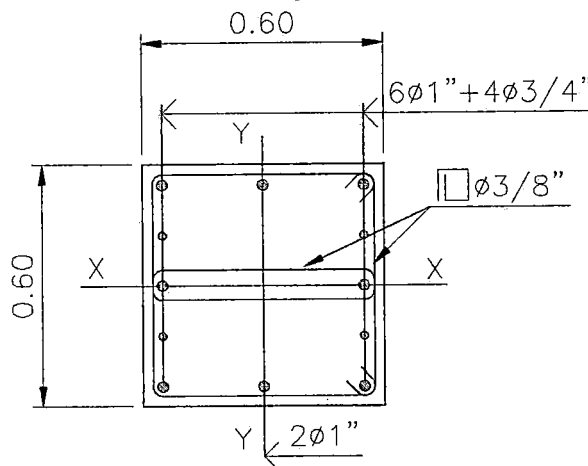
$$P=11.54 \text{ Tn}$$

$$M=25.14 \text{ Tn-m}$$

Para fines prácticos se tomará solamente momento por cargas de sismo, ya que los momentos debidos a cargas de gravedad son pequeños en comparación a los de sismo.

Para lo cual planteamos una sección de columna con su refuerzo correspondiente.

Para una cuantía $R_o=0.015$, aproximadamente.



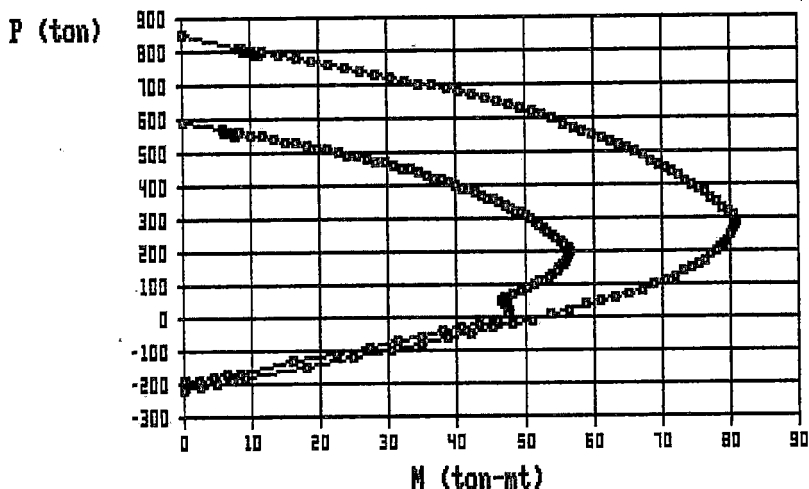
Flexión alrededor del eje "X"

$$PU=1.25 \times (13.68 + 2.63 + 11.54) = 34.81 \text{ Tn}$$

$$MU=1.25 \times 25.14 = 31.43 \text{ Tn-m}$$

Se muestra a continuación el Diagrama de interacción correspondiente a la sección para la flexión alrededor del eje "X"

DINTER - COLUMNA 60X60(JUNTA) - 15/10/100
 Sec. Rectangular Area Bruta=3600
 $F'_c=210$ $F_y=4200$ $A_s=51$ $Rho=0.0143$ Acero en 5 capas
 Diag. Referido al Centroido de la seccion $Y_{cg}=30.0$

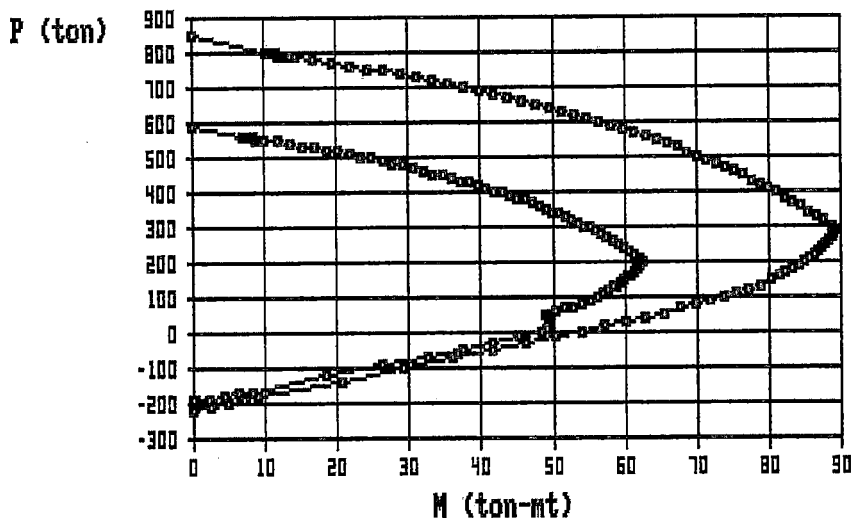


Resist. Nominales $P_o=849$ $T_o=216$ $P_h=296$ $M_h=81$
 Como se observa los valores de carga ultima actuantes están dentro del diagrama de Interacción de la sección.

Flexión alrededor del eje "Y"

$PU=1.25 \times (13.68 + 2.63 + 22.71) = 48.77Tn$
 $MU=1.25 \times 22.39 = 28.00Tn$

DINTER - COLUMNA 60X60(JUNTA) - 15/10/100
 Sec. Rectangular Area Bruta=3600
 $F'_c=210$ $F_y=4200$ $A_s=51$ $Rho=0.0143$ Acero en 3 capas
 Diag. Referido al Centroido de la seccion $Y_{cg}=30.0$



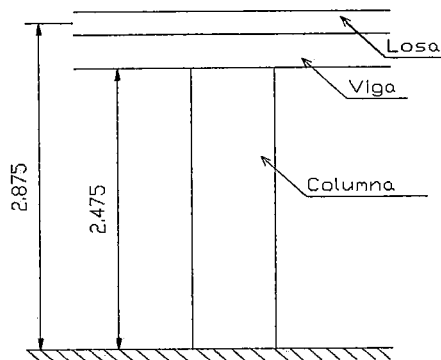
Resist. Nominales $P_o=849$ $T_o=216$ $P_h=293$ $M_h=89$
 Se observa que los valores de cargas últimas caen dentro del diagrama de interacción, por lo tanto se concluye que la sección cumple con las condiciones de flexión para los efectos de flexión en los dos ejes principales donde actúa el sismo.

Verificación por corte

Con la finalidad de garantizar una falla dúctil de los elementos estructurales sismorresistentes se diseñará el refuerzo por corte asumiendo primero una falla por flexión de la columna del mismo modo que se vio anteriormente.

Siguiendo el mismo criterio de buscar una falla por flexión en lugar de una por corte, la fuerza cortante (V_u) de los elementos en flexocompresión deberá determinarse a partir de las resistencias nominales en flexión (M_n), en los extremos de la luz libre del elemento, asociados a la fuerza axial P_u que dé como resultado el mayor momento nominal posible.

Para la sección de columna analizada de sección $60 \times 60 \text{ cm}^2$, del diagrama de interacción se observa que el mayor momento se producirá para $P_u = 48.77 \text{ Tn}$, el momento nominal será $M_n = 60 \text{ Tn-m}$ aproximadamente, alrededor del eje "X" en que la flexión es mayor, luego tenemos que la luz libre será:



La fuerza cortante es constante a lo alto de la columna igual a $V_u = (60 + 60) / 2.475 = 48.48 \text{ Tn-m}$

Cálculo de la resistencia del concreto para resistir cortante.

Para columnas sometidas a flexión, corte y carga axial:

$$V_c = 0.5 \times \sqrt{210} \times b \times w \times d \left(1 + 0.0071 \frac{N_u}{A_g} \right)$$

$$V_c = 0.5 \times \sqrt{210} \times 60 \times 54 \left(1 + 0.0071 \frac{48700}{3600} \right) = 25.73 \text{ Tn}$$

Se observa que es necesario colocar estribos para tomar el corte el corte que tomará el acero será $V_s = 48.48 / 0.85 - 25.73 = 31.30 \text{ Tn}$.

Considerando doble estribo (Necesario por requisitos mínimos para disposición de estribos en la sección)

Calculamos el espaciamiento (s)

$$s = A_v \times f_y \times d / V_s$$

$$s = (4 \times 0.71) \times 4200 \times 54 / 31300 = 20.57 \text{ m}$$

De acuerdo a los límites que nos da la Norma en cuanto a espaciamiento tenemos:

Se requiere tener una zona de confinamiento que no sea menor de:

d) $l_0 = 2.475 / 6 = 0.41 \text{ m}$

e) $l_0 = 60 \text{ cm}$.

f) 45 cm .

Tomamos $l_0=60\text{cm}$.

Así en esta zona el espaciamiento no será mayor que el menor de los siguientes valores.

c) $d/2=60/2=30\text{cm}$

d) 10cm .

Tomamos 10cm .

Luego los estribos irá repartidos de la siguiente manera:

$1 @.05$, en la zona de confinamiento $@.10$ y en el resto de la columna $@.21$.

Para detalles del refuerzo remitirse a los planos adjuntados en los anexos.

VIGAS

Se procederá a continuación a verificar el refuerzo de la viga del primer entrepiso para el pórtico analizado (EJE8), para la misma sección tal como se ha planteado.

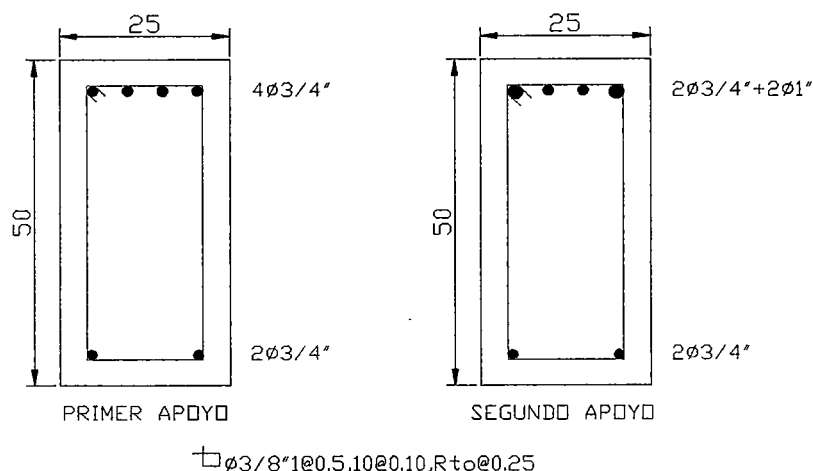
Para la sección de viga $25 \times 50\text{cm}$, y los momento en los apoyos:

Momento primer apoyo: $M_u=2.76+8.50=11.26\text{Tn}\cdot\text{m}$.

Momento segundo apoyo: $M_u=2.78+20=22.78\text{Tn}\cdot\text{m}$.

Así como se vio antes se calcularán los momentos resistentes de las secciones.

Se muestra las secciones de viga en los apoyos (momentos negativos).



Verificación por flexión

Primer apoyo:

Hallare el momento resistente de la sección:

Acero en tracción: $A_s=4 \times 2.85=11.40\text{cm}^2$

Acero en compresión: $A_s=2 \times 2.85=5.70\text{cm}^2$

Tenemos que la cuantía balanceada será:

$R_{ob}=0.85^2 \times 210 / 4200 \times 6000 / (6000 + 4200) = 0.0212$

Luego $R_{omax}=0.75R_{ob}=0.016$

De la sección: $R_o=11.40 / (25 \times 44) = 0.010 < R_{omax}$

$R_o \text{ mín} = 0.70 \times \sqrt{210} / 4200 = 0.0024$

Por lo que se concluye que el refuerzo en compresión no es necesario considerar para hallar el momento resistente de la sección.

De donde tenemos:

$w=4200 / 210 \times 0.010 = 0.20$

$M_u = \phi f' c b d^2 w (1 - 0.59w) = 0.90 \times 210 \times 0.25 \times 44^2 \times 0.20 \times (1 - 0.59 \times 0.20) = 16.14\text{Tn}\cdot\text{m}$

$11.26\text{Tn}\cdot\text{m} < 16.14\text{Tn}\cdot\text{m}$

De donde se observa que la sección con el refuerzo existente es suficiente, para soportar las cargas aplicadas.

Segundo apoyo:

Hallare el momento resistente de la sección:

Acero en tracción: $A_s = 2 \times 2.85 + 2 \times 5 = 15.70 \text{ cm}^2$

Acero en compresión: $A_s = 2 \times 2.85 = 5.70 \text{ cm}^2$

Tenemos que la cuantía balanceada será:

$R_{ob} = 0.85^2 \times 210 / 4200 \times 6000 / (6000 + 4200) = 0.0212$

Luego $R_{om\acute{a}x} = 0.75 R_{ob} = 0.016$

De la sección: $R_o = 15.70 / (25 \times 44) = 0.014 < R_{om\acute{a}x}$

$R_o \text{ m\acute{i}n} = 0.70 \times \sqrt{210} / 4200 = 0.0024$

Por lo que se concluye que el refuerzo en compresión no es necesario considerar para hallar el momento resistente de la sección.

De donde tenemos:

$w = 4200 / 210 \times 0.014 = 0.28$

$M_u = \phi f' c b d^2 w (1 - 0.59w) = 0.90 \times 210 \times 0.25 \times 44^2 \times 0.28 \times (1 - 0.59 \times 0.28) = 21.38 \text{ Tn-m}$

El mometo último por las cargas $M_u = 22.78 \text{ Tn-m}$, es mayor que el momento resistente de la sección $M_u = 21.38 \text{ Tn}$.

Por lo tanto recurrimos a que este momento esta siendo calculado al eje de pórtico, pero reduciendo a la cara de la columna $M_u = 2.40 + 17 = 19.40 \text{ Tn-m} < M_u = 21.38 \text{ Tn-m}$.

De donde se observa que la sección con el refuerzo existente es suficiente, para soportar las cargas aplicadas.

Verificación por corte.-

Viga de tres tramos: para la luz de 32.90m Luz libre)

$VU = (MU_1 + MU_2) / L_n$

Donde:

M_{n1top} : Momento nominal el primer apoyo arriba

M_{n1bot} : Momento nominal el primer apoyo abajo

M_{n2top} : Momento nominal el segundo apoyo arriba

M_{n2bot} : Momento nominal el segundo apoyo abajo

$A_{inferior} = 5.70 \text{ cm}^2$

$R_o = 5.70 / (25 \times 44) = 0.0051 > R_{om\acute{i}n}$.

$w = 4200 / 210 \times 0.0051 = 0.102$

$M_{nbot} = f' c b d^2 w (1 - 0.59w) = 210 \times 0.25 \times 44^2 \times 0.102 \times (1 - 0.59 \times 0.102) = 9.74 \text{ Tn-m}$

Luego:

$M_{n1top} = 16.14 \text{ Tn}$

$M_{n1bot} = 9.74 \text{ Tn}$

$M_{n2top} = 21.38 \text{ Tn}$

$M_{n2bot} = 9.74 \text{ Tn}$

$VU = (21.38 + 9.74) / 3.90 = 7.98 \text{ Tn}$.

Del metrado de cargas por cargas de gravedad:

$WD = 2.36 \text{ Tn/m}$

$WL = 0.63 \text{ Tn/m}$

$WU = 1.25 \times (2.36 + 0.63) = 3.74 \text{ Tn/m}$

$VU(\text{isost}) = 3.74 \times 3.90 / 2 = 7.30 \text{ Tn}$

$VU_{\text{max}}(\text{apoyo}) = 7.98 + 7.30 = 15.28 \text{ Tn}$

Reduciendo a una distancia ($d=44\text{cm}$) de la cara del apoyo.

$$VU=15.00\text{Tn}$$

Cortante resistido por el concreto:

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{210} \times 25 \times 44 = 8.45 \text{ Tn}$$

Luego:

$$V_n=V_c+V_s$$

$$15.28=0.85 \times (8.45+V_s)$$

$$V_s=9.52\text{Tn}$$

Considerando estribos de 3/8"

Para la configuración planteada:

$$s=(1.42) \times 4200 \times 44 / 9520 = 27.50\text{cm}$$

De lo que se observa que el espaciamiento que se debió usar para garantizar la resistencia al cortante debió de ser:

$$1@.5, 10 @.10, \text{Rto } @.27$$

De manera que la distribución de estribos planteada en la viga existente $1@.5, 10 @.10, \text{Rto } @.27$ es suficiente para tomar el corte, considerando que primero existirá una falla por flexión.

CAPITULO IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Es necesario dar una explicación mas detallada de la ubicación de la junta de separación sísmica, como hemos visto anteriormente la planta de la estructura original era una estructura con configuración irregular según lo que estipula la Norma NTE-E.030, por lo que con una estructuración aporticada era difícil que experimentara desplazamientos pequeños, por lo que se optó en separar la estructura en dos bloques, y siguiendo la recomendación que nos da la Norma de preferir bloques con plantas regulares, se decidió separar en una estructura de planta regular (octógono) y otra de planta irregular (rectángulos), aprovechando también la rigidez que ejercía el octógono sobre la estructura, además teníamos la escalera como límite entre los dos bloques.

Después de definir las propiedades físicas y geométricas de cada una de las plantas se procedió a realizar los análisis correspondientes, de lo cual se encontró que la estructura en forma de octógono (regular) cumplía con las exigencias que nos da la Norma en lo que respecta a los desplazamientos laterales para el espectro correspondiente, no necesitando aumentar las rigideces laterales, por el contrario en el caso del bloque restante, al cual hemos denominado "rectángulos", se le sometió al espectro correspondiente a estructuras irregulares, encontrándose que la estructura no era lo suficientemente rígida por lo que se decidió rigidizarla, aprovechando que era factible aumentar las dimensiones de las columnas situadas en los límites de la junta así como la de la escalera y columnas de esquinas, que son las que permiten el mayor desplazamiento de entrepiso, logrando con este aumento de dimensiones, que la estructura cumpliera con los límites de la Norma,

Se describe a continuación las consideraciones para plantear la junta de separación.

Al definir la junta en el perímetro del "octógono", se ubican columnas paralelas con las dimensiones indicadas (0.60x0.60m) en el análisis correspondiente y en los planos adjuntados en el Anexo2, pero debemos de tener en cuenta el reforzamiento de la cimentación existente y prepararla para poder anclar las nuevas columnas mientras que la estructura a reforzar "rectángulos" deberá de ser apuntalada, así mismo el primer descanso de la escalera que se apoyaba en el muro correspondiente al octógono deberá apoyarse ahora en un nuevo muro que se

ubicará entre las nuevas columnas dicho detalle se muestra en el plano de estructuras del primer nivel en el Anexo2.

A demás en lo que respecta a las vigas se han dimensionado con una sección de 0.30x0.50m, la s cuales forman pórticos en conjunto con las nuevas columnas planteadas.

No debemos olvidar que el valor de la junta de separación sísmica ha sido estimado, pero ahora ya estamos en capacidad de poder calcularlo con mayor exactitud ya que conocemos los máximos desplazamientos de ambos bloques, se procederá a verificar si la dimensión de junta que se planteo (5cm) originalmente es la adecuada.

A continuación citamos los desplazamientos máximos en cada uno de los bloques (los desplazamientos que se presentan son los correspondientes a el tercer nivel para ambos bloques y son desplazamientos absolutos los cuales se han obtenido de multiplicar el valor que nos dio el análisis correspondiente por el respectivo valor de "R")

Desplazamiento máximo encontrado en el bloque del octógono es de **4.05cm** en el tercer nivel para el segundo análisis en la dirección "Y".

Desplazamiento máximo encontrado en el bloque de los rectángulos es de **6.41cm** en el tercer nivel para el segundo análisis en la dirección "X".

Para mayor referencia de estos valores podemos referirnos a los resultados de los análisis correspondientes.

Según la Norma :

Esta distancia mínima no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s=3+0.004x(h-500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s>3 \text{ cm.}$$

De esto tenemos:

$$s=3+0.004x(887.5-500)=4.55\text{cm.}$$

Además, $s \geq \frac{2}{3} \times (4.05 + 6.41) = 6.97 \text{ cm}$, luego podemos concluir que se requiere de una junta de 7.00cm. para no correr el riesgo de que los dos bloques choquen en un posible movimiento sísmico.

En cuanto a la ubicación de las ventanas y puerta que se ubican en los límites de la junta se deberá de tener especial cuidado en ubicarlas en una posición en la cual su función no sea afectada y donde sea factible establecer los respectivos marcos y jamba.

Haciendo un enfoque mas general en lo que respecta a la estructura analizada, para conseguir aumentar las rigideces laterales en ambas direcciones sería conveniente plantear en lugar de las columnas de poca esbeltez placas de concreto armado, que por su pequeño espesor y gran rigidez lateral rigidizan eficientemente sistemas aporticados, el motivo por el cual no se ha planteado esta solución es debido a las características y dimensiones de la cimentación así como a la dificultad que representa plantear una cimentación para placa tan adyacente a una cimentación existente para columna, además si a esto sumamos que afectarían el funcionamiento de las ventanas existentes, pero esta solución podría tenerse en cuenta si se tratará de una estructura con otras características.

La solución expuesta en este trabajo es una de las tantas soluciones que se pueden plantear cuando se trata de un reforzamiento de estructura, la elección de la mejor solución estará en función a las características de la estructura existente así como de la arquitectura, tipo de suelo y por ende de cimentación.

A continuación se considerarán algunos aspectos correspondientes a las fallas de la estructura analizada:

Si bien es cierto en el presente trabajo se ha estudiado la estructura del C.E. Fermín del Castillo ante movimientos sísmicos ha sido exclusivamente desde un punto de vista netamente estructural y analítico, lo que podría ayudar a definir procedimientos posteriores de construcción, pero también debemos de tener en cuenta que existen otros factores que inciden de una manera importante en el comportamiento sísmico, así tenemos que de acuerdo con los estudios efectuados después de la ocurrencia del sismo se encuentra que la estructura en mención se encuentra cimentada sobre relleno y próxima a un desnivel topográfico, lo que pudo influir en la amplificación de las ondas sísmicas, pero no justifican los daños que se encontraron, la principal

causa fueron los defectos constructivos que se hallaron los cuales por mejor diseñada que estuviera la estructura aumentarían la vulnerabilidad de la estructura

Por ejemplo en el Anexo3 se muestra parte de una publicación de la revista "El Ingeniero Civil" hecha despues del cicmo del 12 de Noviembre de 1196, que muestra entre sus fotografías una culumna que ha perdido totalmente el concreto de recubrimiento y que además se encuentra orientada en sentido contrario al que se indica en los planos.

Así mismo se debe tener en cuenta un tema que es muy importante y que define la mayoría de los daños materiales en las edificaciones despues de un sísmo, se trata de las juntas que deben de existir entre la albañilería de tabiquería y los elementos de concreto armado, esta junta debe de permitir que de ocurrir un siímo los elementos de concreto armado no choquen con los muros de ladrillo, ya que estos primeros tienen menor rigides lateral que los muros.

Una manera de poder estimar el valor de la junta entre elementos de estos dos materiales es conociendo el desplazamiento relativo de entrepiso y la junta deberá ser mayor o igual aesto valor, con el fin de tener una idea de la megmitud de la junta podemos hacer un cálculo de esta suponiendo el máximo valor de desplazamiento relativo que establece la Norma sismorreisistente.

Como hemos visto anteriormente la Norma establece un límite maximo de 0.007 para distorsión relativa de entrepiso, si tenemos como en nuestro caso una altura de entrepiso de 3.00m, siendo este valor mas elevado que el que se establecia en el regramento anterior como hemos visto anteriormente entonces se tiene que el máximo valor de junta es igual a2.1cm., siendo este un valor que se debe respetar, para las edificacines aporticadas con tabíques de almañilería.

Después de la ocurrencia del Sismo de Nazca se ha tomado consciencia que si antes se denominaba a la tabiquería elementos no estructurales, estos tienen una influencia en los elementos de concreto.

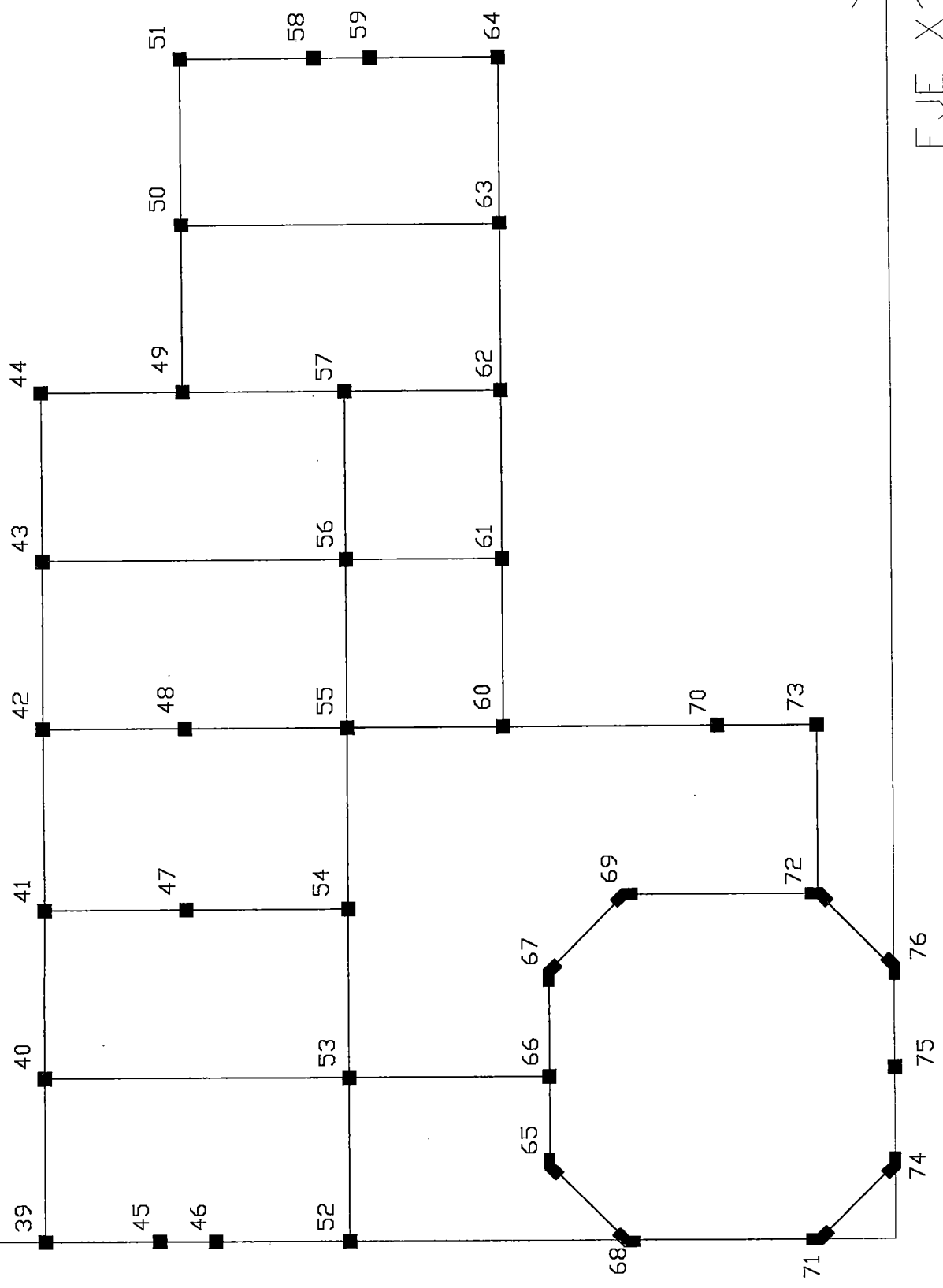
RECOMENDACIONES

- Se ha observado en la experiencia que la configuración en planta de estructuras irregulares, incide de manera determinante en los desplazamientos laterales, y los giros en planta, por lo tanto se debe de seguir la recomendación que nos da la norma de plantear configuraciones regulares.
- En el caso especial de la estructura del Centro educativo analizado donde se ha procedido a un reforzamiento se deberá de tener cuidado en el proceso constructivo a seguir para dicho fin, en cuanto a las columnas a reforzar se tendrá cuidado en mantener el recubrimiento del acero de refuerzo, además en los casos en que la columna carece de estribos se tendrá que tener cuidado en eliminar el acero longitudinal deformado y colocar los nuevos estribos para tomar el cortante de la nueva sección, en los casos en que se refuerce una columna que si cuentan con estribos convendrá diseñar los nuevos sin considerar que los existentes contribuirán a tomar cortante.
- En lo que respecta a las columnas nuevas que se plantean para definir la junta se seguirá en mismo criterio, pero teniendo en cuenta el taladrar la zapata existente con un anclaje aprovechando la armadura existente, o si fuera necesario ampliar la zapata, en los anexos se grafica la forma recomendada de anclar las nuevas columnas en las zapatas en base a la verificación efectuada.
- En realidad si observamos las columnas de la junta podemos ver que a las columnas correspondientes al octógono se les está reduciendo la carga vertical ya que solamente cargará lo correspondiente al octógono y la nueva columna cargará el resto de la carga más su peso propio y si sumamos estas dos cargas la zapata recibirá una carga similar a la inicialmente transmitida por la columna original, si es necesario ampliar la dimensión de la zapata será por facilitar la conexión de la columna nueva (60x60).
- En lo que respecta a la secuencia de refacción se recomienda primero reforzar las columnas existentes, apuntalando en el lugar respectivo, de ser necesario en las columnas de las esquinas se deberá de retirar el refuerzo existente de manera que no impida el vaciado del concreto nuevo, luego proceder la separación de los bloques, en el caso de las vigas nuevas se procederán a apuntalar la los extremos de losa.

- En lo que respecta al concreto que se vaciara para aumentar la sección de las columnas se usará un concreto con mínima contracción de fragua, lo que se logra con una dosificación con bajo contenido de agua o con el uso de un plastificante
- En las secciones a reforzar se deberá de retirar en su totalidad el recubrimiento para crear una superficie rugosa.
- Se deberá de tener especial cuidado cuando en el proceso de refacción se encuentre alguna instalación eléctrica o sanitaria, de manera de no interferir con su funcionamiento.
- Se deberá de proporcionar una junta de separación entre los muros de albañilería y las columnas de concreto armado, especialmente en los bordes de ventana, si se observan los planos del proyecto original en ellos se detallan refuerzos horizontales el los muros, de mantenerlos se deberá de tener cuidado de independizar los muros completamente de los elementos de concreto armado.
- Para mayores detalles de la colocación de los refuerzos, remitirse a los planos adjuntos.

ANEXO 1

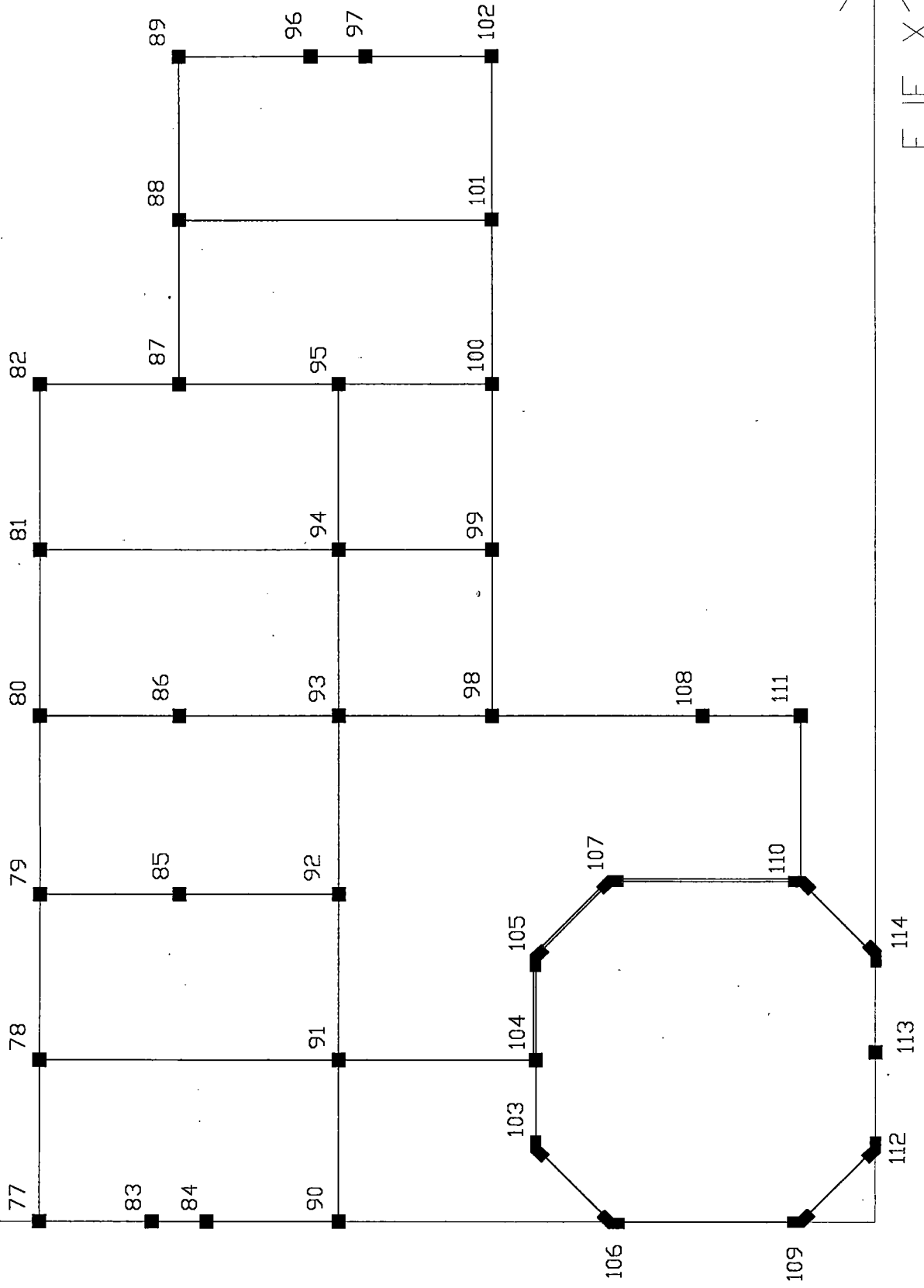
EJE X



LOSA 1 NIVEL

EJE X

EJE X

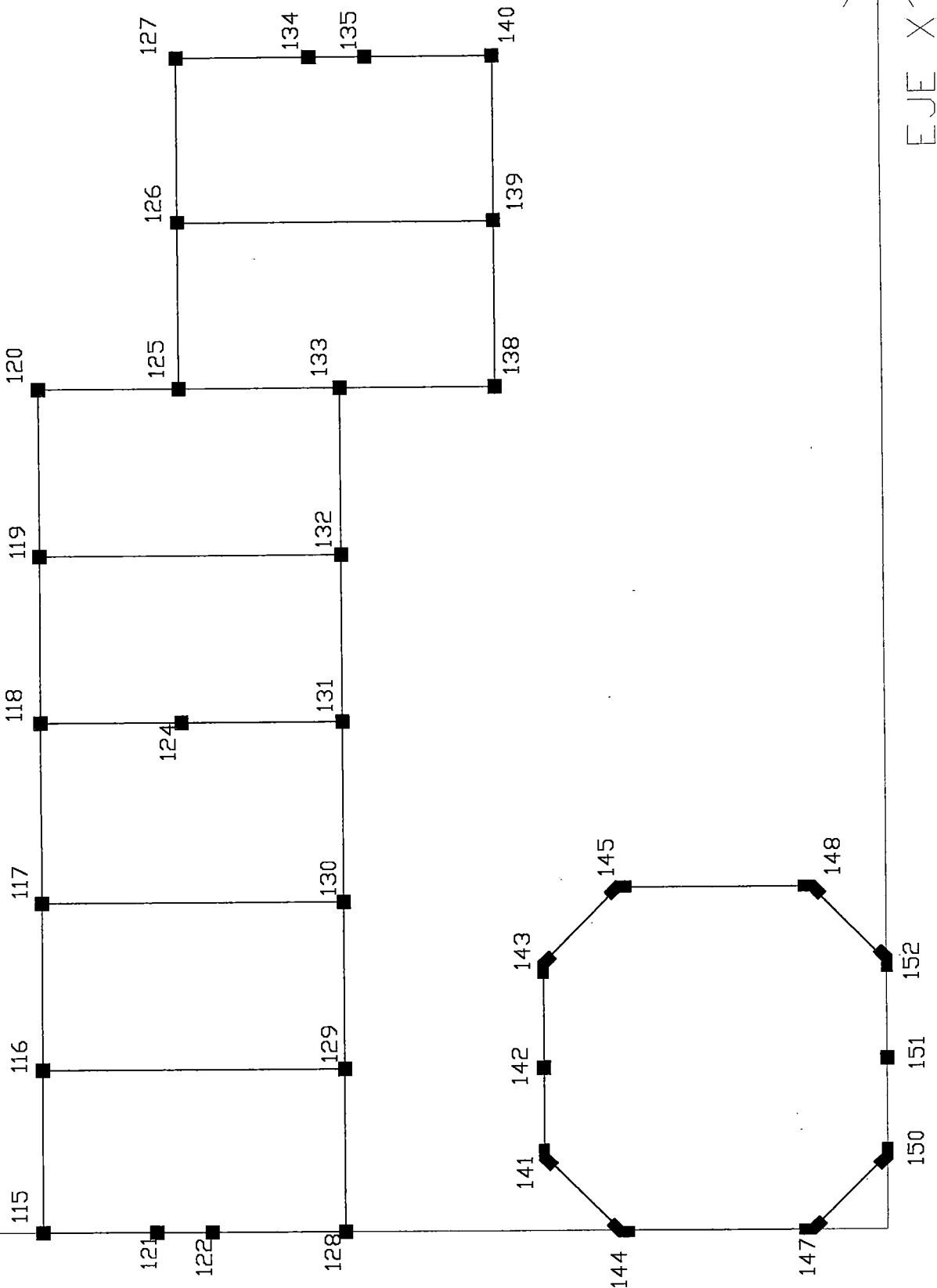


LOSA 2 NIVEL

EJE Y



EJE X



EJE X



LOSA 3 NIVEL

Propiedades de un Area Definida por las Coordenadas de sus Vertices

HSP 1335

Coordenadas de los Vertices	
x	y
1.109	0
1.2867	0.1768
0.725	0.7375
0	0.7375
0	0.4875
0.6214	0.4875
1.109	0

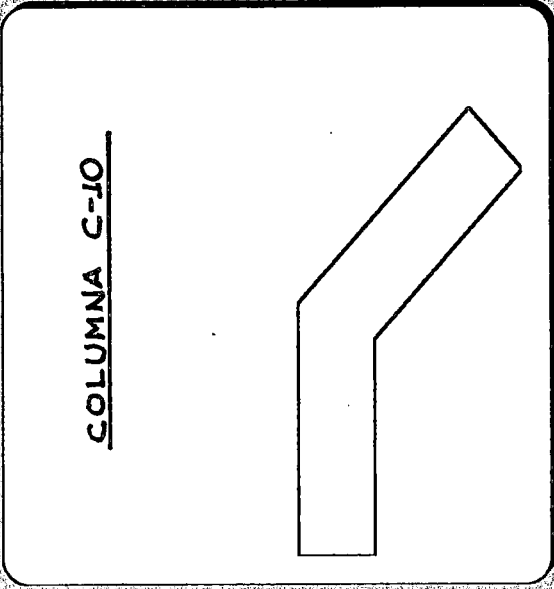
Círculos que se Interseccionan (R)		
R	x	y

A = 0.354

Ellos Originales
 $Y_{max} = 0.738$
 $Y_{min} = 0.000$
 $I_x = 9.2724E-02$
 $I_y = 1.9280E-01$
 $I_{xy} = 9.2603E-02$
 $J = 2.8540E-01$

Ellos Balanceados
 $x = 0.651$
 $y = 0.478$
 $I_x = 1.1929E-02$
 $I_y = 4.2709E-02$
 $I_{xy} = -1.7517E-02$
 $J = 5.4637E-02$
 $i = 0.393$
 $S_{top} = 4.5969E-02$
 $S_{bot} = 2.4955E-02$

Ellos Principales
 $\phi = 65.65$
 $I_x = 5.0636E-02$
 $I_y = 4.0017E-03$



Los vértices deben darse en sentido antihorario si el área es positiva y en sentido horario si es negativa. Cada bloque correspondiente a un perímetro, exterior o interior, debe terminarse con una línea en blanco.

Propiedades de un Área Definida por las Coordenadas de sus Vertices

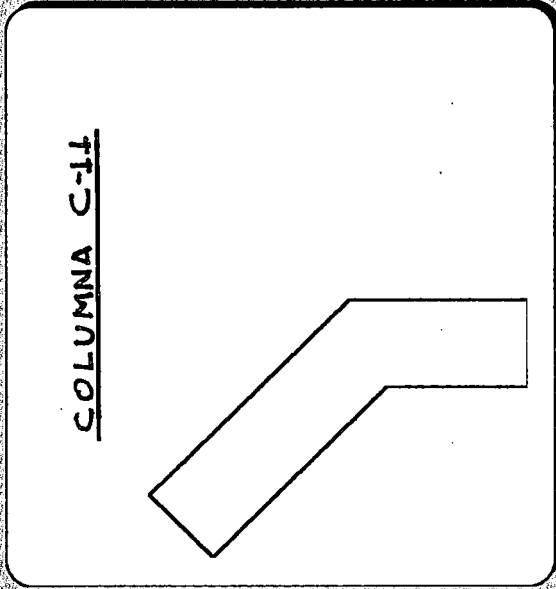
HSE1925

Coordenadas de los Vertices	
x	y
0.4875	0
0.7375	0
0.7375	0.5
0.1768	1.0607
0	0.884
0.4875	0.3964
0.4875	0

Circuitos, Llegada (R), o Desembarco (R)		
R	x	y

A = 0.297

Ejes Principales	
y_{max}	= 1.061
y_{min}	= 0.000
ix	= 1.0608E-01
iy	= 7.1329E-02
ixy	= 5.8449E-02
J	= 1.2978E-01



Ejes Balanceados	
x	= 0.453
y	= 0.528
ix	= 2.3039E-02
iy	= 1.0426E-02
ixy	= -1.2668E-02
J	= 3.3464E-02
i	= 0.335
S_{top}	= 4.3286E-02
S_{bot}	= 4.3596E-02

Ejes Principales	
ϕ	= 31.77
ix	= 3.0883E-02
iy	= 2.5816E-03

Los vértices deben darse en sentido antihorario si el área es positiva y en sentido horario si es negativa. Cada bloque correspondiente a un perfilado, exterior o interior, debe terminarse con una línea en blanco.

ANEXO 3

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES

COMITÉ TÉCNICO ESPECIALIZADO

Presidente : Ing. Julio Kuroiwa Horituchi
Secretario Técnico : Ing. José Amado Travezano

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030

DISEÑO SISMORRESISTENTE

PARTICIPANTES

INSTITUCIONES

REPRESENTANTES

Centro Peruano Japonés de Investigaciones
Sismicas y Mitigación de Desastres. CISMID

Dr. Javier Piqué del Pozo

Centro Regional de Sismología para América del
Sur. CERESIS

Dr. Jorge Alva Hurtado

Colegio de Ingenieros del Perú
Consejo Departamental de Lima

Dr. Hugo Scaletti Farina
Ing. Luis Zegarra Ciquero

Instituto Geofísico del Perú

Dr. Leonidas Ocola Aquise

Pontificia Universidad Católica del Perú

Dr. Juan Bariola Bernaldes
Ing. Alejandro Muñoz Peláez
Ing. Daniel Torrealva Davila

Universidad Nacional de Ingeniería.
Facultad de Ingeniería Civil

Ing. Carlos Irala Candiotti
Ing. Roberto Morales Morales

Universidad Ricardo Palma

Ing. Eduardo Cabrejos de La C
Ing. Eduardo Temoche Merca

Ings. Raúl Ríos Jiménez S.A.

Ing. Raúl Ríos Jiménez

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030
DISEÑO SISMORRESISTENTE

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACION E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

<p>1. GENERALIDADES..... 4</p> <p>1.1 Introducción..... 4</p> <p>1.2 Filosofía del diseño sismorresistente..... 4</p> <p>1.3 De los planos y documentos del proyecto..... 4</p> <p>2. PARÁMETROS DE SITIO..... 5</p> <p>2.1 Zonificación..... 5</p> <p>2.2 Condiciones Locales..... 5</p> <p>2.2.1 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio..... 5</p> <p>2.2.2 Condiciones Geotécnicas..... 6</p> <p>2.3 Factor de Amplificación Sísmica..... 7</p> <p>3. REQUISITOS GENERALES..... 7</p> <p>3.1 Aspectos Generales..... 7</p> <p>3.2 Concepción Estructural Sismorresistente..... 7</p> <p>3.3 Categoría de las Edificaciones..... 8</p> <p>3.4 Configuración Estructural..... 8</p> <p>3.5 Sistemas Estructurales..... 9</p> <p>3.6 Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones..... 10</p>	<p>3.7 Procedimientos de Análisis..... 10</p> <p>3.8 Desplazamientos Laterales..... 10</p> <p>3.8.1 Desplazamientos Laterales Permisibles..... 10</p> <p>3.8.2 Junta de Separación sísmica..... 11</p> <p>3.8.3 Control de Giros en Planta..... 11</p> <p>3.8.4 Estabilidad del Edificio..... 11</p> <p>4. ANÁLISIS DE EDIFICIOS..... 11</p> <p>4.1 Generalidades..... 11</p> <p>4.1.1 Solicitaciones Sísmicas y Análisis..... 11</p> <p>4.1.2 Peso de la Edificación..... 11</p> <p>4.1.3 Modelos para Análisis de Edificios..... 12</p> <p>4.1.4 Desplazamientos Laterales..... 12</p> <p>4.1.5 Efectos de Segundo Orden (P^2-Delta)..... 12</p> <p>4.1.6 Solicitaciones Sísmicas Verticales..... 12</p> <p>4.2 Análisis Estático..... 12</p> <p>4.2.1 Generalidades..... 12</p> <p>4.2.2 Período Fundamental..... 12</p> <p>4.2.3 Fuerza Cortante en la Base..... 13</p> <p>4.2.4 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura..... 13</p> <p>4.2.5 Efectos de Torsión..... 13</p> <p>4.2.6 Fuerzas Sísmicas Verticales..... 14</p> <p>4.3 Análisis Dinámico..... 14</p> <p>4.3.1 Alcances..... 14</p> <p>4.3.2 Análisis por Superposición Espectral..... 14</p> <p>4.3.3 Análisis Tiempo-Historia..... 15</p> <p>5. CIMENTACIONES..... 15</p> <p>5.1 Generalidades..... 15</p> <p>5.2 Capacidad Portante..... 15</p>
--	--

5.3 Momento de Volteo.....	15
5.4 Zapatas aisladas y cajones.....	15
6. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPO.....	16
7. EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DAÑADAS POR SISMOS.....	16
8. INSTRUMENTACIÓN.....	17
8.1 Registradores Acelerográficos.....	17
8.2 Ubicación.....	17
8.3 Mantenimiento.....	17
8.4 Disponibilidad de Datos.....	17
8.5 Requisitos para la Conformidad de Obra.....	17
APÉNDICES	
1. Escalas de Intensidades Sísmicas	
2. Clasificación de los Sismos	
3. Zonificación Sísmica del Perú	
Nomenclatura	
C	coeficiente de amplificación sísmica
CT	coeficiente para estimar el periodo predominante de un edificio
D _l	desplazamiento elástico lateral del nivel "i" relativo al suelo
e	excentricidad accidental
Fa	fuerza horizontal en la azolea

F _i	fuerza horizontal en el nivel "i"
g	aceleración de la gravedad
h _i	altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno
h _{e,i}	altura del entrepiso "i"
h _n	altura total de la edificación en metros
M _i	momento torsor accidental en el nivel "i"
m	número de modos usados en la superposición modal
n	número de pisos del edificio
N	Número de golpes del ensayo SPT
N _i	sumatoria de los pesos sobre el nivel "i"
P	peso total de la edificación
P _i	peso del nivel "i"
R	coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas
r	respuesta estructural máxima elástica esperada
r _i	respuestas elásticas correspondientes al modo "i"
S	factor de suelo
Sa	aceleración espectral
T	periodo fundamental de la estructura
T _i	periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo
U	factor de uso e importancia
V	fuerza cortante en la base de la estructura
V _i	fuerza cortante en el entrepiso "i"
Z	factor de zona
Q	coeficiente de estabilidad para efecto P-delta global
Δ _i	desplazamiento relativo del entrepiso "i"

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Esta norma establece los requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento sísmico con el fin de reducir el riesgo de pérdidas de vidas y daños materiales, y posibilitar que las edificaciones esenciales puedan seguir funcionando durante y después de un sismo.

Esta norma se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las edificaciones existentes y a la reparación de las edificaciones que resultaran dañadas por la acción de los sismos.

Para el caso de estructuras especiales tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas, plantas nucleares, y todas aquellas cuyo comportamiento dinámico difiera del de las edificaciones convencionales, se requieren consideraciones adicionales que complementen los lineamientos básicos de la presente Norma.

1.2 Objetivos del diseño sismorresistente

El proyecto y la construcción de edificaciones deberán desarrollarse con la finalidad de garantizar un comportamiento que haga posible:

- Resistir sismos leves sin daño.
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- Resistir sismos severos con posibilidad de daños estructurales importantes, evitando el colapso de la edificación.

La clasificación de los sismos se presenta en el Apéndice 2.

1.3 De los planos y documentos del proyecto

Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberán llevar la firma de un ingeniero civil colegiado, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

La memoria descriptiva y los planos del proyecto estructural deberán contener como mínimo la siguiente información:

- Sistema estructural sismorresistente
- Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Los proyectos de edificaciones con más de 7.0 m de altura deberán estar respaldados con una memoria de datos y cálculos justificativos para su revisión y aprobación por la autoridad competente.

El empleo de materiales, sistemas estructurales y métodos constructivos diferentes a los indicados en esta Norma, deberá ser aprobado por la autoridad competente nombrada por el Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción, debiendo cumplir con lo establecido en esta sección demostrando que la alternativa propuesta produce adecuados resultados rigidez, resistencia sísmica y durabilidad.

2. PARÁMETROS DE SITIO

2.1 Zonificación

2.1.1 El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, según se muestra en la figura adjunta. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como, en información neotectónica.

2.1.2 A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

TABLA 1
FACTORES DE ZONA

ZONA	FACTOR DE ZONA - Z (g)
3	0.4
2	0.3
1	0.15

2.2 Condiciones Locales

2.2.1 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

Microzonificación Sísmica

Son estudios multidisciplinarios, que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis, etc., sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como

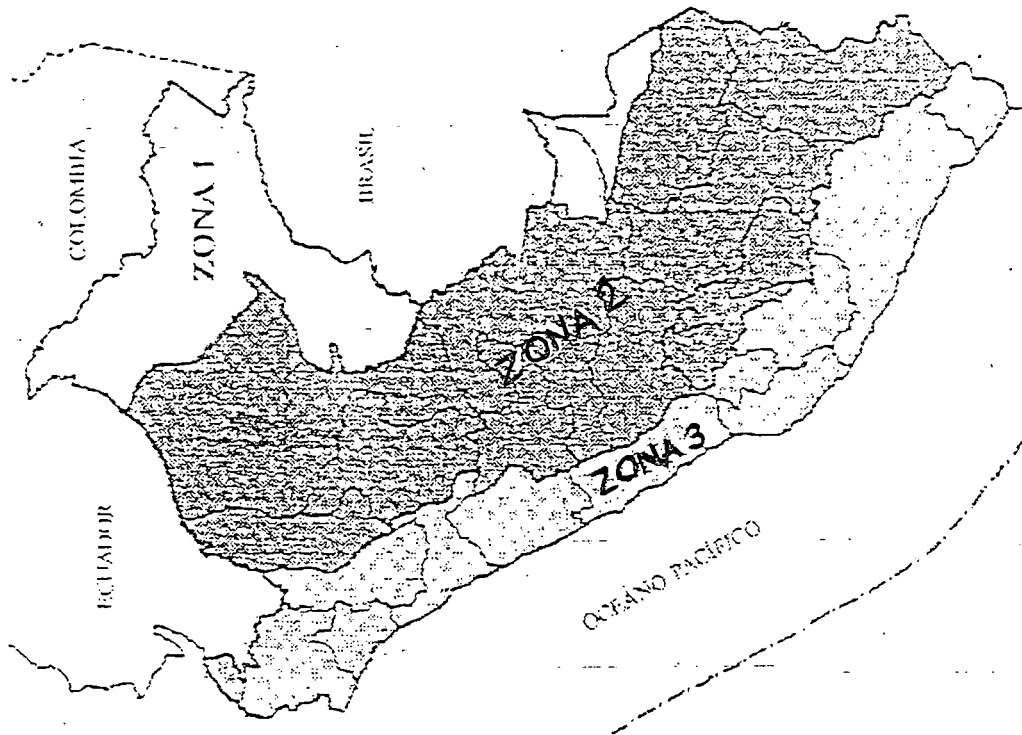


FIGURA 1

NITE E.030
consecuencia de los estudios se considere para el diseño y construcción de edificaciones y otras obras.

Se será requisito la realización de los estudios de microzonificación en los siguientes casos:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Complejos industriales o similares.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

Los resultados de estudios de microzonificación serán aprobados por la autoridad competente, pudiendo ésta solicitar informaciones o justificaciones complementarias en caso lo considere necesario.

Estudios de Sello

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales, siendo su objetivo principal la determinación de los parámetros de diseño.

- Será necesario realizar estudios de sello para edificaciones del grupo A. El nivel de exigencia y de detalle será a criterio del proyectista.
- No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta norma.

2.2.2) Condiciones Geotécnicas

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el período fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los tipos de perfiles de suelos son curativo:

a) Perfil tipo S₁: Rocca o suelos muy rígidos.

A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidad de propagación de onda de corte similar al de una roca, en los que el período fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0.25 s incluyéndose los casos en los que se cimenta sobre:

- Rocca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²);
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20 m de material cohesivo muy rígido, con un resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100 kPa (kg/cm²), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con N > 30, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

b) Perfil tipo S₂: Suelos intermedios.

Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S₁ y S₃.

c) Perfil tipo S₃: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor los que el período fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es más que 0.6 s, incluyéndose los casos en los que el espesor del estrato de sílice excede los valores siguientes:

Suelos Cohesivos	Resistencia al corte típica En condición no drenada (kPa)	Espesor del Estrato (m) (*)
Blandos	< 25	20
Mediamente compactos	25 - 50	25
Compactos	50 - 100	40
Muy compactos	100 - 200	60
Suelos Granulares	Valores N típicos en ensayos De penetración estándar (PT)	Espesor de Estrato (m)
Suelos Mediamente densos	4 - 10	40
Densos	10 - 30	45
	Mayor que 30	100

(*) Suelo con velocidad de onda de corte menor que el de una roca.

3. REQUISITOS GENERALES

d) Perfil Tipo S₄: Condiciones excepcionales.

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas sean particularmente desfavorables.

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de T_p y del factor de amplificación del suelo, S, dados en la Tabla N°2.

En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrán usar los valores correspondientes al perfil tipo S₃. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S₄ cuando los estudios geotécnicos así lo determinen.

Tabla N°2 Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	T _p (s)	S
S ₁	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S ₂	Suelos intermedios	0.6	1.2
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

2.3 Factor de Amplificación Sísmica

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T} \right)^{1.25} \quad C \leq 2.5$$

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración en el suelo.

3.1 Aspectos Generales.

3.1.1 Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas determinadas en la forma prescrita en estas normas.

Deberá considerarse el posible efecto de los elementos no estructurales en el comportamiento sísmico de la estructura y el análisis y detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

3.1.2 Se considerará que las solicitaciones sísmicas horizontales actúan según las dos direcciones principales de la estructura o en las direcciones que resulten más desfavorables.

3.1.3 La fuerza sísmica vertical se considerará que actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

3.1.4 No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

3.1.5 Cuando un sólo elemento de la estructura, muro o pórtico resiste, una fuerza de 30 % o más del total de la fuerza horizontal en cualquier nivel, dicho elemento deberá diseñarse para el 125 % de dicha fuerza.

3.2 Concepción Estructural Sismorresistente

Debe considerarse que el comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.

NTE E.030

- Resistencia adecuada.
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad como requisito indispensable para un comportamiento satisfactorio.
- Deformación limitada ya que en caso contrario los daños en elementos no estructurales podrán ser desproporcionados.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- Consideración de las condiciones locales de suelo en el proyecto.
- Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.

3.3 Categoría de las Edificaciones

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a las categorías indicadas en la Tabla 3. Según la clasificación que se haga se usará el coeficiente de uso e importancia (U), definido en la siguiente tabla.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		FACTOR U
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	
A	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua, Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5
B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonio valioso como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenos importantes para el abastecimiento	1.3

C	Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1.0
D	Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1.50 m. de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

(*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

3.4 Configuración Estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados de factor de reducción de fuerza sísmica (Tabla 6).

Estructuras Regulares. Son las que no tienen discontinuidades significativas horizontales o verticales en su configuración resistente a cargas laterales.

Estructuras Irregulares. Se definen como estructuras irregulares aquellas que presentan una o más de las características indicadas en las Tablas 4 o 5.

3.5 **Sistemas Estructurales**

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección tal como se indica en la tabla 6.

Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R) y se tendrá un límite de altura, según se indica en la tabla 6.

TABLA 4
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

<p>Irregularidades de Rigidez - Piso blando En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85 % de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90 % del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos.</p>
<p>Irregularidad de Masa Se considera que existe irregularidad de masa cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas</p>
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.</p>
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes. Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.</p>

TABLA 5
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

<p>Irregularidad Torsional Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos. En cada una de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo de los centros de masas.</p>
<p>Esquinas Entrantes La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>
<p>Discontinuidad del Diafragma Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.</p>

TABLA 6
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R para estructuras regulares (*) (**)	Límite de Altura
Pórticos de Acero. Con nudos rígidos y/o sistemas de arriostramiento.	10	----
Pórticos de Concreto Armado. Sistema en el que las cargas verticales y horizontales son resistentes únicamente por pórticos de concreto armado.	7	----
Sistema Dual. Sistema en el cual las fuerzas horizontales son resistentes por una combinación de pórticos y muros de concreto armado en adición a la caja de ascensores o escaleras. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos el 25 % de la fuerza cortante en la base.	7.5	----
Muros de Concreto Armado Sistema en el que la resistencia sísmica está dada fundamentalmente por muros de concreto armado.	6	15 m
Albanilería Armada o Confinada Sistema en el cual los muros de albanilería resistentes a cargas verticales y horizontales. El sistema puede incluir algunos elementos de concreto armado para resistir estas cargas.	7	8 m
Construcciones de Madera		

- (*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de energía manteniendo la estabilidad de la estructura.
- (**) Para estructuras irregulares, los valores de R deberán ser tomados como los $\frac{1}{4}$ de los anotados en la tabla.

Para construcciones de tierra referirse a la Norma Técnica de Edificaciones E.099. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S3, ni se permite en suelos S4.

3.6 Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse observando las características de regularidad y empleando el sistema estructural que se indica en la siguiente tabla.

Categoría de la Edificación.	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A (*) (**)	Regular	2 y 1	Acero Muros de Concreto Armado Albanilería Armada o Confinada Sistema Dual
		3 y 2	Acero Muros de Concreto Armado Albanilería Armada o Confinada Madera
B	Regular o Irregular	1	Acero Muros de Concreto Armado Albanilería Armada o Confinada Sistema Dual Madera
C	Regular o Irregular	3, 2 y 1	Cualquier sistema.
		1	Cualquier sistema.

- (*) Para lograr los objetivos indicados en la Tabla 3, la edificación será especialmente estructurada para resistir sismos severos.
- (**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

3.7 Procedimientos de Análisis

- 3.7.1 Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos referidos en el acápite 4.3.
- 3.7.2 Sólo las estructuras clasificadas como regulares según el acápite 3.4 y de no más de 45 m de altura podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalentes del acápite 4.2.

3.8 Desplazamientos Laterales

- 3.8.1 Desplazamientos Laterales Permisibles
El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 4.1.4, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la tabla 8.

MATERIAL PREDOMINANTE	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero (*)	0.010
Albanilería	0.005
Madera	0.013

(*) Estos límites no son aplicables a naves industriales.

4. ANÁLISIS DE EDIFICIOS

3.8.2 Junta de Separación sísmica

3.8.2.1 Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima ("s") para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s = 3 + 0.004 (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s > 3 \text{ cm.}$$

donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s.

3.8.2.2 El Edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según 4.1.4 ni menores que s/2.

3.8.3 Control de Giros en Planta

En cada una de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, no debe ser mayor que 1.75 veces el desplazamiento relativo de los centros de masas.

3.8.4 Estabilidad del Edificio

Deberá considerarse el efecto de la excentricidad de la carga vertical producida por los desplazamientos laterales de la edificación, (efecto P-delta) según se establece en el acápite 4.1.5.

La estabilidad al volteo del conjunto se verificará según se indica en el acápite 5.3.1.

4.1 Generalidades

4.1.1 Sollicitaciones Sísmicas y Análisis

4.1.1.1 En concordancia con la filosofía de diseño sismorresistente se acepta que las edificaciones tendrán incursiones inelásticas frente a sollicitaciones sísmicas severas. Por tanto las sollicitaciones sísmicas de diseño se consideraran como una fracción de la sollicitación sísmica máxima elástica.

4.1.1.2 El análisis podrá desarrollarse usando las sollicitaciones sísmicas reducidas con un modelo de comportamiento elástico para la estructura.

4.1.1.3 El análisis podrá hacerse independientemente en cada dirección y para el total de la fuerza sísmica en cada caso.

4.1.2 Peso de la Edificación

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la Edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

4.1.3 Modelos para Análisis de Edificios

4.1.3.1 El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sea adecuada para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

4.1.3.2 Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes. Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

4.1.3.3 Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

4.1.4 Desplazamientos Laterales

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R , los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos indicados en los acápitulos 4.2.3 y 4.3.2.4.

4.1.5 Efectos de Segundo Orden (P-Delta)

Los efectos de segundo orden deberán ser considerados cuando produzcan un incremento de más del 10 % en las fuerzas internas.

Para estimar la importancia de los efectos de segundo orden, podrá usarse para cada nivel el siguiente cociente como índice de estabilidad:

$$Q = \frac{N_i A_i}{V_i h_i r_i}$$

los efectos de segundo orden deberán ser tomados en cuenta cuando $Q > 0.1$

4.1.6 Solicitaciones Sísmicas Verticales

Estas solicitaciones se considerarán en el diseño de elementos verticales; en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio

4.2 Análisis Estático

4.2.1 Generalidades

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Debe emplearse sólo para edificios sin irregularidades y de baja altura según se establece en el acápite 3.7.2.

4.2.2 Periodo Fundamental:

(a) El periodo fundamental para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_m}{C_T}$$

donde:

$C_T = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

4.2.4 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Si el período fundamental, T, es mayor que 0.7 segundos, una parte de la fuerza cortante V, denominada Fa, deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza Fa se determinará mediante la expresión:

$$F_a = 0.07 T V \leq 0.15 V$$

donde el período T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

El resto de la fuerza cortante, es decir V - Fa se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} (V - F_a)$$

4.2.5 Efectos de Torsión

La fuerza en cada nivel (Fi) se supondrá actuando en el centro de masas del nivel respectivo, debiendo considerarse además el efecto de excentricidades accidentales como se indica a continuación.

Para cada dirección de análisis la excentricidad accidental en cada nivel (e), se considerará como 0.10 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la de aplicación de las fuerzas.

En cada nivel además de la fuerza actuante, se aplicará el momento accidental denominado Mti que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i e$$

C_t = 45 para edificios de concreto armado cuyos elementos sísmorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

C_t = 60 para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sísmorresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

(b) También podrá usarse un procedimiento de análisis dinámico que considere las características de rigidez y distribución de masas en la estructura. Como una forma sencilla de este procedimiento puede usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i D_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i D_i}}$$

Cuando el procedimiento dinámico no considere el efecto de los elementos no estructurales, el período fundamental deberá tomarse como el 0.85 del valor obtenido por este método.

4.2.3 Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$= \frac{\sum USC}{R} P$$

debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$C/R \geq 0.1$$

NTE E.030

Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

4.2.6 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso. Para las zonas 3 y 2 esta fracción será de 0.3. Para la zona 1 no será necesario considerar este efecto.

4.3 Análisis Dinámico

4.3.1 Alcances

El análisis dinámico de las edificaciones podrá realizarse mediante procedimientos de superposición espectral o por medio de análisis tiempo-historia.

Para edificaciones convencionales podrá usarse el procedimiento de superposición espectral; y para edificaciones especiales deberá usarse un análisis tiempo-historia.

4.3.2 Análisis por Superposición Espectral

4.3.2.1 Modos de Vibración

Los períodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

4.3.2.2 Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

4.3.2.3 Criterios de Superposición

Mediante los criterios de superposición que se indican; se podrá obtener la respuesta máxima esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la siguiente expresión.

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Alternativamente, la respuesta máxima podrá eliminarse mediante la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantemente en la dirección de análisis.

4.3.2.4 Fuerza Cortante Mínima en la Base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el acápite 4.2.3 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

4.3.2.5 Efectos De Torsión

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0.10 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo mas desfavorable.

4.3.3 Análisis Tiempo-Historia

El análisis tiempo historia se podrá realizar suponiendo comportamiento lineal y elástico y deberán utilizarse no menos de cinco registros de aceleraciones horizontales, correspondientes a sismos reales o artificiales. Estos registros deberán normalizarse de manera que la aceleración máxima corresponda al valor máximo esperado en el sitio.

Para edificaciones especialmente importantes el análisis dinámico tiempo-historia se efectuará considerando el comportamiento inelástico de los elementos de la estructura.

5. CIMENTACIONES

5.1 Generalidades

5.1.1 Las suposiciones que se hagan para los apoyos de la estructura deberán ser concordantes con las características propias del suelo de cimentación.

5.1.2 El diseño de las cimentaciones deberá hacerse de manera compatible con la distribución de fuerzas obtenida del análisis de la estructura.

5.2 Capacidad Portante

5.2.1 En todo estudio de mecánica de suelos deberán considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación. En los sitios en que pueda producirse licuefacción del suelo, debe elegirse una investigación geotécnica que evalúe esta posibilidad y determine la solución mas adecuada.

5.2.2 Para el cálculo de las presiones admisibles sobre el suelo de cimentación bajo acciones sísmicas, se emplearán los factores de seguridad mínimos indicados en la Norma Técnica de Edificaciones E-050 "Suelos y Cimentaciones".

5.3 Momento de Volteo

5.3.1 Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo. El factor de seguridad deberá ser mayor o igual que 1.5.

5.4 Zapatas aisladas y cajones

5.4.1 Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo S3 y S4 y para las zonas 3 y 2 se proveerá elementos de conexión, los que deben soportar

en tracción o compresión, una fuerza horizontal mínima equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.

5.4.2 Para el caso de pilotes y cajones deberá proveerse de vigas de conexión o deberá tenerse en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas sollicitaciones. Se considerará que los pilotes tendrán una armadura en tracción equivalente o por lo menos del 15% de la carga vertical que soportan.

6. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPO

6.1 Se consideraran como elementos no-estructurales, aquellos que estando o no conectados al sistema resistente a fuerzas horizontales, su aporte a la rigidez del sistema es despreciable.

6.2 En el caso que los elementos no estructurales estén aislados del sistema estructural principal, estos deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica (V) asociada a su peso (P) tal como se indica a continuación.

$$V = Z U C_1 P$$

Los valores de U corresponden a los indicados en el capítulo 3 y los valores de C₁ se tomarán de la siguiente tabla:

TABLA 9 VALORES DE C ₁	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación en la cual la dirección de la fuerza es perpendicular a su plano	2.0
- Elementos cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	0.75
- Muros dentro de una edificación (dirección de la fuerza perpendicular a su plano).	0.50
- Cercos:	

-Tangues, torres, letreros y chimeneas conectados a una parte del edificio considerando la fuerza en cualquier dirección.	0.75
-Pisos y techos que actúan como diafragmas con la dirección de la fuerza en su plano.	0.50

6.3 Para elementos no estructurales que estén unidos al sistema estructural principal y deban acompañar la deformación de la misma, deberá asegurarse que en caso de falla, no causen daños personales.

6.4 La conexión de equipos e instalaciones dentro de una edificación debe ser responsabilidad del especialista correspondiente. Cada especialista deberá garantizar que estos equipos e instalaciones no constituyan un riesgo durante un sismo y, de tratarse de instalaciones esenciales, deberá garantizar la continuación de su operatividad.

7. EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DAÑADAS POR SISMOS

7.1 Las estructuras dañadas por efectos del sismo deben ser evaluadas y reparadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron la falla y recuperen la capacidad de resistir un evento sísmico, acorde con la filosofía del Diseño Sismorresistente anotada en el acápite 1.

7.2 Ocurrido el evento sísmico la estructura deberá ser evaluada por un Ingeniero Civil, quien deberá determinar si el estado de la edificación requiere el reforzamiento, reparación o demolición de la misma. Este estudio deberá necesariamente considerar las características geológicas del sitio.

7.3 La reparación deberá ser capaz de dotar a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su comportamiento en eventos futuros.

7.4 El proyecto de reparación o reforzamiento incluirá los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse

ubicado en un campo libre de la influencia del edificio. La ubicación de los instrumentos en el edificio deberá identificarse claramente en los planos de arquitectura, teniendo en cuenta un acceso fácil para su mantenimiento; y una apropiada iluminación, ventilación, suministro de energía eléctrica, y seguridad física.

8. INSTRUMENTACIÓN

8.1 Registradores Acelerográficos

8.1.1 Los registradores acelerográficos deberán ser provistos por el propietario, con especificaciones técnicas aprobadas por el Instituto Geofísico del Perú.

8.1.2 En todas las zonas sísmicas, cada edificio de más de 20 pisos de altura, construcciones con un agregado de área acumulada de pisos igual o mayor de 10,000 m², y construcciones del Tipo A con área agregada de pisos mayor de 10,000 m², deberán instrumentarse con no menos de dos registradores acelerográficos.

8.1.3 En las zonas sísmicas 2 y 3, todo edificio de 25 pisos o más de altura, construcciones con un agregado de área de pisos igual o mayor de 15,000 m², y construcciones del Tipo A con un área agregada de pisos igual o mayor de 15,000 m², deberán instrumentarse con no menos de tres registradores acelerográficos.

8.1.4 En las zonas sísmicas 2 y 3, los edificios de 15 a 24 pisos inclusive, indiferente del área acumulada de pisos, y toda construcción del Tipo A y B localizadas en colinas, áreas cercanas a acantilados, fallas geológicas activas o áreas de comprobada amplificación sísmica, deberán instrumentarse con no menos de dos registradores acelerográficos.

8.2 Ubicación

Los instrumentos deberán colocarse en los puntos señalados por el Ingeniero Civil, responsable del proyecto estructural, reservándose un instrumento a ser

8.3 Mantenimiento

El mantenimiento operativo, partes y componentes, material fungible y servicio de los instrumentos deberán ser provistos por los propietarios del edificio bajo control del Instituto Geofísico del Perú. La responsabilidad se mantendrá por 10 años.

8.4 Disponibilidad de Datos

Los acelerogramas registrados por los instrumentos, serán procesados por el Instituto Geofísico del Perú e integrados al Banco Nacional de Datos Geofísicos.

Esta información es de dominio público y estará disponible a los usuarios a pedido.

8.5 Requisitos para la Conformidad de Obra

Para obtener la conformidad de obra, y bajo responsabilidad del funcionario competente, el propietario deberá presentar un certificado de instalación, expedido por el Instituto Geofísico del Perú y además un contrato de servicio de mantenimiento operativo de los instrumentos.

1.1 ESCALA DE INTENSIDAD RECALCULI MODIFICADA (ART. 51 ANEXO)

1.1.1 INTENSIDAD: GRADOS

- I No sentido en general, excepto por muy pocos en circunstancias especialmente favorables.
- II Sentido solamente por pocas personas en reposo, especialmente en pisos altos de edificios. Objetos fuertemente suspendidos pueden oscilar.

APÉNDICE

1. ESCALAS DE INTENSIDADES SISMICAS
2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISMOS
3. ZONIFICACIÓN SISMICA DEL PERU

- III Sentido muy perceptiblemente en el interior de las construcciones, especialmente en los pisos superiores de edificios, pero mucha gente no reconoce la perturbación como movimiento sísmico. Vehículos motorizados estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como el paso de un camión.

- IV Durante el día, sentido en interiores por muchos, en exteriores sentido por pocos. En la noche, algunos se despiertan. Platos, ventanas y puertas se sacuden; las paredes crujen. Sensación como que un camión pesado golpea el edificio. Vehículos detenidos se mecen notablemente. Líquidos en vasijas abiertas se agitan.

- V Sentido por casi todos. Muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, etc. se rompen (por la vibración). En algunos casos, el revestimiento se agrieta. Objetos inestables se voltean. Se advierten algunas veces perturbaciones de postes, árboles, y otros objetos altos. Se asustan pocos, algunos, varios. Pocos salen fuera de las construcciones. Árboles y arbustos se sacuden ligeramente.

- VI Sentido por todos. Algunos muebles pesados se mueven. En algunos casos cae revestimiento. Daño ligero. Muchos se asustan. Muchos salen de la construcción. Objetos son arrojados de

repisas o lugares de reposo. Árboles y arbustos se sacuden moderadamente. Se despiertan todos.

VII

Todos se asustan. Todo el mundo corre fuera de la construcción. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción. Daño ligero a moderado en estructuras ordinarias bien construidas. Daño considerable en estructuras pobremente construidas o malamente diseñadas. Advertido por personas manejando vehículos motorizados. Árboles y arbustos se sacuden fuertemente. En muchos casos muebles pesados se voltean. Agua se vuelve turbia y lodosa. Calda de cornisas, parapetos, locelas, tejas, y piedras.

VIII

Daño ligero en estructuras especialmente diseñadas. Daño considerable en edificaciones resistentes ordinarias con colapso parcial. Gran daño en estructuras pobremente construidas. Muros de panel forzados fuera de su marco estructural. Calda de columnas, monumentos, muros, etc. Muebles pesados se voltean. Eyección de arena y lodo en pequeñas cantidades. Cambios: temporal, permanente, en flujo de manantiales y pozos, cambios en las temperaturas del agua. Personas manejando vehículos se desconciertan. Árboles se sacuden fuertemente; ramas y troncos se rompen. Terrenos húmedos se agrietan en cierta extensión.

IX

Daño considerable en estructuras diseñadas especialmente. Pandeo de marcos estructurales bien diseñados. Gran daño en construcciones resistentes, con colapso parcial. Edificio desplazados de sus cimientos. El suelo se agrieta conspicuamente. Se rompen tuberías en el subsuelo. Se reportan varios deslizamientos.

X

Algunas estructuras de madera bien construidas se destruyen. La mayoría de las estructuras de mampostería/albañilería y pórticos destruida, incluyendo sus cimientos. Terreno severamente agrietado. Rieles se doblan. Considerables deslizamientos de las riberas de ríos y pendientes empinadas. Arena y lodo desplazado/traslado. Daños severos a presas, diques, y

XI

Pocas, si alguna estructura (mampostería o albañilería) permanece en "pie". Puentes destruidos. Amplias fisuras en el terreno. La tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. Deslizamientos rotacionales y deslizamientos de tierras en terrenos blandos. Rieles se doblan o arquean grandemente. Gran daño a presas, diques, y terraplenes. Causa maremoto significativo.

XII

Daño total. Se ven ondas en la superficie del terreno. Líneas de vista y nivel distorsionadas. Objetos lanzados hacia arriba: al aire.

1.2 ESCALA DE INTENSIDADES MSK-64

1.2.1 CLASIFICACIÓN ADOPTADA EN LA ESCALA

TIPOS DE ESTRUCTURAS

Edificaciones construidas sin las previsiones sísmorresistentes necesarias.

Tipo A: Construcciones de piedra, adobe, ladrillos secados al sol, tapial, etc.

Tipo B: Construcciones de ladrillo, bloques de cemento, bloques grandes y paneles, piedra cortada.

Tipo C: Construcciones de ladrillo, bloques de cemento, etc. con refuerzo de concreto: vigas y columnas, casas de madera bien diseñadas.

DEFINICIONES DE CANTIDADES

- Individual = alrededor del 5%
- Muchos = 50%
- La mayoría: = alrededor del 75%

CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

- Grado 1.** Daño ligero: Grietas finas en el revestimiento y caldas de pequeños pedruzcos del revestimiento o enlucido.
- Grado 2.** Daño moderado: Grietas pequeñas en muros, caída de pedazos muy grandes del revestimiento, caída de lejas y lozas del techo.
- Grado 3.** Daño Grave: Grietas grandes y profundas en muros.
- Grado 4.** Destrucción Parcial: Grietas y brechas muy grandes en muros, desplome de partes de la construcción, rotura de conexiones entre partes de la construcción, desplome de muros interiores y muros aporricados.
- Grado 5.** Destrucción total: Destrucción total de la edificación

AGRUPAMIENTO DE LOS CRITERIOS DE INTENSIDAD

- a) La gente y sus ambientes
- b) Las estructuras
- c) Los fenómenos naturales

1.2.2 INTENSIDAD: GRADOS

- I No perceptible**
 - a) Intensidad de vibración por debajo del nivel perceptible de los humanos; sacudimiento del suelo detectado y registrado por los sísmógrafos solamente.
 - b) No hay daños.
 - c) No hay efectos
- II Escasamente perceptible**
 - a) Sacudimiento sentido por algunas personas en reposo en el interior de la construcción, especialmente en pisos superiores.
 - b) No hay daños
 - c) No hay efectos
- III Sismo ligero**
 - a) Sentido por algunas personas en el interior de la construcción; sentido fuera de la construcción bajo condiciones favorables. Vibración similar al sacudimiento causado por el paso de un camión ligero. Observadores atentos pueden notar ligero oscilamiento de objetos colgados, los cuales son más ruidosos en pisos superiores.

b) Posible daño de grado-1 a construcciones Individuales del Tipo A.

c) En algunos casos, la cantidad de flujo de agua en los manantiales cambia.

IV Sacudimiento perceptible

a) Sentido en el interior de la construcción por muchas personas; sentido fuera de la construcción sólo por unas pocas. Algunas personas dormidas se despiertan, pero nadie se asusta. Vibraciones similares al sacudimiento causado por el paso de camión pesado. Ventanas, puertas, y platos se sacuden con ruido. Pisos y paredes crujen. Muebles comienzan a sacudirse. Objetos colgantes oscilan. Líquidos en vasijas descubiertas se agitan ligeramente. Vehículos automotores estacionados se sacuden.

b) No daños

c) No efectos

V Sacudimiento severo

a) Sentido por todas las personas en el interior de la construcción, y por muchos fuera de la construcción. Muchas personas dormidas se despiertan. Algunos animales corren al exterior de la construcción. Algunos se inquietan. Sacudimiento de toda la construcción. Objetos colgantes oscilan considerablemente. Cuadros se mueven. En casos raros, relojes de péndulo se paran. Algunos objetos inestables se vuelcan o desplazan. Puertas y ventanas no aseguradas con llave se abren y se cierran. Pequeñas cantidades de líquido se derraman de vasijas abiertas. Vibraciones similares a las causadas por la caída de objetos pesados percibida dentro de la construcción.

VI Daños ligeros a construcciones

a) Sentido por la mayoría de las personas tanto en el interior como en el exterior de la construcción. Muchas personas dentro de la construcción se asustan y corren hacia fuera. Algunas personas pierden su equilibrio. Animales domésticos salen corriendo de sus albergues. En algunos casos, platos y otros objetos de vidrio se rompen; libros se caen. Muebles pesados pueden moverse; puede escucharse el lañar de campanas pequeñas en campanarios.

b) Daño grado-1 a construcciones Individuales del Tipo B y a muchas construcciones del Tipo A. Daño grado-2 a construcciones individuales del Tipo A.

c) En algunos casos, se forman grietas de hasta 1 cm de ancho en terreno húmedo; algunos deslizamientos en áreas montañosas. Cambios en la cantidad de flujo de agua de manantiales y en los niveles de agua de los pozos.

VII Daño a las construcciones

a) La mayoría de las personas se asustan y corren fuera de la construcción. Muchas personas tienen dificultad en mantener su equilibrio. El sacudimiento es advertido por personas manejando carros. Grandes campanas suenan.

b) Daño de grado-1 a muchas construcciones de Tipo C; daño de grado-2 a muchas construcciones de Tipo B; daño de grado-3 a muchas construcciones de Tipo A; daño de grado-4 a construcciones individuales de Tipo A. En algunos casos, deslizamientos sobre carreteras en pendientes empinadas y grietas en carreteras. Roturas en uniones de tuberías; grietas en cercos de albañilería.

c) Se forman ondas en superficies de agua; el agua se enturbia debido a que el lodo se levanta. Niveles de agua en pozos y flujo de la cantidad de agua de manantiales cambian. En algunos casos, nuevas fuentes de agua aparecen y viejas desaparecen. Casos individuales de deslizamientos de arena o grava en riberas de ríos.

VIII Fuerte daño a construcciones

a) Miedo y pánico; aún personas manejando carros son desconcertados. En algunos sitios se rompen rinas de ámbulos. Muebles pesados se mueven y algunas veces se voltean. Algunas lámparas colgantes se dañan.

b) Daños del grado-2 a muchas construcciones del Tipo C; daño del grado-3 a edificios individuales del Tipo C. Daños del grado-3, y ocasionalmente grado-4, a construcciones del Tipo B. Daño del grado-4, y ocasionalmente del grado-5, a construcciones del Tipo A. Casos individuales de daños a tuberías. Monumentos y estatuas se mueven, y lápidas se voltean. Cercas de piedras son destruidas.

c) Deslizamientos pequeños en pendientes empinadas de bajadas y subidas de carreteras; grietas en el terreno alcanzan varios centímetros de ancho. Aparecen nuevos cuerpos de agua. Algunas veces, pozos secos se llenan de agua o pozos que estuvieron funcionando se secan. En muchos casos, la cantidad de flujo de agua de manantiales y niveles de agua de pozos cambian.

IX Destrucción parcial de construcciones

a) Pánico general; daño severo a muebles. Animales salen precipitadamente y mugen, berran o gritan.

b) Daño de grado-3, y ocasionalmente grado-4, a construcciones del Tipo C. Daño del grado-4, y ocasionalmente grado-5, a construcciones del Tipo B. Daño del grado-5 a muchos edificios del Tipo A. Monumentos columnas y pilares se voltean. Daños considerables a reservorios artificiales; rotura de algunas tuberías subterráneas. En casos particulares, rieles de tren se corban y las carreteras se dañan.

c) Planicies son inundadas, y se notan depósitos de arena y lodo. Grietas en el terreno alcanzan 10 cm en ancho y sobre pendientes y orillas de ríos pueden sobrepasar los 10 cm; además, un gran número de grietas finas aparecen en el terreno. Taludes se rompan por fuerzas cortantes o por deslizamientos; frecuentes deslizamientos y desintegración del terreno. Grandes olas en las superficies de agua.

X Destrucción total de construcciones

b) Daño de grado-4, y ocasionalmente grado-5, a construcciones del Tipo C; daño de grado-5 a muchas construcciones del Tipo B; daño del grado-5 a muchas construcciones del Tipo A. Daño amenazante a presas y terraplenes, y daños serios a puentes. Ligero combamiento de rieles de tren. Rotura o combadura de la tubería subterránea. Cobertura y asfalto de carreteras forman una superficie ondulada.

1.3 ESCALA DE INTENSIDADES MERCALLI MODIFICADA PARA LOS PAÍSES ANDINOS (M.M.A.- 92)

1.3.1 Intensidad

La Intensidad sísmica se define como la medida de un conjunto de efectos producidos por un sismo, los cuales son :

- a) La manera como las personas perciben el sismo, por lo tanto es importante definir el estado y el ambiente en el que se encuentran al ocurrir el sismo.
- b) Los daños que causan en las edificaciones, por lo que se hace imprescindible clasificarlas por tipos, de acuerdo a sus resistencia sísmica.
- c) Por los efectos que causan en la naturaleza.

Los grados que se expresan en números romanos y los efectos sísmicos serán presentados en el orden arriba indicado. Debido a que éstos solamente son números enteros, se acostumbra agregar signos "+" y "-" a los grados para expresar los valores intermedios. Ejemplo : VIII + MMA - 92, significa que la intensidad fue mayor que 8, sin llegar a 8.5 y VI - MMA - 92, significa que la intensidad fue algo menor que 6.

Se podrá notar que en los grados bajos de la escala, hasta V, donde no se producen daños, ésta se refiere a la manera como la percibe el hombre y qué ocurre a su alrededor, como la oscilación de puertas abiertas, caída de objetos, etc. En cambio los grados intermedios de VI a IX son mejor definidos por los daños que causan en las edificaciones, por lo que sus características deben corresponder a las de la escala que se aplica. Los grados altos de X a XII, donde la población se encuentra en estado de pánico, los daños producidos son tan severos y/o la mayoría de las construcciones han colapsado lo que no permite diferenciar los grados de intensidad ; por ello éstos están mejor definidos por los efectos que han causado en la naturaleza.

Con respecto a lo último, la escala Mercalli Modificada MM - 5G recién considera grandes deslizamientos para el grado X, seguramente debido

c) Grietas en el terreno son hasta unos pocos decímetros, y algunas veces hasta un metro, de ancho. Anchas fracturas aparecen paralelas a los cursos de agua. Caída de rocas sueltas de pendientes inclinadas. Posibles deslizamientos mayores sobre riberas de ríos y litorales empinados; Agua salpica de canales, lagos, ríos, etc. Aparecen nuevos lagos.

XI

Catástrofe

- b) Daños serios aún a edificaciones, puentes, presas y rieles de trenes bien construidas. Autopistas intransitables; destrucción de tuberías subterráneas.
- c) Considerable deformación del terreno en forma de anchas grietas, desplazamientos y roturas, tanto vertical como horizontal; numerosos deslizamientos en montañas.

Determinación de la intensidad de sacudimiento en este caso requiere investigaciones especiales.

XII

Cambios en relieve

- b) Fuerte daño o destrucción de todas la estructuras de superficie y de subsuelo.
- c) Cambios drásticos en la superficie terrestre. Grietas algo grandes se observan en el terreno, con grandes desplazamientos verticales y horizontales. Deslizamientos en montañas y derrumbamiento de riberas de ríos sobre grandes áreas. Aparecen nuevos lagos y caídas de agua; cursos de ríos cambian.

La determinación de la intensidad de sacudimiento, en este caso, requiere de investigaciones especiales.

a que la topografía es suave en California, en cambio en el lado occidental de Sudamérica donde los andes originan una geografía agreste, los deslizamientos ocurren a partir del grado VI o VII MMA-92.

1.3.2 Tipos de edificaciones

Los tipos de construcciones que existían en California en los años 40, son diferentes a los que existen en la actualidad en América Latina. En esa época, no era conocida como tal, la licuación de suelos, fenómeno que agrava los daños que causan los terremotos, que recién comenzó a recibir atención de los investigadores después del terremoto de Nigata, Japón 1964, donde este fenómeno ocurrió de manera extensiva. Todas estas consideraciones han llevado a los autores a proponer la presente escala MMA - 92 para ser aplicado en los países andinos, ubicados en la costa Oeste de Sudamérica.

En esta escala se precientan las edificaciones clasificadas en cuatro tipos, aunque hay una gran variedad de construcciones entre México por el Norte y Chile y Argentina por el Sur, éstas pueden agruparse en unos pocos tipos donde el aspecto principal a ser considerado son sus características sismorresistentes.

Los grupos de edificaciones que pueden considerarse son:

1.3.2.1 TIPO 1 : Construcciones Sísmica Muy Débiles

- ▣ Construcciones de tierra conocidas como adobe, piezas cuyas dimensiones más comunes son de 40X25X18 cm., lo que da muros de 40 y 25 cm. de espesor dependiendo del aparejo usado. Las construcciones antiguas utilizaron adobe de mayores dimensiones y por lo tanto los muros resultantes son de mayor espesor.
- ▣ Edificaciones construidas con tierra húmeda apisonada en moldes o formas de madera, resultando bloques de tierra de 50 a 80 cm. de espesor, 50 a 100 cm. de altura y 80 a 150 cm. de largo dispuestas de tal forma que conforman los muros de las edificaciones, que en muchos casos son

innecesariamente altos. En el Perú toma el nombre de adobón o lapial.

- ▣ Edificaciones construidas con bloques de piedra de diferentes formas y tamaños, unidas con mortero de barro:

Estas edificaciones por lo general tienen techos ligeros flexibles constituidos por vigas de madera, troncos o cañas gruesas; y la cobertura planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmera o material similares.

1.3.2.2 TIPO 2 : Construcciones Sísmicamente Débiles

- ▣ Edificaciones de albañilería de ladrillo (tierra cocida concreto) o bloques de concreto unidas con mortero de arena-cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar, con techo ligero o flexible.

▣ Edificaciones con bloques de piedras unidas con mortero arena cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar, con techo ligero y flexible.

- ▣ Construcciones de madera y/o caña recubiertas con tierra (bahareque, quincha) cuyos miembros estructurales se debilitados por la acción de insectos o descompuestos por acción de sucesivos procesos de humedecimiento y seca con techo ligero y flexible.

Estas edificaciones tienen techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, troncos o caña gruesa; y la cobertura planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas hojas de palmera o materiales similares.

- ▣ Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto), bloques de concreto o piedra tallada unidas con mortero de arena cemento, sin columnas confinamiento, ni refuerzo interior en los muros, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado.

densidad de muros en ambas o una de sus direcciones (menor a 20 cm/m²).

- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto. Con estructuración inadecuada para resistir sismos por la presencia de columnas cortas, excentricidad, poca rigidez lateral en una de las direcciones principales, insuficiente separación con el bloque adyacente o edificios vecinos y con otras deficiencias estructurales. No diseñadas para resistir sismos, concreto de baja resistencia y ausencia de muros de corte para tomar cargas laterales.

1.3.2.3 TIPO 3: Construcciones Livianas y Normales.

- Construcciones Livianas, que tienen poco peso propio y por lo tanto en caso de sismos generan fuerzas de inercia poco intensas. La estructura resistente lo constituyen piezas de madera horizontales y verticales en estado rústico (troncos), caña gruesa (tipo caña de Guayaquil o caña brava), y el relleno de los muros son tablas, cañas delgadas, ramas de árboles recubiertas con barro. Dentro de este grupo se incluye el bahareque de Centro América, la quincha de Perú, las viviendas de madera del Sur de Chile y construcciones de características similares que se construyen en la región.
- Construcciones Normales que pueden ser de albañilería y concreto reforzado.

Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto), bloques de concreto o piedra tallada, unidas con mortero de arena cemento, sin columnas de confinamiento, ni refuerzo interior en los muros, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, con baja densidad de muros (menor de 12 cm/m²) en una o ambas direcciones.

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES

De concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto, con algunos muros de concreto reforzado para tomar fuerzas horizontales sin tener una concepción ideal para resistir terremotos pudiendo tener en la construcción y supervisión uno de los defectos señalados como construcción débil. Concreto de resistencia Normal ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$).

1.3.2.4 TIPO 4: Construcciones Sismorresistentes.

- Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto, unidas con mortero de arena cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, sin columnas de confinamiento de concreto armado o sin refuerzo interior, con densidad de muros igual o superior a 25 cm/m² en ambas direcciones.
- Construcciones con muro de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto, unidas con mortero de arena cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado con columnas de confinamiento de concreto armado o con refuerzo interior, con densidad de muros igual o superior a 12 cm/m² en ambas direcciones.
- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórtico espaciales, con techo de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto. Concebidas, diseñadas y construidas para resistir sismos utilizando modernas técnicas sismorresistentes con muros de corte de concreto reforzado, simétricamente distribuidos en planta y elevación, capaces de controlar la deformación lateral dentro límites que evitan las fallas de elementos frágiles como vidrios o muros de relleno, aún en caso de sismos intensos. Concreto de buena calidad ($F'c \geq 210 \text{ Kg/cm}^2$). Buena mano de obra y supervisión.

1.3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS GRADOS

VII DAÑOS EN EDIFICIOS

I. IMPERCEPTIBLE

La intensidad de la vibración está por debajo del límite de la percepción humana. Registrado por sismógrafos sensibles.

II. APENAS PERCEPTIBLE

Solo sentido por personas en los pisos superiores de edificios altos o en estado de reposo en ambientes tranquilos.

III. DÉBIL OBSERVADO PARCIALMENTE

Sentido en el interior de las casas. Puede ser confundido con las vibraciones producidas por el paso de un camión ligero. Personas atentas podrían notar pequeñas oscilaciones de objetos colgante.

IV. OBSERVADO A ESCALA MODERADA

Sentido por mucha persona en el interior de los edificios y pocas fuera de ellos. Oscilan objetos colgante. Vibraciones similares a las producidas por el paso de camiones pesados. Las puertas, ventanas y vajillas vibrán. Percibido dentro de vehículos detenidos.

VIII

DESTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

Susto y pánico incluyendo a los conductores de autos. Se mueven muebles, incluso los pesados y los cuadros y otros objetos colgantes vibran violentamente y pueden dañarse parcialmente. Destrucción parcial de la mayoría de edificaciones Tipo 1 (adobe y sirillares) incluyendo la caída de techos. Las edificaciones de concreto reforzado con detalles estructurales (Tipo 2) de poca altura (hasta 2 o 3 pisos) sufren daños en puntos de concentración de esfuerzos (columnas cortas), los de mayor altura pueden colapsar total o parcialmente. Graves daños en labiguería con caída de muros suelos y rotura de gran cantidad de vidrios en edificios flexibles. Graves daños en edificios de madera y quincha con elementos resistentes debilitados por picaduras de insectos o descomposición (Tipo2). Desprendimiento de parte importante del larrajeo en construcciones de quincha (Tipo 3). Fisuras en construcciones de albañilería (Tipo 4). Se rompen ramas de los árboles. Grandes grietas en suelos húmedos. Licuación en arenas finas y limos saturados de agua. Se enturbia el agua de los lagos. Se pueden producir grandes avalanchas de nieve y lodo desprendidas de altas montañas nevadas. Deslizamientos importantes en zonas de topografía abrupta y suelo suelto. Ondas en pantanos.

V. LAS PERSONAS DESPIERTAN

Sentido en el exterior. Los edificios vibran notoriamente. Las personas se despiertan aunque pocas corren al exterior. Los objetos inestables pueden volcarse o girar. Las puertas y ventanas abiertas oscilan. Los objetos colgantes oscilan notoriamente y los relojes de péndulo pueden detenerse o alterar su marcha.

VI. LAS PERSONAS SE ASUSTAN

Sentido por todos. Muchos se asustan y corren afuera de las edificaciones. Dificultad en caminar. Vajilla, adornos y libros se desplazan en sus apoyos, pueden caer y romperse. Las edificaciones Tipo I (adobe y sirillares) se fisuran en las esquinas y la parte central superior (las fisuras tienen menos de 2mm, las grietas un espesor mayor). Árboles y arbustos se sacuden. Pueden producirse pequeños deslizamientos en zonas de gran pendiente con equilibrio precario.

IX DESTRUCCIÓN GENERAL DE EDIFICIOS

Pánico general. Los animales se asustan y gritan. Daño total (colapso) en edificaciones Tipo 1. Daños severos, a veces irreuperables en edificaciones del Tipo 2. Colapso parcial de edificaciones de albañilería sin columnas y baja densidad de muros (Tipo 2). Graves daños, colapso parcial o falla total de edificios de concreto reforzado con uno o más defectos estructurales como columna corta, excentricidad, debilidad en una de las direcciones, sin separación adecuada del edificio vecino (Tipo 2). Desprendimiento de gran parte del tarrajeo en construcciones de quincha (Tipo 3). Daños importantes pero reparables en edificaciones Tipo 4. Graves daños en estructuras enterradas en suelos blandos (uberías). Hundimiento de edificaciones y flotación de cajas de desagüe en zonas donde han ocurrido licuación de suelos. Grandes grietas en el terreno y eyección de agua, lodo y arena. Grandes deslizamientos de tierra y piedras. Grandes olas sobre el agua. Vertientes de agua cambian su régimen.

X DESTRUCCIÓN TOTAL DE EDIFICIOS

Destrucción generalizada de edificios. Edificaciones Tipo 4 (sismorresistentes) sufren daños muchos de ellos irreparables pero sin colapsar, no amenazando a sus ocupantes. Diques y presas sufren daños críticos; severos en puentes y estructuras enterradas. Las líneas férreas se tuercen levemente y las carreteras se ondulan. Los ríos y lagos se sales de sus cauces. Grandes grietas de varios decímetros y desplazamiento de grandes volúmenes de suelo. Numerosos deslizamientos de suelo en terrenos en pendiente. Severa licuación de suelos saturados, cambio de nivel de pozos. Arena y barro se desplazan horizontalmente aún en terrenos planos.

XI CATÁSTROFE

Daños severos en edificaciones Tipo 4, la mayoría muy costosos de reparar. Puentes, presas, líneas férreas, carreteras y tuberías subterráneas quedan inservibles. Las líneas férreas se doblan fuertemente. Grandes grietas en el terreno con desplazamiento horizontal y vertical. Numerosos derrumbes de grandes volúmenes de suelo y desprendimiento de rocas.

XII CAMBIOS EN EL PAISAJE

Destrucción casi total de todas las estructuras ubicadas sobre o bajo el nivel del suelo. Cambio radical en la superficie terrestre con abundantes grietas y extensos desplazamientos horizontales y verticales, Cambios importantes en el régimen de cursos de pozos de agua.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISMOS

Para fines de la Norma Sismorresistente: Sección 1.2, se aplicará la siguiente clasificación de los sismos:

1. Sismos leves : Sismos con intensidades de grado igual o menores a 6 MSK o MM.
2. Sismos moderados : Sismos con intensidades de grados 7 y 8 MSK o MM.
3. Sismos severos : Sismos con intensidad de grado 9 MSK o MM.
4. Sismos catastróficos : Sismos con intensidades de grado 10 o más MSK o MM.

3. ZONIFICACIÓN SÍSMICAS

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1 de la sección 2.1.

A continuación se especifican las provincias de cada zona.

Zona 1

1. Departamento de Loreto. Provincias de Ramón Castilla, Mainas, y Requena.
2. Departamento de Ucayali. Provincia de Purús
3. Departamento de Madre de Dios. Provincia de Tahuamanú

Zona 2

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto, Alto Amazonas, y Ucayali
2. Departamento de Amazonas. Todas las provincias
3. Departamento de San Martín. Todas las provincias
4. Departamento de Huánuco. Todas las provincias
5. Departamento de Ucayali. Provincias de Coronel Portillo, Atalaya y Padre Abad
6. Departamento de Cerro de Pasco. Todas las provincias
7. Departamento de Junín. Todas las provincias
8. Departamento de Huancavelica. Provincias de Acochamba, Argaras, Churcampa, Tayacaja, y Huancavelica.
9. Departamento de Ayacucho. Provincias de Sucre, Huamanga, Huanta, y Vilcashuaman.
10. Departamento de Apurímac. Todas las provincias
11. Departamento de Cusco. Todas las provincias
12. Departamento de Madre de Dios. Provincias de Tambopata y Manú.
13. Departamento de Puno. Todas las provincias

Zona 3

1. Departamento de Tumbes. Todas las provincias
2. Departamento de Piura. Todas las provincias
3. Departamento de Cajamarca. Todas las provincias
4. Departamento de Lambayeque. Todas las provincias.
5. Departamento de La Libertad. Todas las provincias
6. Departamento de Ancash. Todas las provincias
7. Departamento de Lima. Todas las provincias.

0. Provincia Constitucional de Callao
9. Departamento de Ica. Todas las provincias
10. Departamento de Huancavelica. Provincias: Castrovireyna y Huayará
11. Departamento de Ayacucho. Provincias: Canchallo, Huanca Sarcos, Lucanas, Víctor Fajardo, Paríacochas, Paucar del Sara Sara.
12. Departamento de Arequipa. Todas las provincias
13. Departamento de Moquegua. Todas las provincias
14. Departamento de Tacna. Todas las provincias

lo permitido en este artículo o que puedan poner en peligro la salud o seguridad de personas o de propiedades, o que puedan causar daño o crear molestias al público en forma comprobable.

Excepciones: Los requisitos de este artículo no se aplicarán a:

- a) Operaciones agrícolas dentro de zonas así destinadas.
- b) Fuegos autorizados por el Jefe del Departamento de Bomberos en el cumplimiento de sus funciones oficiales.
- c) Producción de calor para calefacción y cocina en edificaciones de uso unifamiliar y bifamiliar.
- d) Fuego abierto autorizado por otras reglamentaciones vigentes.

V-III-9.2 Normas

Con el fin de lograr el control de la contaminación atmosférica se usarán las siguientes normas:

- "Gráfico de Humos Reingleminn N° 2", conforme es publicado y usado por el Buró de Minas de los Estados Unidos.
- "Manual para la Reducción de la Contaminación del Aire", publicado en 1951 por la Asociación de Químicos Manufactureros, incorporados, de los Estados Unidos.
- "Código de Prueba para Aparatos de Separación de Polvo", de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos de los Estados Unidos, editado en 1941.

V-III-9.3 Permisos

Ninguna persona o firma podrá erigir, construir, alterar, reparar u operar cualquier artefacto que genere o emita contaminantes atmosféricos sin antes haber obtenido un permiso para tal trabajo.

La solicitud para el permiso deberá ser hecha en un formulario que será provisto por la autoridad competente, y la solicitud deberá describir el trabajo propuesto incluyendo los métodos y artefactos propuestos para la eliminación de los contaminantes atmosféricos y será acompañada por los correspondientes planos completos los que deberán ser autorizados con la firma del profesional responsable autor del proyecto.

La autoridad competente aprobará la solicitud y expedirá el permiso sólo cuando en su opinión, la obra propuesta cumpla con los requisitos de esta sección.

La expedición de un permiso, o la aprobación de una obra o instalación no podrá interpretarse como autorización para emitir contaminantes atmosféricos en contra de los requisitos de este artículo, ni podrá impedir que la autoridad competente obligue al cumplimiento de las estipulaciones de dicho artículo.

V-III-9.4 Inspección

La autoridad competente podrá efectuar inspecciones durante el progreso de la obra, antes del sellado de las piezas, y después de la terminación antes que el artefacto para el que se ha solicitado el permiso esté en operación normal, con el fin de asegurar cumplimiento con los planos aprobados y con este reglamento.

CAPITULO IV

SEGURIDAD CONTRA EL EFECTO DESTRUCTIVO DE LOS SISMOS

CONCORDANCIA

Resolución Ministerial N° 1959-77-1100 de 05.04.77 aprueba la Norma Básica de Diseño Sismo Resistente que reemplazó al Capítulo IV, su texto es el siguiente:

NORMA BASICA DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE

NORMAS BASICAS

- 1.1 Alcances
- 1.2 Revisión de las Normas: Comité Especializado N° 3 Estructura y Construcción del RNC
- 1.3 Escalas Sísmicas
- 1.4 Zonificación Sísmica
- 1.5 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio
- 1.6 Clasificación de los Suelos
- 1.7 Clasificación de los Sismos por Efectos en las Edificaciones y su Intensidad
- 1.8 Criterios de Diseño Sismo Resistente
- 1.9 Consideraciones para el Diseño Sísmico
- 1.10 Concepción Estructural Sismo Resistente
- 1.11 Altura de las Edificaciones
- 1.12 Categoría de las Edificaciones
- 1.13 Método General para la Determinación de las Fuerzas Sísmicas Horizontales
- 1.14 Distribución "H" en la Altura del Edificio
- 1.15 Reducción en Plantas
- 1.16 Fuerzas Sísmicas Verticales
- 1.17 Otros Métodos para la Determinación de la Fuerza Sísmica

- 1.18 Momentos de Volteo
- 1.19 Efectos de Torsión
- 1.20 Desplazamiento Lateral
- 1.21 Juntas de Separación Sísmica
- 1.22 Seguridad Durante la Construcción
- 1.23 Justificación de Análisis: Memorias de Cálculo
- 1.24 Elementos no Estructurales de un Edificio y otras Estructuras
- 1.25 Cimentaciones
- 1.26 Reparación y Refuerzo
- 1.27 Instrumentación

NORMAS BASICAS

1.0 NOMENCLATURA

- C, Cl : Coeficientes sísmicos
D : Dimensión en metros de la edificación en el sentido considerado en planta
e₁ : Excentricidad estática en el nivel 1
F₁ : Fuerza horizontal correspondiente al nivel 1
H : Cortante total en la base de la edificación
H₁ : Cortante en el nivel 1

H	: Altura total de la edificación en metros
H ₁	: Altura del nivel 1 respecto a la base
M _T	: Momento de torsión en el nivel 1
M _v	: Momento de volteo en la base
N	: Número de pisos en la edificación
P	: Peso de la edificación más un % de la sobrecarga según 1.13.6
P ₁	: Peso del piso considerado 1: En el último nivel se incluirá el peso de elementos tales como tanques de agua, caseta de ascensores, etc.
R _d	: Factor de ductilidad
R _m	: Respuesta modal, aceleración, desplazamientos, velocidades o fuerzas
R _{mi}	: Respuesta del modo i
S	: Factor de suelo
S	: Dimensión mínima de la junta de separación entre dos bloques de una edificación.
S	: Junta de separación sísmica en cm.
S _r	: Desplazamiento relativo entre pisos
T	: Período fundamental de vibración de la estructura en segundo
T ₁	: Período predominante del suelo en segundos
U	: Factor de Uso e Importancia
Z	: Factor de Zona

1.1 ALCANCES

1.1.1 En estas normas se establecen los requerimientos mínimos para que las edificaciones sean sismo-resistentes en el contexto de los criterios que establecen las mismas normas.

1.1.2 Se incluye los requerimientos relativos al empleo de los diferentes materiales de construcción.

1.1.3 Se dan los requisitos necesarios para la evaluación y reparación de estructuras dañadas por sismos.

1.1.4 Para reservorios, tanques, silos y estructuras similares las disposiciones de estas normas regirán en cuanto sean aplicables.

1.1.5 Los proyectos que se elaboren con bases distintas a las consideradas en estas Normas deberán estar respaldados para su aprobación con una memoria de datos y cálculos justificativos completos, para su estudio por el Comité Especializado N° 3, Estructuras y Construcción. Este Comité evaluará los datos y cálculos que se le presenten y podrá solicitar ensayos y/o estudios adicionales hasta comprobar que el proyecto satisface los objetivos señalados en el acápite 1.8.

1.2 REVISIÓN DE LAS NORMAS: COMITÉ ESPECIALIZADO N° 3 ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN

1.2.1 Las disposiciones formuladas en estas normas serán revisadas periódicamente por el "Comité Especializado N° 3" del RNC.

1.3 ESCALAS SÍSMICAS

1.3.1 Serán usadas para describir los movimientos sísmicos en todo el país.

1.3.2 Escala de Richter:

Define los sismos por su magnitud. La magnitud se determina por la energía liberada en el sismo en base a la relación de la máxima amplitud/período. La magnitud corresponde al logaritmo en base 10 de la

amplitud medida en micrones.

1.3.3 Escalas de Mercalli Modificada (MM) y Escala Internacional de Intensidades (M.S.K.) Definen los sismos por su intensidad en base a las sensaciones en las personas y en la percepción de las alteraciones en objetos y construcciones.

1.3.4 Las escalas adoptadas, así como las definiciones y relaciones correspondientes se incluyen en el Apéndice 1.

1.4 ZONIFICACION SISMICA

1.4.1 El territorio peruano se considera dividido en 3 zonas, de acuerdo a la sismicidad observada y la potencialidad sísmica de dichas zonas. Estas zonas se indican en el Mapa N° 1 integrante de estas normas.

1.4.2 Como complemento a esta zonificación se incluye en el Apéndice N° 2 el Mapa N° 2 en el que se indica los epicentros.

1.5 MICROZONIFICACION SISMICA Y ESTUDIOS DE SITIO

1.5.1 Microzonificación Sísmica

- a) Son estudios de carácter multidisciplinario, que incluyen Sismología, Geología, Mecánica de Suelos, Ingeniería Sísmica, etc., sobre extensiones limitadas del territorio, generalmente a nivel de áreas de ciudades, de asentamientos industriales o similares, que suministrarán información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales, así como las limitaciones o exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño y construcción de las edificaciones.
- b) Será requisito la realización de los estudios de microzonificación en los siguientes casos:

- Nuevas áreas de Expansión de Ciudades.
- Complejos industriales o similares
- Construcciones de la Categoría A, según 1.13.

c) Los Estudios de Microzonificación serán aprobados por el "Comité Especializado N° 3", pudiendo éste solicitar informaciones o justificaciones complementarias en caso lo considere necesario.

d) En el apéndice "1" se da una guía para los estudios de Microzonificación.

1.5.2 Estudios de Sitio

- a) Son estudios similares a los de microzonificación aunque no necesariamente en toda su extensión, limitados a una área específica que suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por las condiciones locales, siendo su objetivo principal la obtención o modificación de los espectros de aceleraciones.
- b) La exigencia de realizar estudios de sitio será a criterio del proyectista.
- c) Par aquellos casos en que del Estudio de Sitio se obtenga condiciones por debajo de lo indicado en esta norma y se desee usar esas condiciones, se seguirá el procedimiento indicado en 1.1.5 para su aprobación.

1.6 CLASIFICACION DE LOS SUELOS

1.6.1 Se clasifica los suelos en tres grupos por el tipo de suelo de cimentación y por el período predominante T_s la estratigrafía.

CLASIFICACION TIPO DE SUELO DE CIMENTACION	PERIODO (SEGUNDOS)
I Roca, grava densa, grava arenosa densa.	$T_s = 0.3$
II Arena densa, suelo cohesivo duro o firme	$T_s = 0.6$
III Suelos granulares sueltos, suelos cohesivos medianos o blandos	$T_s = 0.9$

1.6.2 En caso de no tenerse información sobre el período predominante, éste podrá ser estimado en base a las características indicadas en la tabla.

1.6.3 En caso de determinar el período del suelo en base a su estratigrafía éste deberá considerarse con una variación de 25% en aumento para su clasificación y determinación del coeficiente sísmico.

1.7 CLASIFICACION DE LOS SISMOS POR EFECTOS EN LAS EDIFICACIONES Y SU INTENSIDAD

SISMOS LEVES:	Con intensidad igual o mayor de VII (M.M.)
SISMOS MODERADOS:	Con intensidad entre VI-VII (M.M.)
SISMOS SEVEROS:	Con intensidad igual o menor de V (M.M.)

1.8 CRITERIOS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

El objetivo del diseño sismo resistente es proyectar edificaciones de modo que se comporten ante sismos según los siguientes criterios:

- 1.8.1 Resistir sismos leves sin daños
- 1.8.2 Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves:
- 1.8.3 Resistir sismos severos con la posibilidad de daños estructurales importantes con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación.
Se considera que el colapso de una edificación ocurre al fallar y/o desplomarse (caerse) parcial o totalmente su estructura con la posibilidad de ocurrencia de daños personales y/o materiales.

1.9 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO SISMICO

- 1.9.1 Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas determinadas en la forma prescrita en estas normas.
- 1.9.2 Se considerará que las fuerzas horizontales del sismo actúan según las dos direcciones principales de la estructura o en las direcciones que resulten más desfavorables. El análisis podrá hacerse independientemente en cada dirección y para el total de la fuerza sísmica en cada

caso.

1.9.3 La distribución en planta de las fuerzas horizontales, para el caso de edificaciones que cuenten con diafragmas rígidos a nivel de los pisos, será de acuerdo con las rigideces de los elementos resistentes, debiendo existir compatibilidad entre las deformaciones de esos elementos y la condición de diafragma rígido.

Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

Para los pisos sin diafragmas rígidos los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

1.9.4 Si los elementos no estructurales pudieran afectar significativamente el comportamiento sísmico de la estructura, deberán ser considerados en el análisis, y detallarse en el proyecto el refuerzo y/o anclaje de éstos de manera concordante con esta condición.

1.9.5 Si se considera que los elementos no estructurales no afectarán significativamente el comportamiento sísmico de la estructura deberá detallarse en el proyecto el refuerzo y/o anclaje de éstos de manera concordante con esta condición.

1.9.6 Cuando un solo elemento de la estructura, muro o pórtico resiste una fuerza de 30% o más del total de la fuerza horizontal en cualquier nivel, dicho elemento deberá diseñarse para el 125% de dicha fuerza.

1.9.7 La fuerza sísmica vertical se considerará que actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis conforme se indica en 1.16.

1.9.8 No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

1.10 CONCEPCION ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE

Debe considerarse que el comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- a) Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- b) Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- c) Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- d) Continuidad en la estructuración, tanto en planta como en elevación.
- e) Ductilidad como requisito indispensable para un comportamiento satisfactorio.
- f) Deformación limitada ya que en caso contrario los daños en elementos no estructurales podrán ser desproporcionados.
- g) Recursos resistentes mediante la inclusión de líneas sucesivas de resistencia asemejando el comportamiento integral de la estructura a un comportamiento inelástico.
- h) Adecuar la estructuración y construcción a las condiciones locales en base a la información sobre las características del suelo.
- i) Una buena práctica constructiva y una inspección rigurosa que colaboran notablemente en asegurar el buen comportamiento de una edificación en caso de sismo.

ALTURA DE LAS EDIFICACIONES

1.11.1 Las construcciones de concreto y acero no tendrán limitaciones de altura salvo la exigencia de cumplimiento de las disposiciones pertinentes indicadas en las normas.

1.11.2 Las construcciones de albañilería tendrán como máximo de altura cinco pisos sin sobrepasar los 16 metros de altura.

1.11.3 Las construcciones de madera tendrán como máximo 2 pisos sin sobrepasar los 7 metros de altura.

1.11.4 En las construcciones con muros de adobe tendrán solamente un piso y no más de 3 m. de altura, excepto cuando formen tímpanos para techos a una o dos aguas, en cuyo caso podrán tener hasta 4 m. en su parte más alta.

12 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES

De acuerdo a su uso y especial importancia cuando ocurre un sismo las construcciones se clasifican en:

CATEGORIA A: Edificaciones especiales cuya falla además del peligro propio del colapso, representa un peligro adicional importante. Se incluye en esta categoría las estructuras para reactores atómicos, grandes hornos, depósitos inflamables y otros similares.

CATEGORIA B: Edificaciones especialmente importantes cuando ocurre un sismo por prestar servicios vitales que no deben ser interrumpidos o que al fallar causarían pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas comparativamente con el costo requerido para aumentar su seguridad. Dentro de esta categoría están: los hospitales, centrales telefónicas, estaciones de radio, estaciones de bomberos, subestaciones eléctricas, silos, tanques de agua, colegios, estadios, auditorios, templos, salas de espectáculos, archivos y registros públicos, museos y, en general locales que alojan gran cantidad de personas o equipos especialmente costosos.

CATEGORIA C: Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia, tales como: edificios de departamentos u oficinas, hoteles, casa-habitación, edificios comerciales, restaurantes, almacenes, depósitos y edificios industriales.

CATEGORIA D: Edificios cuyas fallas por sismos implican un costo reducido y normalmente no causan daño por consecuencia de su falla. Se incluye en esta categoría los cercos con alturas no mayores de 1.50 mts., casetas, almacenes provisionales y otros similares.

1.13. METODO GENERAL PARA LA DETERMINACION DE LAS FUERZAS SISMICAS HORIZONTALES

1.13.1 La fuerza horizontal o cortante total en la base debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

$$H = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R_d}$$

- Z = Factor de zona dado en 1.13.2
 U = Factor de uso e importancia dado en 1.13.3
 S = Factor de suelo dado en 1.13.4
 C = Coeficiente sísmico determinado según 1.13.5
 R_d = Factor de ductilidad dado en 1.13.6
 P = Peso de la edificación calculado según 1.13.7

1.13.2 **Factor de zona (Z).**— Depende de la zona sísmica donde esté ubicada la edificación.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
factor "Z"	1.0	0.7	0.3

1.13.3 **Factor de Uso e Importancia (U).**— Depende de la categoría de la edificación.

	Categoría B	Categoría C
factor "U"	1.3	1.0

a) Para las estructuras del tipo A y otras no consideradas en este cuadro, el proyectista a cargo del diseño presentará un estudio detallado justificando la fuerza sísmica adoptada; sin embargo, en cualquier caso ésta no será menor que la obtenida, considerando la estructura como del tipo B.

b) Las estructuras del tipo D están exoneradas de diseño sísmico; sin embargo, en su concepción y construcción se tomará las provisiones necesarias que éstas tengan resistencia a fuerzas del sismo.

1.13.4 **Factor de Suelo (S).**— Este factor considera los efectos de amplificación de la acción sísmica que se producen por las características del subsuelo de cimentación; considerando éste de una profundidad de 1/2 de la menor dimensión de la base de la edificación y dependiendo fundamentalmente de su capacidad portante. Los valores de S están referidos al comportamiento de estructuras sobre un estrato duro.

	Factor "S"
Suelo I	1.0
Suelo II	1.2
Suelo III	1.4

Para condiciones intermedias según el tipo de suelo de cimentación indicado en 1.6 podrá usarse un valor S intermedio a estos valores.

1.13.5 Coeficiente Sísmico (C)

a) Es la fracción del peso de la edificación "p" que debe tomarse para la determinación de la fuerza cortante en la base, el que se calculará mediante el espectro de respuesta de aceleraciones generalizado y expresado mediante fórmula función del período fundamental de la estructura (T) y del período predominante del suelo (T_s).

PRETOS
INDUST.
PUENTES
GEOLOGIA
PROGRAM.
PLANEM.

$H = 10.38 \text{ m}$

$$C = \frac{0.8}{T} + 1.0$$

El valor de C no se tomará menor que 0.16 ni mayor que 0.40.

Ts no se tomará menor que 0.3 segundos ni mayor que 0.9 segundos.

1.13.6 Factor de Ductilidad (R_d)

a) Corresponde básicamente a la ductilidad global de la estructura, involucrando además consideraciones sobre amortiguamiento y comportamiento en niveles próximos a la fluencia.

Ductilidad es la relación entre las deformaciones correspondientes a la rotura y la correspondiente al límite elástico, del material del elemento o de la estructura.

b) Para el cálculo de las fuerzas internas en la estructura, el coeficiente sísmico obtenido para cada dirección se dividirá entre el correspondiente factor R_d que se especifica en la tabla siguiente:

VALORES DEL FACTOR DE DUCTILIDAD

TIPO CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACION: Según los materiales usados y el sistema de estructuración para resistir la fuerza sísmica.

E1 —Edificios de concreto armado cuyos pórticos dúctiles especiales son capaces de resistir el 100% de la fuerza horizontal, considerándose que actúan independientes de cualquier otro elemento rígido.

—Edificios de pórticos de acero

E2 —Edificios de concreto armado con pórticos dúctiles especiales y muros de cortes especiales diseñados según los siguientes criterios:

a) Los pórticos y muros de corte resistirán la fuerza horizontal total de acuerdo a sus rigideces relativas considerando la interacción entre pórticos y muros.

b) Los pórticos tendrán capacidad para resistir no menos del 25% de la fuerza horizontal, actuando independientemente.

E3 —Edificios similares a los del caso anterior excepto que sus pórticos y/c muros no satisfacen íntegramente los requisitos especiales de ductilidad.

—Edificios de madera y de acero no incluidos en otros casos.

E4 —Edificios en los que las fuerzas horizontales son resistidas básicamente por muros de corte o estructuras similares.

—Tanques elevados, silos y estructuras tipo péndulo invertido (10% del 50% de la masa en el extremo superior) en general y no soportadas por un edificio (*).

E5 —Edificios con muros de albañilería confinada o armada. 2.5

E6 —Edificios con muros de albañilería sin confinar, construcciones de adobe y otras no contempladas en esta clasificación. 1.5

(*) — La Fuerza horizontal mínima de diseño H, será de 0.12 P, para las zonas 1 y 2 y de 0.08 P, para la zona 3.

— Para tanques deberá de tomarse en cuenta los efectos por oscilación del líquido almacenado.

1.13.7 Peso de la Edificación (P). — El peso P, se calculará adicionando a la carga permanente y total de la Edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

a) En edificaciones de la categoría A, se tomará el 100% de la carga viva.

b) En edificaciones de la categoría B, se tomará el 50% de la carga viva.

c) En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.

d) En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.

e) Entozoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.

6.0 f) En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

1.13.8 Período de Vibración fundamental de la estructura (T)

a) El período fundamental de vibración de la estructura se determinará mediante procedimientos teóricos que cumplan con las ecuaciones de la dinámica y que tengan en cuenta las características estructurales y la distribución de masas de la edificación.

5.0 b) De no usarse los procedimientos indicados en (a) el período se podrá determinar por las siguientes expresiones que se aplicarán en cada dirección de acuerdo a la estructuración correspondiente:

h = Altura de la edificación respecto al nivel del terreno en metros.

D = Dimensión horizontal en metros de la edificación en la dirección del sismo.

N = Número de pisos de la edificación.

4.0 T = 0.09N Para edificaciones cuya estructura está conformada por columnas y vigas (pórticos), exclusivamente.

T = 0.09H Para edificios cuyos elementos resistentes a la fuerza sísmica están constituidos únicamente por pórticos y los muros de las cajas de ascensores, sin otros elementos que rigidicen la estructura.



= 0.07H Para edificios en los que incluya muros de corte sobre las características indicadas en la descripción anterior.

= 0.05H Para edificios cuyos elementos resistentes corresponden principalmente a muros de corte.

1.14 DISTRIBUCION "H" EN LA ALTURA DEL EDIFICIO

1.14.1 La fuerza horizontal o cortante "H" en la base calculada según 1.13.1 en cada dirección se distribuirá en la altura de la edificación según la siguiente fórmula:

$$F_i = f H \frac{P_i \cdot h_i}{\sum P_i h_i}$$

donde:

F_i = 0.85 para edificios cuya relación alto/ancho en la dirección considerada exceda de 6.

f = 1.00 cuando esta relación no exceda de 3.

Para relaciones alto/ancho entre 3 y 6 se deberá interpolar linealmente.

El resto de la fuerza H se aplicará en el único nivel.

1.15 REDUCCION EN PLANTAS

1.15.1 Si la dimensión reducida en planta no es menor que las 3/4 partes de la dimensión del piso inmediato inferior en la dirección en que se considera el sismo, la fuerza H se calculará y distribuirá en altura tal como se especifica en 1.14.

Igualmente si la base de un edificio con reducciones tiene una altura menor o igual al 30% de la altura total de la edificación, se considerará que la reducción no modificará la distribución de la fuerza H indicada.

1.15.2 Si la dimensión reducida en planta es menor que las 3/4 partes de la dimensión del piso inmediato inferior en la dirección considerada, se tratará la parte reducida como una torre independiente y se determinará la fuerza cortante que corresponde a la base de la misma, según los siguientes criterios:

- a) Para el caso en que la reducción sea entre el 50% y 75% se tratará la parte reducida como una torre independiente determinándose la fuerza cortante que corresponde a la base de la misma multiplicada por un factor de amplificación de 1.25
- b) Para el caso en que la reducción sea de más del 50% se tratará la parte reducida como una torre independiente determinándose la fuerza cortante que corresponde a la base de la misma multiplicada por un factor de amplificación de 1.5.

1.15.3 El edificio considerado como un todo y que posee reducciones comprendidas en 1.15.2 se le aplicará en la base de la parte reducida la fuerza cortante calculada según lo modificado en ese mismo acápite adicionalmente a las fuerzas que se determinan para esta porción inferior según lo indicado en 1.14 y 1.5.

1.16 FUERZAS SISMICAS VERTICALES

1.16.1 El efecto de la fuerza sísmica vertical se considerará en el diseño de los elementos verticales; en los

elementos post o pretensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considerará que el sentido de la fuerza vertical será el más desfavorable en combinación con la fuerza sísmica horizontal y otras fuerzas de diseño.

1.16.2 La fuerza sísmica vertical será de 0.30 P para la zona 1, de 0.20 P para la zona 2, no siendo necesario considerarse para la zona 3.

1.17 OTROS METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA FUERZA SISMICA

1.17.1 a. Para edificios de más de 25 pisos o más de 75 mts. de altura o para aquellos casos en que el método general no sea suficientemente exacto se hará un análisis dinámico más riguroso.

1.17.2 Análisis Modal

a. Se considerará para cada modo una aceleración del suelo según la expresión siguiente, en la que "C" se obtendrá según el período correspondiente a cada modo:

$$\frac{ZUSC}{Rd}$$

b. Las estructuras podrán ser diseñadas con los resultados del análisis modal, pero el cortante en la base no podrá ser menor que el 80% del obtenido según el acápite 1.14. En caso contrario, este último valor se tomará como cortante en la base y todos los valores del análisis modal se aumentarán proporcionalmente. Quien usa el análisis modal, podrá despreciar a aquellos modos naturales de vibración cuyo efecto combinado no modifique los efectos sísmicos en más de 10% debiendo usarse en cualquier caso los tres primeros modos. Podrá también despreciarse el efecto dinámico torsional que resulte de excentricidades calculadas estáticamente no mayores del 5% de la dimensión del piso, medida en la misma dirección de la excentricidad. El efecto de dicha excentricidad y de la excentricidad accidental se considerará como se especifica en el acápite 1.20.

d. Las respuestas modales R_m se obtendrá considerando una superposición modal según el promedio entre la suma absoluta y la medida cuadrática de los modos debiendo tomarse como mínimo los 3 modos más significativos.

1.17.3 Análisis paso a paso

Si se emplea el método de análisis paso a paso de respuestas a sismos específicos podrá usarse registros de sismos reales o de movimientos artificiales o combinaciones de estos siempre que se use no menos de tres movimientos representativos cuyas intensidades y características sean compatibles con los demás criterios que involucra la presente norma, y que se tenga en cuenta las incertidumbres que haya en cuanto a sus parámetros.

Será también aplicable a este método los mismos requerimientos mínimos indicados en 1.17.2 para el análisis modal.

1.18 MOMENTOS DEL VOLTEO

1.1.1 diseño que pro...

1.18.1 Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir conjuntamente el momento de volteo que produce un sismo. Este momento de volteo se determinará mediante la fórmula:

$$M_v = (F_i \cdot h)$$

1.18.2 No se hará reducción en los 10 pisos superiores de cualquier edificación pudiendo hacerse una reducción del 2% por cada piso, desde el 10º piso a partir del piso más alto, pero no mayor que el 20%.

1.18.3 En el diseño de la cimentación en la cara en contacto con el suelo podrá hacerse una reducción de 10% y a ésta podrá añadirse la obtenida según 1.19.1.

1.18.4 Para estructuras tipo péndulo invertido no se permite reducción del momento de volteo.

1.18.5 El factor de seguridad al volteo no será menor que 1.5.

1.19 EFECTOS DE TORSION

1.19.1 Se considera en cada nivel que la fuerza sísmica F_i actúa horizontalmente en el centro de gravedad del nivel respectivo.

1.19.2 Se considerará únicamente los incrementos de la fuerza horizontal por este concepto, no así las disminuciones.

Toda edificación deberá estructurarse de manera que en cada uno de sus niveles la fuerza que actúa sobre cualquier elemento para resistir el momento de torsión según 1.19.3 no podrá exceder la fuerza que actúa sobre el mismo como resultado de la distribución de la fuerza cortante H_i según 1.9.3.

1.9.3 El momento de torsión en cada nivel, considerando la no coincidencia entre el centro de masas y el centro de rigideces y una torsión accidental, se determinará según las siguientes fórmulas:

$$M_t = H_i (1.5e + 0.05 bx)$$

$$M_t = H_i (e - 0.05 bx)$$

1.19.4 El análisis por torsión deberá realizarse para todo tipo de edificaciones salvo las que no requieran en análisis sísmico.

1.20 DESPLAZAMIENTO LATERAL

1.20.1 Para determinar los máximos desplazamientos laterales durante un sismo se multiplicará por 0.75 R_d los desplazamientos calculados elásticamente con las fuerzas deducidas según 1.13.1.

1.20.2 El máximo desplazamiento relativo de entre pisos S_r , calculado según 1.20 será de 0.01 la altura de piso considerada cuando existan elementos susceptibles de dañarse por la deformación relativa. Para otros casos S_r será de 0.015.

1.21 JUNTAS DE SEPARACION SISMICA

1.21.1 La dimensión "S" de la junta de separación entre dos bloques de un edificio en cada nivel no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques calculados ni menor que:

$$S = 3 + 0.4 (h - 5) \text{ ni menor que } 3 \text{ cms.}$$

1.21.2 El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según 1.20 ni menores que S/2 calculado según 1.21.1.

1.21.3 La junta se extenderá en toda la altura de la edificación pudiendo ser omitida en la cimentación o en sótanos.

La junta deberá mantenerse libre de manera que permita el libre movimiento de la edificación.

1.22 SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCION

Durante el proceso constructivo las edificaciones deberán tener seguridad ante los sismos cumpliendo con los criterios y demás requisitos establecidos en esta norma.

1.23 JUSTIFICACION DE ANALISIS MEMORIAS DE CALCULO

1.23.1 Será requisito presentar las memorias de análisis sísmico para los siguientes casos:

- Para toda edificación del Tipo A o B.
- Para edificaciones del Tipo C de más de 15 pisos o más de 45 mts., de altura.
- Para edificaciones de albañilería de más de 3 pisos o más de 10 mts. de altura.

1.24 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DE UN EDIFICIO Y OTRAS ESTRUCTURAS

1.24.1 Los elementos no estructurales de un edificio y otras estructuras así como sus anclajes, se diseñarán para resistir una fuerza sísmica dada por la siguiente fórmula:

$$M = U \cdot C_1 \cdot P \text{ (U y P según definido en 1.13)}$$

1.24.2 Los valores de C_1 se tomarán de la siguiente tabla:

Elementos no Estructurales y otras estructuras	Dirección de la Fuerza	C_1
Elementos que al fallar pueden precipitarse fuera de la edificación (parapetos de coronación, parapetos de balcones ubicados en voladizos, ornamentos exteriores u otros similares).	Perpendicular al plano del elemento	1.0
Elementos cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras (ornamentos interiores y otros similares).	Perpendicular al plano del elemento	0.35
Muros dentro de una edificación.	Perpendicular al plano del elemento	0.35
Cercos	Perpendicular al plano del elemen-	

	to	0.25
— Torres, tanques y chimeneas, cuando están conectados a una parte del edificio (*).	Cualquiera	0.35
— Pisos y techos que actúan como diafragmas.	En el plano del elemento.	0.20

(*) Cuando h/D del edificio es igual o mayor que 5, aumentará el valor de C1 en 30%.

Para el caso de tanques, se considerará incluido en P el contenido para determinar las fuerzas horizontales.

1.25 CIMENTACIONES

1.25.1 El diseño de las cimentaciones deberá hacerse de manera compatible con la distribución de fuerzas obtenidas del análisis de la estructura y todas las otras consideraciones del diseño de ésta.

1.25.2 Deberá igualmente haber concordancia entre lo considerado para los giros de las zapatas o deformaciones de las conexiones de los diferentes elementos, y las rigideces consideradas para la distribución de las fuerzas horizontales en la estructura.

1.25.3 En todo estudio de suelos deberá considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación.

Especial atención deberá darse en esta condición a la posibilidad de licuefacción o densificación para el caso de suelos granulares.

1.25.4 Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo III y para las zonas 1 y 2 se proveerá elementos de conexión, los que tendrán como mínimo un refuerzo en tracción equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.

1.25.5 Para el caso de pilotes deberá proveerse de vigas de conexión o deberá tenerse en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas solicitaciones. Se considerará que los pilotes tendrán una armadura en tracción equivalente o por lo menos al 15% de la carga vertical que soportan.

1.26 REPARACION Y REFUERZO

1.26.1 Si los daños que afectan a la estructura de un edificio, después de un sismo son leves o moderados, deberá procederse a reparar y reforzar los elementos dañados de modo de restituir por lo menos su resistencia original.

1.26.2 Si los daños son severos y ponen en peligro la estabilidad de la estructura, deberá reforzarse ésta para lo que será necesario de un análisis considerando los criterios sismo-resistentes establecidos en el acápite 1.8 y otros requisitos de esta norma.

1.26.3 Para reparar será necesario la elaboración de un proyecto que incluya e indique los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse para integrar los refuerzos necesarios a la estructura existente, de manera de asegurar el comportamiento integral de estos con ella.

1.26.4 Todo proyecto de reparación deberá obtener la

aprobación de la oficina de licencias correspondiente como si se tratara de un nuevo proyecto. Será requisito en estos casos presentar una memoria en la cual se indique claramente los alcances y objetivos de la reparación y/o refuerzo y la inscripción y conclusiones de los estudios realizados.

1.27 INSTRUMENTACION

1.27.1 En todo edificio de más de 25 pisos será obligatorio adquirir por cuenta del propietario dos acelerógrafos para movimientos fuertes; éstos serán ubicados, uno en el nivel más bajo del edificio y otro a 2/3 de la altura del edificio, salvo otra indicación del Proyectista.

1.27.2 Será requisito para la conformidad de obra tener instalada la instrumentación mencionada en 1.27.1

1.27.3 Para edificios de las categorías A y B en los casos en que se tenga un área techada superior a los 10,000 m², será requisito cumplir con lo estipulado en 1.27.1 y 1.27.2.

1.27.4 El mantenimiento y servicio para los instrumentos deberá ser provisto y asegurado por el propietario del edificio sujeto a la aprobación y control de una entidad oficial (Instituto Geofísico del Perú).

1.27.5 Para toda edificación sobre 15,000 m² y de menos de 25 pisos se deberá instalar un acelerógrafo en ubicación indicada por el Proyectista.

CAPITULO V

SEGURIDAD CONTRA VIENTOS EXTERNOS Y TEMPORALES

CONCORDANCIA:

Resolución Ministerial N° 743-77-VC de 14.11.77 aprueba la incorporación de la norma "Cargas" que reemplaza el Capítulo V y Capítulo VI, su texto es el siguiente:

RESOLUCION MINISTERIAL N° 743 -77/VC-3500

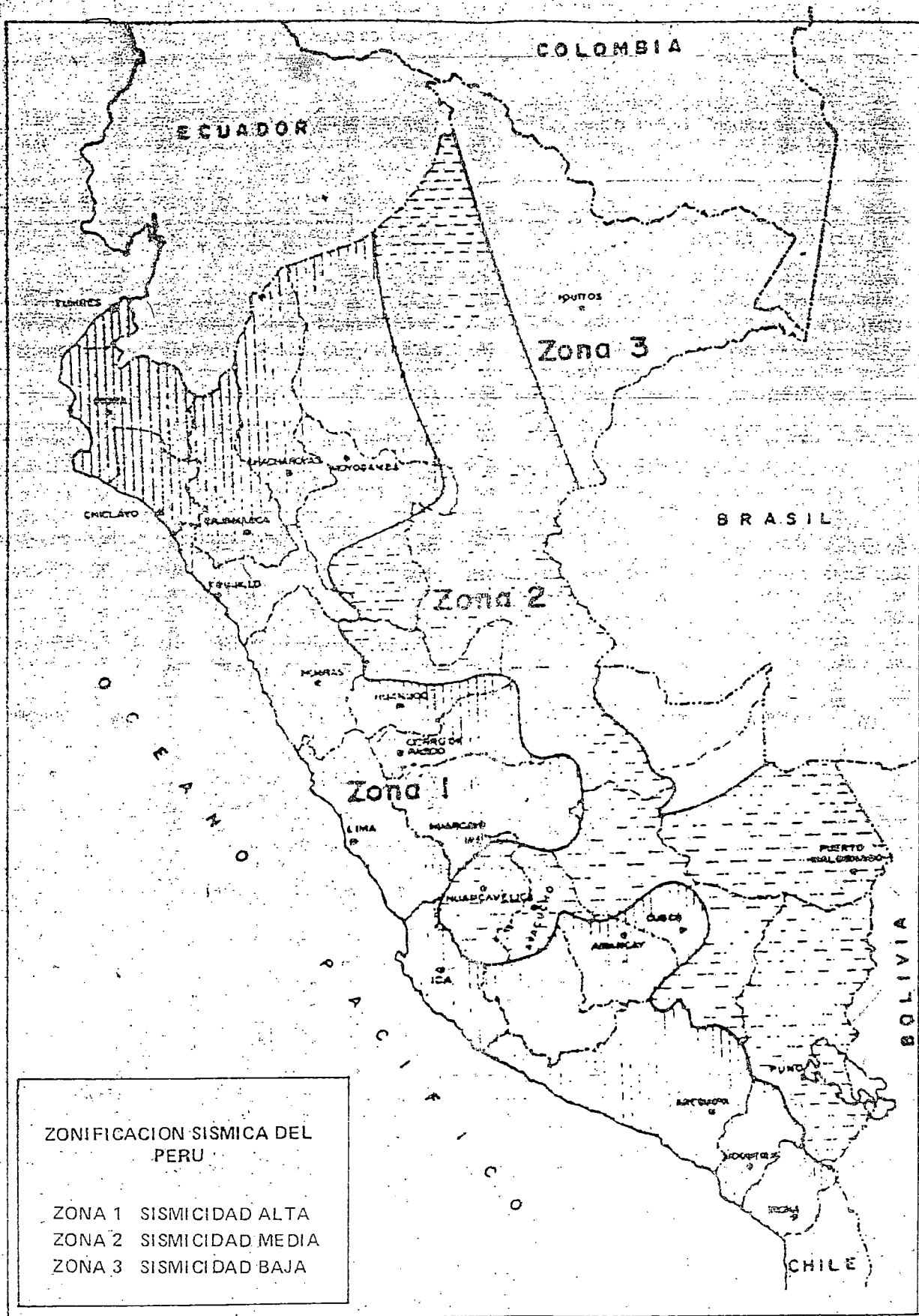
Lima, 14 de Noviembre de 1977

CONSIDERANDO:

Que por Decreto Supremo N° 047-75-VI, de 9 de setiembre de 1975, la Oficina de Investigación y Normalización del Ministerio de Vivienda y Construcción asumió las funciones que el Artículo P-VI-I del Reglamento Nacional de Construcciones encomendara a la Comisión Permanente;

Que en cumplimiento de tales funciones la Oficina de Investigaciones y Normalización estableció la Comisión de Acción Normativa de Edificación y Comités Especializados encargados de los estudios requeridos para proponer las ampliaciones y modificaciones del Reglamento Nacional de Construcciones;

Que por Resolución Ministerial N° 476-76/VC-1200, del 5 de noviembre de 1976, se constituyó una Comisión Especial encargada de los estudios finales de los proyectos de modificación del Reglamento Nacional de Construcciones propuestos por la Oficina de Investigación y Normalización del Ministerio de Vivienda y Construcción pre-



Ju
 N:
 as
 la:
 al
 de
 Se
 Na
 pla
 Vi
 ne
 Si
 lo
 Ca
 to
 Ve
 che
 da
 rar
 en
 sus

sidida por el Director General de dicha oficina;

Que el Comité Especializado 3: "Estructuras y Construcción" ha elaborado la Norma "Cargas" con la participación de especialistas de diferentes sectores de la actividad nacional;

Con la opinión favorable de la Comisión Especial; y
Estando a lo dispuesto por el Artículo 10^o del Decreto Ley N° 21798 del 15 de febrero de 1977;

SE RESUELVE:

1°.— Aprobar la incorporación al Reglamento Nacional de Construcciones de la Norma "Cargas".

2°.— La Norma "Cargas" reemplazará íntegramente al Capítulo V: Seguridad contra vientos externos y temporales, y al Capítulo VI: Definiciones del Título V: Requisitos de Seguridad y Previsión de Siniestros.

Igualmente reemplazará íntegramente al Capítulo I: Normas Generales, Capítulo II: Cargas Muertas, Capítulo III: Cargas Vivas, Capítulo V: Presiones de Viento y Capítulo VI: Otras cargas, del Título VIII: Estructuras.

Regístrese y comuníquese.

Contralmirante AP. GERONIMO CAFFERATA MARAZZI, Ministro de Vivienda y Construcción.

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES — ELABORACION DE NORMAS:

COMITE ESPECIALIZADO 3 "Estructuras y Construcción"

SUB-COMITE 02 - CE3:
CARGAS

RESOLUCION MINISTERIAL N° 153-85-VC-9600

Lima, 26 de Junio de 1985

CONSIDERANDO:

Que, por Decreto Legislativo N° 145, de fecha Doce de Junio de Un Mil Novecientos Ochenta y Uno, el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda, asumió la función, entre otras, de actualizar y/o establecer las Normas Técnicas Nacionales de Edificación, en base al Reglamento Nacional de Construcciones;

Que, según Resolución Ministerial N° 743-77-VC-3500 de fecha Catorce de Noviembre de Un Mil Novecientos Setentisiete, se aprobó la incorporación al Reglamento Nacional de Construcciones de la Norma "Cargas", reemplazando íntegramente al Capítulo V: Seguridad Contra Vientos Externos y Temporales; y al Capítulo VI: Definiciones, del Título V: Requisitos de Seguridad y Previsión de Siniestros. Igualmente reemplazó íntegramente al Capítulo I: Normas Generales, Capítulo II: Cargas Muertas, Capítulo III: Cargas Vivas, Capítulo V: Presiones de Viento y Capítulo VI: Otras Cargas, del Título VIII: Estructuras.

Que, por Resolución Ministerial N° 962-76-CV-3500 del Veintuno de Noviembre de Un Mil Novecientos Setenta y Seis, se aprobó la Nueva Estructura Normativa denominada: "Normas Técnicas de Edificación" a la cual se incorporarán progresivamente las Normas Técnicas contenidas en el actual Reglamento Nacional de Construcciones y sus Modificaciones;

Que, la misma Resolución Ministerial citada en el Considerando anterior fija la Codificación que debe emplearse para identificar a las Normas Técnicas;

Que, en cumplimiento de sus funciones el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda - ININVI, contando con la participación de Especialistas de diferentes Sectores de la Actividad Nacional, conformará el Comité Especializado encargado de revisar y actualizar la Norma "Carga" del Reglamento Nacional de Construcciones y formular en base a ésta, la Norma Técnica de Edificación "Carga";

Que, el Comité Especializado ha formulado la Norma Técnica de Edificación "Carga";

Con lo informado por el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda;

Con el Informe Técnico de la Dirección General de Edificaciones y con la opinión favorable del Vice-Ministro de Vivienda;

SE RESUELVE:

1°.— Aprobar la Norma "CARGAS" con el Código E. 020, incorporándola a las Normas Técnicas de Edificación, que reemplaza en todas sus partes a la Norma "Carga" del Reglamento Nacional de Construcciones.

2°.— Dejar sin efecto todas las Normas, Requisitos y Recomendaciones contenidas en otros títulos, Capítulos, Anexos o Apéndices del Reglamento Nacional de Construcciones que se opongan a la Norma que con la presente Resolución se aprueba.

3°.— Autorizar que el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda - ININVI, tome las medidas necesarias para la difusión, distribución y venta de la Norma E. 020 que se aprueba.

Regístrese y comuníquese.

Firmado

Arq. CARLOS PESTANA ZEVALLOS, Ministro de Vivienda y Construcción.

NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION

NORMA: E. 020 CARGAS

La presente Norma reemplaza a la Norma "Cargas" del Reglamento Nacional de Construcciones aprobada según Resolución Ministerial N° 743-77-VC-3500 de fecha 14 de Noviembre de 1977; y también, por consiguiente, a los siguientes Títulos y Capítulos del Reglamento Nacional de Construcciones:

Título V	: Requisitos de Seguridad y Previsión de Siniestros	
Capítulo V	: Seguridad Contra Vientos Externos y Temporales	TODOS
Capítulo VI	: Definiciones	TODOS
Título VIII	: Estructuras	
Capítulo I	: Normas Generales	TODOS
Capítulo II	: Cargas Muertas	TODOS
Capítulo III	: Cargas Vivas	TODOS
Capítulo V	: Presiones de Viento	TODOS
Capítulo VI	: Otras Cargas	TODOS

El Capítulo IV: "Cargas Sísmicas" ha sido reemplazado por las "Normas de Diseño Sismo-Resistente", aprobadas según Resolución Ministerial N° 159-77-VC-110 de fecha 05 de Abril de 1977.

ININVI MINISTERIO DE VIVIENDA Y
CONSTRUCCION

INDICE

1. GENERAL

- 1.1 Alcance
- 1.2 Normas
- 1.3 Definiciones

2. CARGA MUERTA

- 2.1 Materiales
- 2.2 Dispositivos de Servicio y Equipos
- 2.3 Tabiques

3. CARGA VIVA

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Carga Viva del Piso
- 3.3 Carga Viva para Aceras, Pistas, Barandas, Parape-
tos y Columnas en Zonas de Estacionamiento.
- 3.4 Carga Viva del Techo
- 3.4 Cargas Vivas Móviles

4. REDUCCION DE CARGA VIVA

- 4.1 Cargas Vivas de Techo
- 4.2 Cargas Vivas de Piso
- 4.3 Zona Contribuyente de Piso
- 4.4 Cimientos y Soportes de Columna

5. CARGAS DEBIDAS AL VIENTO

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Clasificación de las Edificaciones
- 5.3 Velocidad de Diseño
- 5.4 Carga Exterior de Viento
- 5.5 Carga Interior de Viento

6. OTRAS CARGAS

- 6.1 Presiones de Tierra
- 6.2 Cargas de Construcción
- 6.3 Fuerzas Térmicas
- 6.4 Contracción

7. DISTRIBUCION Y COMBINACION DE CARGAS

- 7.1 Distribución de Cargas Verticales
- 7.2 Distribución de Cargas Horizontales.
- 7.3 Combinaciones de Cargas

8. ESTABILIDAD

- 8.1 Generalidades
- 8.2 Volteo
- 8.3 Deslizamiento

9. RIGIDEZ

- 9.1 Método de Cálculo
- 9.2 Desplazamientos Laterales
- 9.3 Flechas
- 9.4 Acumulación de Agua

Anexo 1. Pesos Unitarios

NORMA DE CARGAS

1. GENERAL

1.1 *Alcance.* Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se le imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no causarán esfuerzos que excedan los admisibles señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica. En ningún caso las cargas asumidas serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma.

1.2 *Normas.* Esta Norma forma parte de las Normas Técnicas de Edificación y se complementa con las Normas de Diseño Sismo-Resistente y con las normas propias de los diversos materiales estructurales.

1.3 *Definiciones.*

-Carga Muerta. Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes. Ver 2.

Carga Viva. Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación. Ver 3.

2. CARGA MUERTA

2.1 *Materiales.* Se considerará el peso real de los materiales que conforman y de los que deberá soportar la edificación calculados en base a los pesos unitarios que aparecen en el Anexo 1, pudiéndose usar pesos unitarios menores cuando se justifique debidamente.

El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.

2.2 *Dispositivos de Servicio y Equipos.* Se considerará el peso de todos los dispositivos de servicio de la edificación, inclusive las tuberías, ductos y equipos de calefacción y aire acondicionado, instalaciones eléctricas, ascensores, maquinarias para ascensores y otros dispositivos fijos similares. El peso de todo este material se incluirá en la carga muerta.

El peso de los equipos con el que se amueble una zonada dada, será considerado como carga viva.

2.3 *Tabiques.* Se considerará el peso de todos los tabiques, usando los pesos reales en las ubicaciones que indican los planos.

Cuando no se conozca la distribución de tabiques, obligatoriamente se usará las cargas mínimas repartidas equivalentes que figurañ en la Tabla 2.3, las que se

añadirán a la carga muerta.

En el caso que los tabiques puedan ser cambiados de lugar se considerará la condición que cause los mayores esfuerzos entre la ubicación inicial y las cargas mínimas repartidas equivalentes.

Tabla 2.3 Cargas Mínimas repartidas equivalentes a la de Tabiquería

Peso del Tabique (Kg/m)	Carga Equivalente (Kg/m ²) a ser añadida a la carga muerta
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
	390

3. CARGA VIVA

3.1 *Generalidades.* Además de las cargas muertas, cargas sísmicas, cargas debidas al viento y otras que se apliquen, se diseñará la edificación tomando en cuenta cargas vivas repartidas, cargas vivas concentradas o combinaciones simultáneas de cargas repartidas y concentradas, según las que produzcan un mayor esfuerzo.

3.2 Carga Viva del Piso

3.2.1 *Carga Viva Mínima Repartida.* Se usará como mínimo los valores que se establecen en la Tabla 3.2.1 para diferentes tipos de ocupación o uso, verificando su conformidad de acuerdo a las disposiciones del acápite 3.2.3. Estas cargas incluyen un margen para las condiciones ordinarias de impacto. Cuando la ocupación o uso de un espacio no sea conforme con ninguno de los que figuran en la tabla 3.2.1, el proyectista determinará la carga viva justificándola ante las autoridades competentes.

Tabla 3.2.1 Cargas Vivas Mínimas Repartidas

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas en (Kg/m ²)
Almacenaje Ver 3.2.3	500
Baños	Igual a la carga principal del resto del área
<i>Bibliotecas</i> Ver 3.2.3	
Salas de Lectura	300
Salas de Almacenaje	750
Corredores y Escaleras	400
<i>Centros de Educación</i>	
Aulas	300
Talleres Ver 3.2.3	350
Auditorios, Gimnasios, etc. de acuerdo a luga-	

res de asambleas.

Laboratorios	300
Corredores y escaleras	400

Garajes

Para parqueo exclusivo de automóviles con altura de entrada menor de 2.40 m.	250
Para otros vehículos Ver 3.5.3	

Hospitales

Salas de Operación, laboratorios y áreas de servicio	300
Cuartos	200
Corredores y escaleras	400

Hoteles

Cuartos	200
Salas Públicas - de acuerdo a lugares de asamblea.	
Almacenaje y servicios	500
Corredores y escaleras	400

Industria Ver 3.2.3

Instituciones Penales

Zona de habitación	200
Zonas Públicas - de acuerdo a lugares de asamblea.	
Corredores y escaleras	400

Lugares de Asamblea

Con asientos fijos	300
Con asientos móviles	400
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios.	400
Graderías y tribunas	500
Corredores y escaleras	500

Oficinas

Exceptuando salas de archivo y computación	250
Salas de archivo	500
Salas de computación	350
Corredores y escaleras	400

Teatros

Vertidores	200
Cuarto de proyección	500
Escenario	750
Zonas Públicas - de acuerdo a lugares de asamblea.	

Tiendas Ver 3.2.3

Corredores y escaleras	500
------------------------	-----

Viviendas	200
-----------	-----

Corredores y escaleras	200
------------------------	-----

3.2.2 Carga Viva Concentrada

3.2.2.1 Cuando exista una carga viva concentrada, se colocará la carga viva repartida establecida en la Tabla 3.2.1 de tal forma que produzca los esfuerzos máximos.

3.2.2.2 Los pisos que soporten cualquier tipo de maquinaria u otras cargas vivas concentradas en exceso de 500 Kg. (incluido el peso de los apoyos o bases), serán diseñados para poder soportar tal peso como una carga concentrada o como grupo de cargas concentradas.

3.2.2.3 Cuando exista una carga viva concentrada, se puede omitir la carga viva repartida en la zona ocupada por la carga concentrada.

3.2.3 Conformidad

Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima repartida, se hará una aproximación de la carga viva repartida real promediando la carga total que en efecto se aplica sobre un área rectangular representativa de 15 metros cuadrados que no tenga ningún lado menor a 2.50 metros.

3.3 CARGA VIVA PARA ACERAS, PISTAS, BARANDAS, PARAPETOS Y COLUMNAS EN ZONAS DE ESTACIONAMIENTO

3.3.1 Aceras y Pistas

3.3.1.1 Todas las aceras y pistas o porciones de las mismas que no apoyen sobre el suelo se diseñarán para una carga viva mínima repartida de 500 Kg/m².

Cuando estén sujetas a la carga de rueda de camiones, intencional o accidental, se diseñarán tales tramos de aceras o pistas para la carga vehicular máxima que se pueda imponer. Ver 3.5.3.

3.3.1.2 Los accesorios de aceras y pistas, incluidos los registros de inspección, las tapas de registro y las rejillas, serán diseñados para las cargas prescritas en el inciso anterior.

3.3.2 Barandas y Parapetos

3.3.2.1 Las barandas y parapetos se diseñarán para las fuerzas indicadas en las Normas de Diseño Sismo-Resistente, las cargas de viento cuando sean aplicables y las que se indican a continuación.

3.3.2.2 Las barandas y parapetos alrededor de los pozos para escaleras, balcones y techos en general, con exclusión de las ubicadas en teatros, lugares de asamblea y viviendas unifamiliares, serán diseñados para resistir la aplicación simultánea de una fuerza horizontal y una vertical de 60 Kg/m., ambas aplicadas en su parte superior.

Las barandas y parapetos de los balcones de teatros y lugares de asamblea serán diseñados para una fuerza horizontal de 75 Kg/m. y una vertical de 150 Kg/m., ambas aplicadas en su parte superior.

Las barandas y parapetos en viviendas unifamiliares, se diseñarán para una fuerza horizontal y una vertical de 30 Kg/m., ambas aplicadas en su parte superior.

La fuerza horizontal total y la fuerza vertical total en

todos los casos serán de por lo menos 100 Kg. cada una.

3.3.2.3 Cuando las barandas y parapetos soporten equipos o instalaciones se tomarán en cuenta las cargas adicionales que éstos impongan.

3.3.2.4 Las barandas, parapetos o topes que se usan en zonas de estacionamiento para resistir el impacto de los vehículos en movimiento, serán diseñados para soportar una carga horizontal de 500 Kg/m., aplicada por lo menos 60 cm. encima de la pista; pero en ningún caso será la carga inferior a 1,500 Kg/vehículo.

3.3.3 Columnas en Zonas de Estacionamiento

A no ser que se les proteja de manera especial, las columnas en las zonas de estacionamiento o que estén expuestas a impacto de vehículos en movimiento, serán diseñadas para resistir la carga lateral debida al impacto de vehículos.

Para los vehículos de pasajeros, esta carga lateral será como mínima 1,500 Kg. aplicada por lo menos 60 cm. encima de la pista.

3.4. CARGA VIVA DEL TECHO

Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas debidas al sismo y viento; las cargas vivas y otras prescritas en los acápites 3.4.1 a 3.4.3 a continuación.

3.4.1 Carga Viva.— Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:

3.4.1.1 Para los techos con una inclinación hasta de 3° con relación a la horizontal, 100 Kg/m².

3.4.1.2 Para techos con inclinación mayor de 3°, 100 Kg/m², reducida en 5 Kg/m² por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 50 Kg/m².

3.4.1.3 Para techos curvos, 50 Kg/m².

3.4.1.4 Para techos con coberturas livianas de asbesto-cemento, calamina, fibrocemento o tela y para toldos y doseles, cualquiera sea su pendiente, 30 Kg/m², excepto cuando puede haber acumulación de nieve en cuyo caso la carga será establecida por el proyectista, justificándola ante las autoridades competentes.

3.4.2 Cargas Concentradas

Se aplicarán las disposiciones de la sección 3.2.2.

3.4.3 Cargas Especiales

3.4.3.1 Cuando se trata de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente al uso particular, según se indica en la Tabla 3.2.1.

3.4.3.2 Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 100 Kg/m².

El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada.

Las zonas adyacentes de las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas permanentes que impidan su uso.

3.4.3.3 Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo el diseño tomará en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasionen.

3.5. CARGAS VIVAS MOVILES

3.5.1 Generalidades

Se considerará que las cargas establecidas en las secciones 3.2.1 y 3.4.1 incluyen un margen para las condiciones ordinarias de impacto.

3.5.2 Automóviles

Las zonas que se usen para el tránsito o estacionamiento de automóviles y que estén restringidas a este uso por limitaciones físicas se diseñarán para la carga repartida pertinente a las zonas de estacionamiento de tales vehículos, como se determina en la Tabla 3.2.1, aplicada sin impacto.

3.5.3 Camiones

Las cargas mínimas y su distribución cumplirán con los requisitos aplicables a puentes carreteros.

3.5.4 Ferrocarriles

Las cargas mínimas y su distribución cumplirán con los requisitos aplicables a puentes ferroviarios.

3.5.5 Puentes grúa

3.5.5.1 Cargas Verticales

La carga vertical será la máxima real sobre rueda cuando la grúa esté izando a capacidad plena. Para tomar en cuenta el impacto, la carga izada se aumentará en 25 por ciento o la carga sobre rueda se aumentará en 15 por ciento la que produzca mayores condiciones de esfuerzo.

3.5.5.2 Cargas Horizontales

La carga transversal, debida a la traslación del carro del puente grúa, será el 20 por ciento de la suma de la capacidad de carga y el peso del carro, aplicada la mitad de dicha carga en la parte superior de cada riel y actuando en ambos sentidos perpendicularmente a la vía de rodadura.

La carga longitudinal, debida a la traslación de la grúa, será el 10 por ciento de la reacción máxima total sin incluir el impacto, aplicada en la parte superior del riel y actuando en ambos sentidos paralelamente a la vía de rodadura.

3.5.6 Teclas Monorrieles

3.5.6.1 Cargas Verticales

La carga vertical será la suma de la capacidad de carga y el peso del tecla. Para tomar en cuenta el impacto, la carga vertical se aumentará en 10 por ciento para teclas manuales y en 25 por ciento para teclas eléctricas.

3.5.6.2 Cargas Horizontales

La carga transversal será el 20 por ciento de la suma de la capacidad de carga y el peso del tecla.

3.5.7 Ascensores, montacargas y escaleras mecánicas

Se aplicarán las cargas reales determinadas mediante análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos del fabricante.

3.5.8 Impacto de Motores

Para tomar en cuenta el impacto, las reacciones de las unidades a motor de explosión se aumentarán por lo menos en 50 por ciento y las de unidades a motor eléctrico se aumentarán por lo menos en 25 por ciento.

3.5.9 Asientos en lugares de Asamblea

Los asientos y las zonas donde están instalados, en tribunas, estadios y otros lugares de asamblea, serán diseñados para resistir la aplicación simultánea de una carga de oscilación horizontal de 40 Kg. por metro lineal de asiento en una dirección paralela a la hilera de asientos, combinada con 15 Kg. por metro lineal de asiento en una dirección perpendicular a la hilera de asientos, aplicadas ambas a la mitad de la altura del respaldo.

4. REDUCCION DE CARGA VIVA

4.1 CARGAS VIVAS DE TECHO

No se permitirá reducción alguna, excepto en los elementos portantes principales para los que aplicarán las condiciones indicadas en 4.2 y 4.3.4.

4.2 CARGAS VIVAS DE PISO

La carga viva mínima uniforme que se utilizará para el diseño será el valor indicado en la Tabla 4.2.1 con las reducciones y limitaciones que aparecen a continuación.

4.2.1 Con excepción de lo dispuesto en 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4 se aplicarán los porcentajes de la Tabla 4.2.1 al valor de la carga viva mínima para obtener la carga viva de diseño. La zona contribuyente se calculará de conformidad con la sección 4.3.

Tabla 4.2.1 Zona Contribuyente (metros cuadrados)	Porcentaje de Carga Viva		
	Relación Carga Viva a Carga Muerta		
	0.625 o menos	1	2 o más
14.9 o menos	100	100	100
15 - 29.9	80	85	85
30 - 44.9	60	70	75
45 - 59.9	50	60	70
60 o más	40	55	65

* Para los valores de carga viva/carga muerta diferentes a los indicados en la tabla se puede interpolar los porcentajes de carga viva.

4.2.2 No se permitirá ninguna reducción de carga viva para los diferentes elementos, miembros y conexiones (excepto columnas y muros) que soportan pisos usados como almacenamiento, biblioteca, archivo, estacionamiento de vehículos, lugar de asamblea, industria o tienda. Para las columnas y muros que soportan tales pisos, el porcentaje mínimo de carga viva será de 80 por ciento.

4.2.3 No se permitirá reducción alguna de carga viva para el cálculo del esfuerzo de corte en el perímetro de columnas en estructuras de losas sin vigas.

4.2.4 Para columnas y muros: No habrá reducción en la carga viva del techo. Las reducciones de carga viva de pisos serán de 15 por ciento en el piso más alto de la edificación y de 5 por ciento adicional por cada piso sucesivo, con una reducción máxima de 50 por ciento. Las limitaciones de 4.2.2 y 4.2.3 deben aplicarse.

4.3. ZONA CONTRIBUYENTE DE PISO

4.3.1 Para establecer el porcentaje de carga viva, se determinará de la siguiente manera la zona contribuyente de piso:

4.3.2 Para el diseño de losas, sólidas o nervadas, de una o dos direcciones el producto del lado más corto y de un ancho igual a la mitad del lado más corto.

4.3.3 Para el diseño de losas sin vigas, la mitad del área del paño.

4.3.4 Para el diseño de vigas o tijerales que apoyan en columnas, el área cargada que está directamente soportada por la viga o tijeral.

4.3.5 Para el diseño de pisos con viguetas y elementos múltiples similares que descansan en vigas o tijerales, o para el diseño de estructuras menores alrededor de aberturas, dos veces el área cargada soportada, pero no más que el área del paño total.

4.4. CIMIENTOS Y SOPORTES DE COLUMNAS

La carga viva que soportarán los cimientos o vigas o tijerales que soportan columnas representará la reacción total de la columna reducida de acuerdo a la sección 4.2.

5. CARGAS DEBIDAS AL VIENTO

5.1. GENERALIDADES

La estructura, los elementos de cierre y los componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento serán diseñados para resistir las cargas (presiones y/o succiones) exteriores e interiores debidas al viento, suponiendo que éste actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En la estructura la ocurrencia de presiones y/o succiones exteriores será considerada simultáneamente.

5.2 CLASIFICACION DE LAS EDIFICACIONES

De acuerdo con la naturaleza de los efectos que el viento puede ocasionar en las edificaciones, éstas se clasificarán en tres tipos:

Tipo 1. Edificaciones poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, tales como edificios de poca altura o esbeltez y edificaciones cerradas con cubierta capaz de soportar las cargas sin variar su geometría. Ver 5.3 y 5.4.

Tipo 2. Edificaciones cuya esbeltez las hace sensibles a las ráfagas, tales como tanques elevados y anuncios y en general estructuras con una dimensión corta en el sentido del viento. Para este tipo de edificaciones la carga exterior especificada en 5.4 se multiplicará por 1.4.

Tipo 3. Edificaciones que presentan problemas aerodinámicos especiales tales como domos, arcos, antenas, chimeneas esbeltas y cubiertas colgantes. Para este tipo de edificaciones las presiones de diseño se determinarán a partir de procedimientos de análisis reconocidos en ingeniería, pero no serán menores que las especificadas para el Tipo 1 en 5.3 y 5.4.

5.3 VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño hasta 10 m. de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación pero no menos de 75 Kgm/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión:

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

donde: V_h es la velocidad de diseño en la altura h en Km/h, V es la velocidad de diseño hasta 10 m. de altura en Km/h y h es la altura sobre el terreno en metros.

5.4 CARGA EXTERIOR DE VIENTO

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Se calculará de la expresión:

$$P_h = 0.005 C V_h^2$$

donde: P_h es la presión o succión del viento a una altura h en Kg/m²; C es un factor de forma adimensional indicado en la Tabla 5.4, y V_h es la velocidad de diseño a la altura h , en Km/h, definida en 5.3.

Tabla 5.4 Factores de forma (C)*

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+ 0.8	- 0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento.	+ 1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+ 0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+ 2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°.	+ 0.8	- 0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos.	+ 0.3 - 0.7	- 0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°.	+ 0.7 - 0.3	- 0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical.	+ 0.8	- 0.6

El signo positivo indica presión y el negativo succión.

5.5 CARGA INTERIOR DE VIENTO

Para el diseño de los elementos de cierre, incluyendo sus fijaciones y anclajes, que limitan en cualquier dirección el nivel que se analiza, tales como: paneles de vidrio, coberturas, alféizares y paneles, se adicionará a las cargas exteriores calculadas según 5.4, las cargas interiores (presiones o succiones) calculadas con los factores de forma para presión interior de la Tabla 5.5.

Tabla 5.5 Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C)

A B E R T U R A S		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado de barlovento	Principales en lado de sotavento o en los costados
+ 0.3	+ 0.8	- 0.6

6. OTRAS CARGAS

6.1 PRESIONES DE TIERRA

6.1.1 Todo muro de contención será diseñado para resistir, en adición a las cargas verticales que actúan sobre

él, la presión lateral del suelo y sobrecargas, más la presión hidrostática correspondiente al máximo nivel probable del agua freática.

6.1.2 Se considerarán las subpresiones causadas por la presión hidrostática

6.1.3 Para el cálculo de la magnitud y ubicación de las presiones laterales del suelo se podrá emplear cualquiera de los métodos aceptados en la Mecánica de Suelos.

6. CARGAS DE CONSTRUCCION

Se considerarán las cargas reales previstas en el proceso constructivo que excedan las cargas vivas de uso, indicándose tal capacidad en los documentos de proyecto.

6.3 FUERZAS TERMICAS

El diseño de edificaciones tomará en cuenta las fuerzas y los movimientos que resulten de un cambio de temperatura de 20° C para construcciones de concreto y/ o albañilería y 30° C para construcciones de metal.

6.4 CONTRACCION

El diseño de estructuras de concreto armado cualquiera de cuyas dimensiones en planta entre juntas de expansión o contracción excedan 45 metros, tomará en consideración las fuerzas y movimientos resultantes de la contracción del concreto en una cantidad 0.0002 veces la distancia entre juntas. El diseño de arcos y de estructuras similares tendrá en cuenta además las deformaciones instantáneas y diferidas.

7. DISTRIBUCION Y COMBINACION DE CARGAS

7.1 DISTRIBUCION DE CARGAS VERTICALES

La distribución de cargas verticales a los elementos de soporte se establecerá sobre la base de un método reconocido de análisis elástico o de acuerdo a sus áreas tributarias.

Se tendrá en cuenta el desplazamiento instantáneo y diferido de los soportes cuando ellos sean significativos.

7.2 DISTRIBUCION DE CARGAS HORIZONTALES

Las siguientes disposiciones se aplicarán solamente a las estructuras principales y no a aquellas en las cuales las cargas horizontales se transmitan a los cimientos por medio de cables, arcos, tijerales o muros de corte, no orientados en planos verticales.

7.2.1 Distribución de Cargas Horizontales en Pórticos y Muros de Corte.

Se supondrá que las cargas horizontales sobre la estructura son distribuidas a los pórticos y muros de corte por los sistemas de pisos y techos que actúan como diafragmas horizontales. La proporción de la carga horizontal total que resistirá cualquier pórtico y/o muro de corte se determinará sobre la base de su rigidez relativa, considerando la excentricidad de la carga aplicada con respecto al centro de rigidez de los pórticos y/o muros de

corte. Cuando la existencia de aberturas o la excesiva relación largo/ancho en las losas de piso o techo no permitan su comportamiento como diafragma rígido, la rigidez de cada columna estructural tomará en cuenta las deflexiones adicionales de piso mediante algún método reconocido de análisis.

7.2.2. Distribución de cargas horizontales en estructuras de varios niveles

La distribución de cargas horizontales dentro de estructuras de varios niveles se determinará sobre la base de algún método reconocido para análisis elástico. En el caso de fuerzas horizontales de sismo se aplicará lo indicado en los numerales pertinentes de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

7.2.3 Muros Portantes y Tabiques

Se puede considerar que los muros y tabiques, si se diseñan específicamente para resistir las fuerzas aplicadas, contribuirán a la resistencia y/o rigidez de la estructura en relación a las cargas horizontales.

7.3 COMBINACION DE CARGAS

Excepto en los casos indicados en las normas propias de los diversos materiales estructurales, todas las cargas consideradas en la presente norma se considerará que actúan en las siguientes combinaciones, la que produzca los efectos más desfavorables en el elemento estructural considerado, con las reducciones, cuando sea adecuado, indicadas en 4.0.

- (1) D
- (2) D + L
- (3) D + (W o E)
- (4) D + T
- (5) K [D + L + (W o E)]
- (6) K [D + L + T]
- (7) K [D + (W o E) + T]
- (8) K [D + L + (W o E) + T]

donde:

- D = carga muerta, según 2.0
 L = carga viva; según 3.0
 W = carga de viento, según 5.0
 E = carga de sismo, ver Normas de Diseño Sismo-Resistente
 T = acciones por cambios de temperatura, contracciones y/o deformaciones diferidas en los materiales componentes, asentamientos de apoyos o combinaciones de todos ellos.

K = factor que tendrá un valor mínimo de 0.75 para las combinaciones (5), (6) y (7); y de 0.66 para la combinación (8). En estos casos no se permitirá un aumento de los esfuerzos admisibles.

8. ESTABILIDAD

8.1 GENERALIDADES

8.1.1 La estabilidad requerida será suministrada sólo por las cargas muertas más la acción de los anclajes permanentes que se provean.

8.1.2 El peso de la tierra sobre las zapatas o cimentaciones, calculado con la densidad mínima de la tierra, puede ser considerado como parte de las cargas muertas.

8.2 VOLTEO

La edificación o cualquiera de sus partes, será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1.5 contra falla por volteo.

8.3 DESLIZAMIENTO

8.3.1 La edificación o cualquiera de sus partes será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1.25 contra falla por deslizamiento.

8.3.2 Los coeficientes de fricción que se asuman serán establecidos por el proyectista a partir de valores usuales empleados en ingeniería.

9. RIGIDEZ

9.1 METODO DE CALCULO

El cálculo de las deformaciones de la estructura o de sus componentes será efectuado por métodos aceptados en ingeniería.

9.2 DESPLAZAMIENTOS LATERALES

El máximo desplazamiento relativo entre pisos, causados por las fuerzas de viento, será de 0.015 de la altura del piso; excepto cuando existan elementos susceptibles de dañarse por esta deformación, en cuyo caso será reducido a 0.010 de la altura del piso. En el caso de fuerzas de sismo el máximo desplazamiento será el indicado en los numerales pertinentes de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

9.3 FLECHAS

9.3.1 La flecha de cualquier elemento estructural no excederá los valores indicados en la Tabla 9.3.1; usados en base a los factores indicados en 9.3.2, excepto cuando soporte paneles de vidrio en cuyo caso se aplicará lo indicado en 9.3.3.

Tabla 9.3.1 Flechas Máximas para Elementos Estructurales

Tipo de elemento	Para carga viva únicamente	Para carga viva más carga muerta (CV + K.CM)
Techos enyesados o pisos	L/360	L/240
Techos	L/180	---

K = Factor de la carga muerta. Ver Tabla 9.3.2
 L = Luz del elemento
 CV = Carga Viva
 CM = Carga Muerta

9.3.2. Para considerar las deformaciones diferidas, se tomará en cuenta el efecto de la carga muerta multiplicándola por el factor indicado en la Tabla 9.3.2

Tabla 9.3.2 Factores de la Carga Muerta

Material	Factor K
Coníferos	
Madera Seca	0.5
Madera Húmeda	1.0
Otras maderas	De acuerdo a su tipo
Concreto	
A's = 0	2.0
A's = 0.5 As	1.2
A's = 0.8 As	1.0
Acero	0

A's = Área de acero en compresión en elementos a flexión
 As = Área de acero en tracción en elemento a flexión

9.3.3 La flecha para carga viva más carga muerta (CV + KCM) de elementos estructurales que soportan paneles de vidrio no excederá en ningún caso 2. cm.

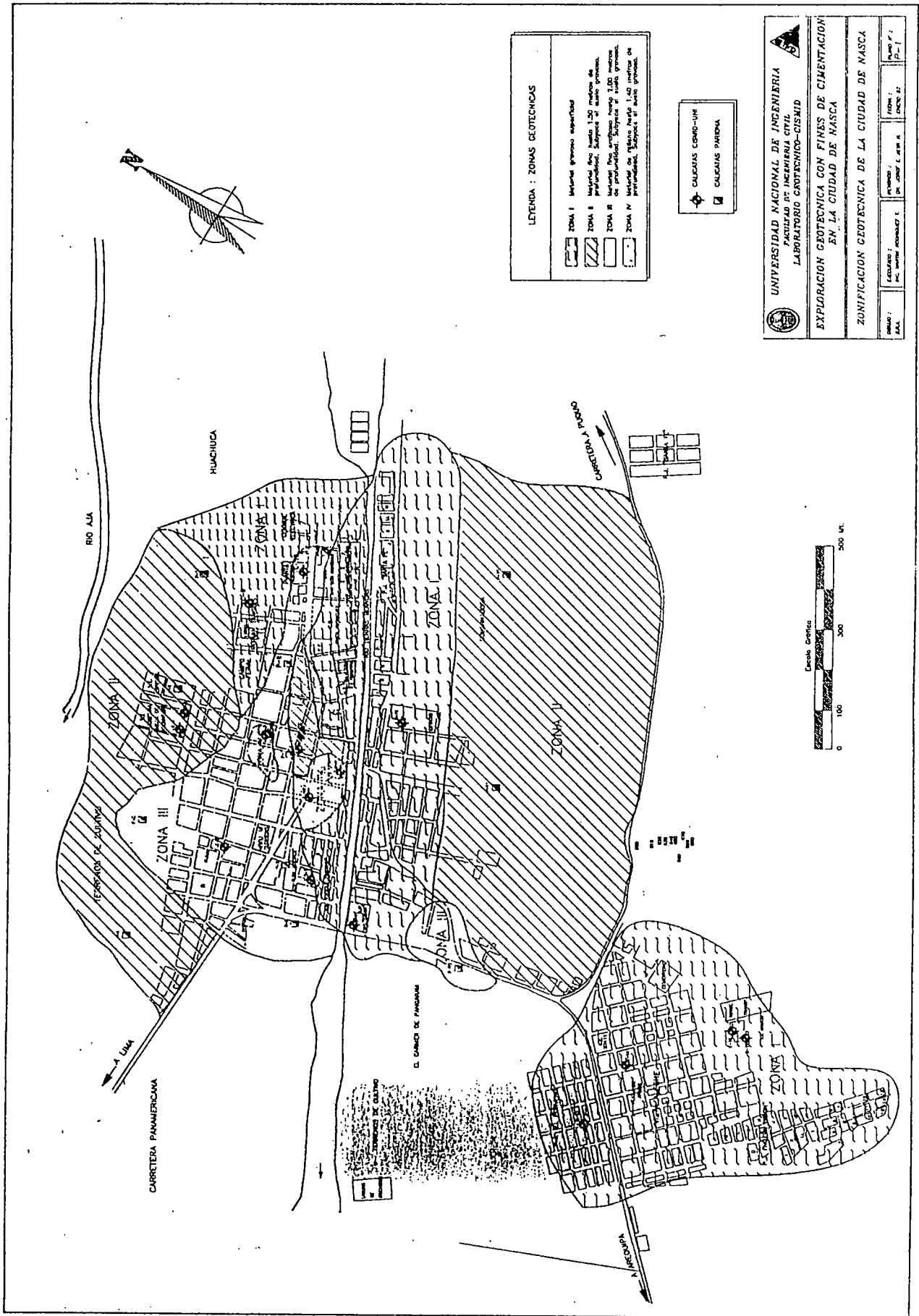
9.4 ACUMULACION DE AGUA

Todos los techos tendrán suficiente pendiente o contraflecha para asegurar el drenaje adecuado del agua, después de que ocurran las deformaciones diferidas. Alternativamente serán diseñados para soportar las máximas cargas de diseño incluyendo la posible acumulación de agua debido a la deflexión.

ANEXO 1-PESOS UNITARIOS

MATERIALES	Peso (Kg/m ³)
1. Aislamientos de:	
Fibra de vidrio	300
Corcho	200
Poliuretano y poliéstireno	200
Fibrocemento	600
2. Albañilería de:	
Adobe	1600
Unidades de albañilería sólidas	1800
Unidades de albañilería huecas	1350
3. Concreto Simple de:	
Grava	2300
Cascote de ladrillo	1800
Pómez	1600
4. Concreto armado	
	Añadir. 100 Kg/m ³ al peso del concreto simple
5. Enlucido o Revoque de:	
Mortero de cemento	2000
Mortero de cal y cemento	1850
Mortero de cal	1700
Yeso	1000
6. Líquidos:	
Agua	1000
Agua de mar	1030
Alcohol	800
Aceites	930
Acido-muriático	1200
Acido-nítrico	1500
Acido-sulfúrico	1800
Soda cáustica	1700
Petróleo	870
Gasolina	670
7. Maderas:	
Coníferas secas	550
Coníferas húmedas	750
Duras secas	700
Duras húmedas	1000
8. Mampostería de:	
Caliza	2400
Granito	2600
Mármol	2700
Pómez	1200
Bloques de vidrio	1000
9. Materiales almacenados:	

Cemento	1540	11. Metales	
Coke	1200		7850
Carbón de piedra	1550	Acero	7800
Briquetas de carbón de piedra	1750	Hierro dulce	7250
Lignito	1250	Fundición	2750
Turba	600	Aluminio	11400
Hielo	920	Plomo	8900
Basuras domésticas	660	Cobre	8500
Trigo, frijoles, pãlles, arroz	750	Bronce	6900
Papas	700	Zinc	7400
Frutas	650	Estaño	8500
Harinas	700	Latón	13600
Azúcar	750	Mercurio	9000
Sal	1000	Niquel	
Pastos secos	400		
Papel	1000	12. Otros:	
Leña	600		
10. Materiales amontonados:		Acrílicos	1200
		Vidrios	2500
		Concreto asfáltico	2400
Tierra	1600	Locetas	2400
Gravas y arena secas	1600	Teja artesanal	1600
Coke	520	Teja industrial	1800
Escorias de carbón	1000	Cartón bituminado	600
Escorias de altos hornos	1500	Ladrillo pastelero	1600
Piedra pómez	700	Asbesto-cemento	2500



PLANO N° 1. Zonificación geotécnica de la ciudad de Nasca efectuada por el CISMID



FOTO Nº 26.- Edificio de concreto armado de cuatro pisos. No presenta daños estructurales pero sí a la tabiquería de cerramiento y partición

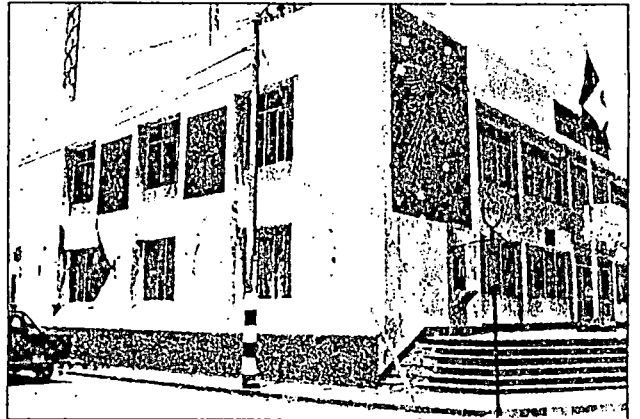


FOTO Nº 27.- Edificio de la Municipalidad de Nasca. Estructura de concreto armado. La tabiquería de relleno presenta grandes daños, pero no hay daños estructurales.

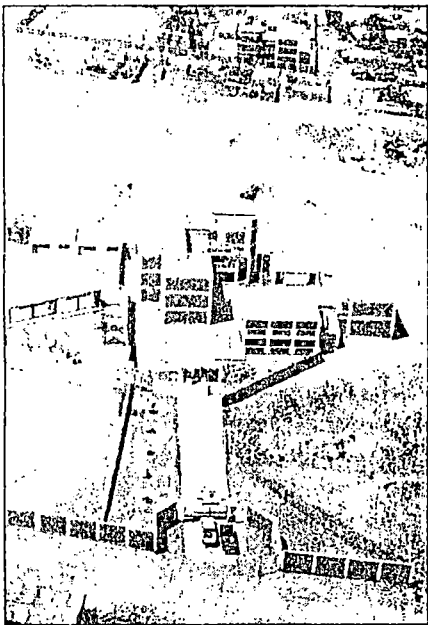


FOTO Nº 28.- Vista Aérea de Nasca. Vista aérea donde se aprecia el C.E. Fermín del Castillo ubicado al final de la zona aluvial en la falda del cerro. Nótense la topografía accidentada de la zona. El colegio se ubica en un promontorio. Nótense las lomas hacia el Oeste. En la parte plana del terreno, al extremo superior de la foto se aprecia el local del C.E. José Carlos Mariátegui. Nótense por medio las irregularidades topográficas entre los dos colegios.

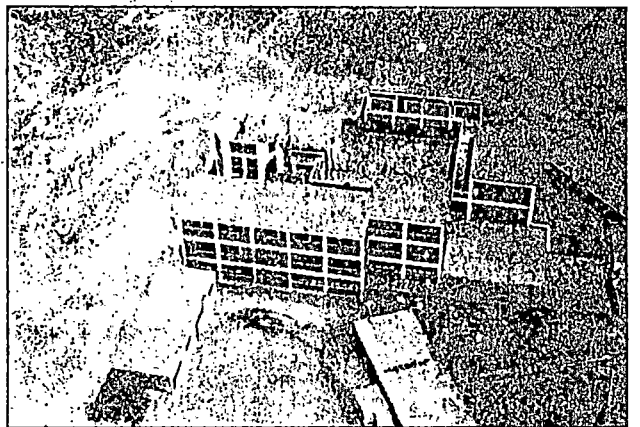


FOTO Nº 29.- C. E. Fermín del Castillo. Vista Aérea. Algunos daños estructurales y extensos daños a la tabiquería. Al parecer la intensidad del movimiento ha sido amplificada en esta zona debido a las desfavorables condiciones topográficas.

zona de Curva López Km. 387 de la Panamericana Sur.

■ **PUNTES.**- No se han reportado daños a excepción del puente Yauca a la altura del km 568 donde se interrumpió el tránsito de vehículos pesados habiéndose planteado un badén. Hubo daño en la viga del pilar central por una falla por tracción diagonal. Se ha reportado licuación del suelo del lecho del río (1) lo que indica una intensidad sísmica severa.

■ **CENTROS DE SALUD.**- El Hospital de Nasca ha sufrido el volcamiento de su cerco perimétrico que cortó una tubería de agua, asimismo, el puente de paso de agua caliente ha colisionado a nivel de juntas, felizmente sin colapso,

también se observaron fisuras leves en la zona de junta de dilatación en el interior del hospital, continuando operativo. En general las postas de los alrededores han sufrido daños leves encontrándose operativas en la emergencia.

ACARI

Acari es una población que pertenece a la provincia de Caravelí del Departamento de Arequipa y se encuentra a 2 horas de Nasca.

Durante la inspección se ha podido constatar que la casi totalidad de edificaciones que son de adobe han sufrido severos daños tanto en fachadas como al interior. Las edificaciones se encuentran en mal estado apreciándose deficiencias en la calidad de construcción.

El suelo donde se emplaza el poblado de Acari

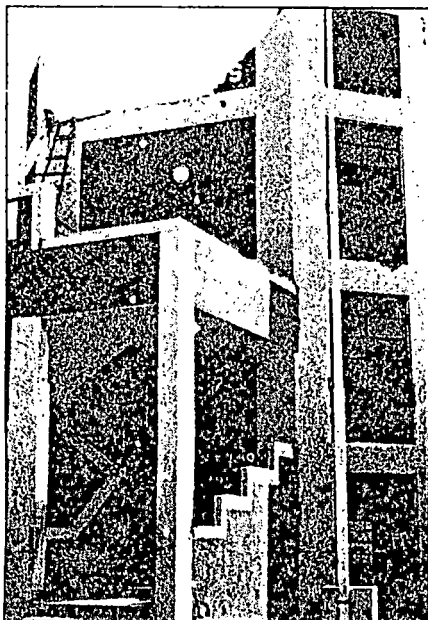


FOTO Nº 30.- C. E. Fermín del Castillo. Vista Alegre. Nasca. Vista del módulo denominado "torre" en forma octogonal. Caída del parapeño superior. Ausencia de solera de confinamiento especificada.

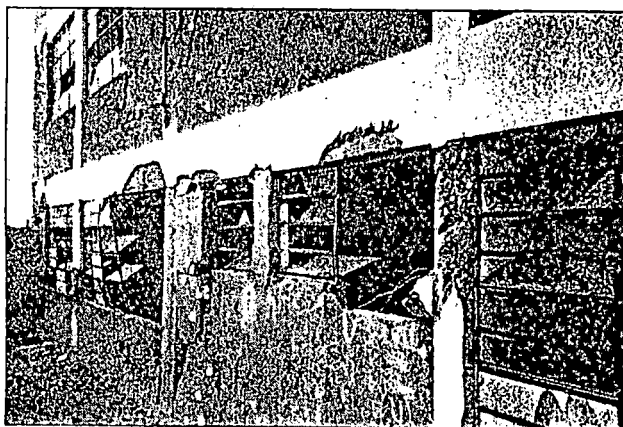


FOTO Nº 31.- C. E. Fermín del Castillo. Vista Alegre. Nasca. Daños a la tabiquería y algunos daños estructurales a las columnas de concreto armado.

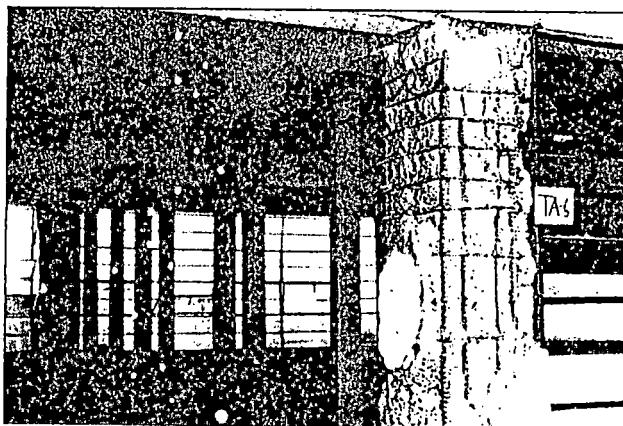


FOTO Nº 32.- C. E. Fermín del Castillo. Vista Alegre. Nasca. Columna rectangular que ha perdido el concreto de recubrimiento. La orientación de la columna es la opuesta a la indicada en los planos, contribuyendo a disminuir la rigidez del edificio en la dirección longitudinal.

está conformado por gravas, arenas y limos fuertemente cementados. No se apreció problemas de asentamiento o licuación de suelos.

EVALUACION PRELIMINAR DE DAÑOS

La información presentada es el resultado de un trabajo de campo directo de los integrantes de las Comisiones CISMID y en la parte de Evaluación de Daños de un trabajo conjunto realizado con funcionarios de ENACE para la evaluación preliminar de daños del Centro de Nasca y de Vista Alegre, que consistió en identificar a las edificaciones en función de su ubicación, tipo de material de construcción, número de pisos, número de personas, el área aproximada y el grado de daño.

EDIFICACIONES.- Los mayores daños observados se concentraron en las construcciones de adobe dedicadas a vivienda, educación y comercio, las cuales representan entre el 75% al 100% de las edificaciones de las localidades afectadas. Un mayor porcentaje está constituido por edificaciones de un piso.

Las edificaciones de albañilería y concreto dedicadas a vivienda y comercio, que en Nasca representan un 25% del total de edificaciones, presentan daños a nivel de tabique y elementos no estructurales principalmente, no habiendo ocurrido ningún colapso de estas edificaciones.

MATERIAL PREDOMINANTE		
MATERIAL DE CONSTRUCCION	Nº DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
ADOBE	196	75.0 %
ALBAÑILERIA	30	11.6 %
CONCRETO	24	9.2 %
MIXTO	11	4.2 %
TOTAL	261	100.0 %

EDIFICACIONES DE ADOBE		
ESTADO	Nº DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
SIN DAÑOS	1	0.5 %
DAÑOS LEVES	40	20.4 %
DAÑOS SEVEROS	114	58.2 %
ESTADO DE COLAPSO	22	11.2 %
SIN DIAGNOSTICO	19	9.7 %
TOTAL	196	100.0 %

EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA		
ESTADO	Nº DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
DAÑOS LEVES	13	43.3 %
DAÑOS SEVEROS	0	0.0 %
ESTADO DE COLAPSO	0	0.0 %
SIN DIAGNOSTICO	93	56.7 %
TOTAL	30	100.0 %

EDIFICACIONES DE CONCRETO		
ESTADO	Nº DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
SIN DAÑOS	6	25.0 %
DAÑOS LEVES	6	25.0 %
DAÑOS SEVEROS	2	8.3 %
ESTADO DE COLAPSO	0	0.0 %
SIN DIAGNOSTICO	10	41.7 %
TOTAL	24	100.0 %

EDIFICACIONES MIXTAS		
ESTADO	Nº DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
SIN DAÑOS	0	0.0 %
DAÑOS LEVES	3	27.2 %
DAÑOS SEVEROS	4	36.4 %
ESTADO DE COLAPSO	2	18.2 %
SIN DIAGNOSTICO	2	18.2 %
TOTAL	11	100.0 %

Mención aparte son los daños que presentan dos Centros Educativos de reciente construcción donde se ha observado daños severos a nivel de la estructura portante así como en los elementos de cierre en albañilería de ladrillo.

EFFECTOS LOCALES DEL SUELO

En el lecho del río Yauca ocurrió el fenómeno de licuación de suelos. Uno de los pilares del puente de concreto armado sufrió agrietamiento en la viga superior y columna, así como desplazamientos en el apoyo del tablero del puente. El tráfico fue suspendido por el puente y éste ha sido rehabilitado mediante una funda de concreto armado. En el área del puente se apreció volcancitos de arena y agrietamientos en el suelo, típicos del fenómeno de licuación. El puente estaba cimentado mediante cajones de cimentación. Al momento del sismo corría agua por el río.

El Instituto Geofísico del Perú (1) ha reportado



FOTO Nº 33.- C. E. Fermín del Castillo. Vista Alegre. Nasca. Edificio de dos pisos del pabellón de laboratorios. Estructura mixta de muros confinados en una dirección y aporricada en la otra. Juntas muy pequeñas no han permitido el desplazamiento del edificio acortando las columnas. Adicionalmente se observa esta inexplicable falta de estribos (primer piso).

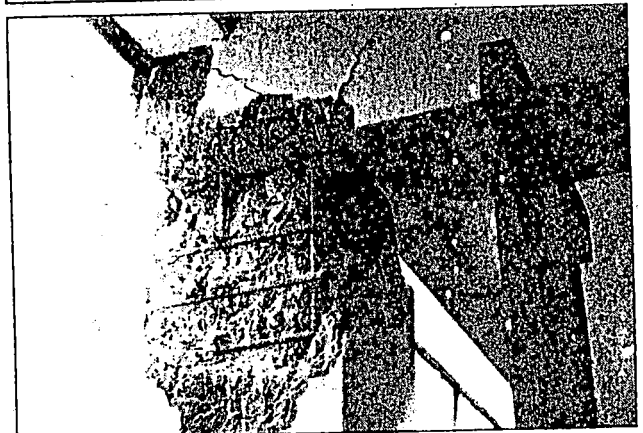


FOTO Nº 34.- C. E. Fermín del Castillo. Vista Alegre. Nasca. Edificio de dos pisos del pabellón de administración y biblioteca. Estructura mixta de muros confinados en una dirección y aporricada en la otra. Además del problema de juntas muy pequeñas o inexistentes se observó esta falla en el nudo de una columna del segundo piso. Nótese la junta fría, la diferencia del tono del concreto y la varilla extrema de corrugaciones perpendiculares al eje, (como en las antiguas varillas de $f_y=2,800 \text{ kg/cm}^2$ que ya no se producen en nuestro medio) posiblemente de acero procedente del extranjero. Esta misma falla se ha presentado en la misma columna de un edificio similar en el aledaño C.E. José Carlos Mariátegui. (Foto 36).

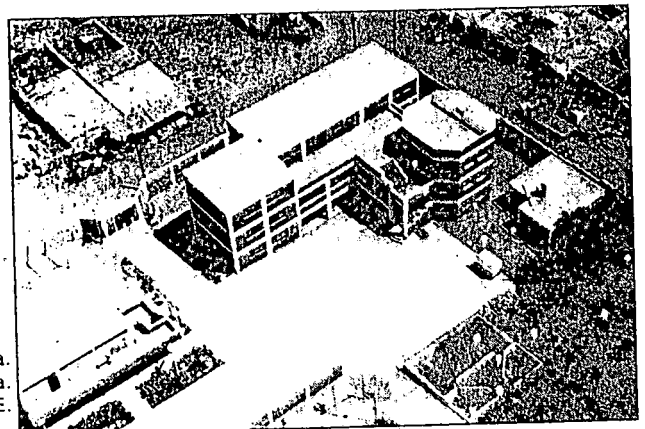


FOTO Nº 35.- C. E. José Carlos Mariátegui. Vista Alegre. Nasca. Vista aérea donde se aprecia la topografía plana de la zona. Los daños observados son mucho menores a los del C.E. Fermín del Castillo.

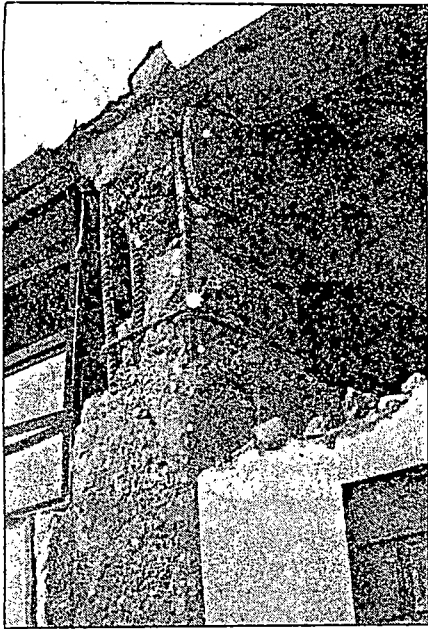


FOTO N° 36.- C. E. José Carlos Mariátegui. Vista Alegre. Nasca. Edificio de dos pisos del pabellón de administración y biblioteca. Estructura mixta de muros confinados en una dirección y aporticada en la otra. Falla en el nudo de una columna del segundo piso. Nótese la junta fría, la diferencia del tono del concreto. Esta misma falla se ha presentado en la misma columna de un edificio similar en el aledaño C.E. Fermín del Castillo. (Foto 34).

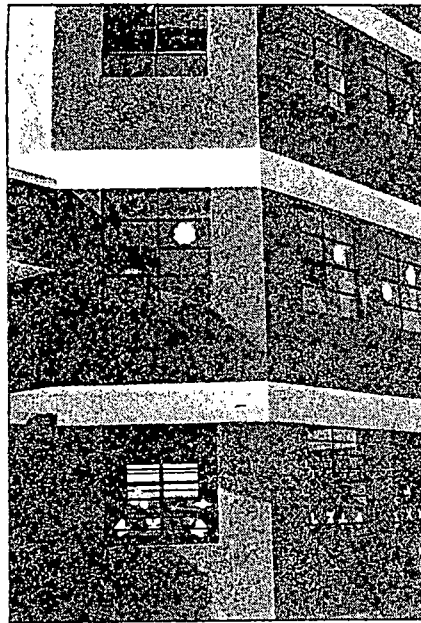


FOTO N° 37.- C.E. José Carlos Mariátegui. Vista Alegre. Nasca. "Octógono" de tres pisos del pabellón de aulas. Falla de corte en columna del segundo piso. El daño es mucho menor comparando con el mismo edificio del colegio Fermín del Castillo ubicado a sólo 200 metros al este (Foto 30).

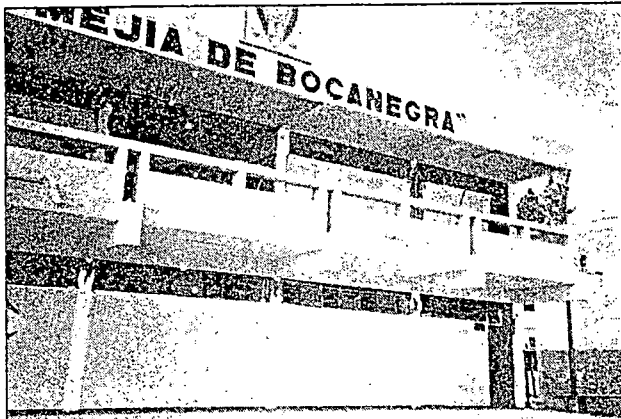


FOTO N° 38.- Instituto Pedagógico Josefina Mejía de Bocanegra. Nasca. Edificio de dos pisos de concreto armado. Falla por corte en casi todas las columnas de ambos pisos que acertadas por los alféizares adosados a ellas.

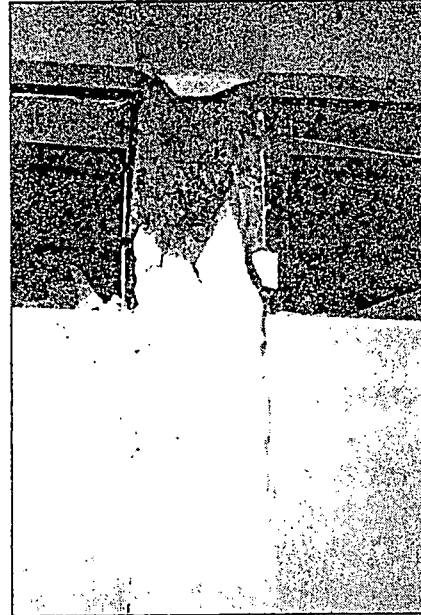


FOTO N° 39.- Instituto Pedagógico Josefina Mejía de Bocanegra. Nasca. Vista cercana del extremo superior de la columna. Nótese el refuerzo longitudinal pandeado por falta de estribos, además del concreto molido.



FOTO N° 40.- Colegio Antonio Raimondi. Nasca. Edificio de tres pisos de concreto armado y albañilería. No presenta daños.

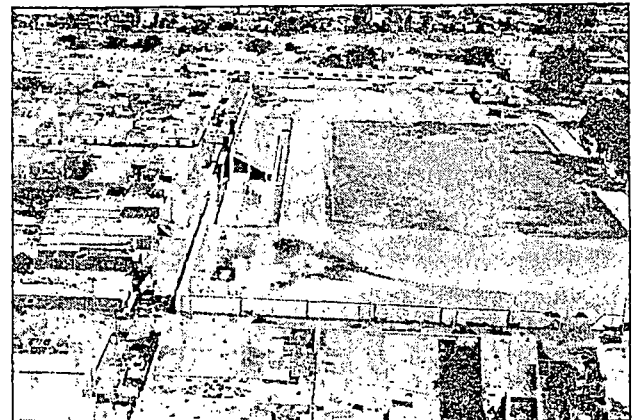


FOTO N° 41.- Estadio municipal. Nasca. Alero de la tribuna colapsado. Daños en la estructura del pórtico. Al lado derecho de la foto se observa parte del cerco de adobe colapsado. Muchas edificaciones de adobe aledañas no presentan daños tan severos.