

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**TECNICAS DE REHABILITACION SISMICA
DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ALEJANDRO DAVID GUTIERREZ GUTIERREZ

LIMA - PERU

1,996

INDICE

	PG
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I EVALUACION PRELIMINAR DE LOS DAÑOS.....	5
1.1 Objetivos.....	5
1.2 Etapas de la evaluación de los daños.....	5
1.2.1 1ra Etapa: Evaluación Preliminar de los daños	5
1.2.2 2da Etapa: Evaluación de los daños con fines de microzonificación sísmica y de factibilidad de reparación.....	6
1.2.3 3ra Etapa: Estudio detallado de daños en la edificación.....	8
1.3 Identificación y Evaluación preliminar de los daños.....	8
1.3.1 Inspección y Evaluación de Emergencia de la Estructura.....	9
1.3.2 Evaluación Preliminar de la Estructura.....	10
1.3.2.1 Daños estructurales.....	11
1.3.2.2 Daños no estructurales.....	12
1.4 Detalles de rehabilitación temporal.....	13
1.4.1 Procedimiento a seguir.....	13
1.4.2 Apuntalamiento vertical.....	14
1.4.3 Materiales para apuntalamiento.....	15
1.4.4 Soporte lateral.....	18

CAPITULO II	EVALUACION DEFINITIVA DE LA EDIFICACION	
	DAÑADA.....	33
2.1	Objetivo.....	33
2.2	Inspección detallada.....	34
2.2.1	Información complementaria.....	34
2.2.2	Verificación de la información.....	35
2.3	Evaluación de nivelación y mecánica de suelos..	38
2.4	Evaluación de la capacidad sísmica de la estructura.....	39
2.5	Métodos de evaluación de la capacidad sísmica de la edificación.....	40
2.5.1	Método del proyecto "Investigación y desarrollo de un nuevo sistema de diseño antisísmico". Ministerio de Construcción del Japón.....	41
2.5.2	Método Tamizado (Okada-Bresler).....	43
2.5.3	Método de Okada mejorado.....	46
CAPITULO III	ESTRATEGIAS PARA LA REHABILITACION SISMICA DE ESTRUCTURAS.....	51
3.1	Objetivos.....	51
3.2	Selección de técnicas de rehabilitación sísmica.....	53
3.3	Rehabilitación sísmica de edificaciones empleando muros de concreto armado.....	54
3.3.1	Relleno por muros de corte.....	59
3.3.1.1	Tipos de construcción.....	60

3.3.1.2	Diseño estructural.....	63
3.3.2	Alas de muro.....	70
3.3.2.1	Tipos de construcción.....	72
3.3.2.2	Condiciones de diseño.....	73
3.4	Rehabilitación Sísmica a base de pórticos de concreto armado empleando la técnica de encamisado de concreto.....	79
3.4.1	Encamisado de columnas.....	81
3.4.1.1	Técnicas de reparación.....	81
3.4.1.2	Tipos de construcción.....	82
3.4.1.3	Reforzamiento para mejorar la ductilidad de columnas.....	82
3.4.1.4	Reforzamiento para compensar la rigidez de columnas.....	83
3.4.1.5	Reforzamiento para aumentar la capacidad de flexión de columnas.....	84
3.4.2	Encamisado de vigas.....	88
3.4.2.1	Técnicas de reparación.....	88
3.4.2.2	Envolturas de concreto armado.....	89
3.4.2.3	Detalles estructurales.....	90
3.4.2.4	Encamisado de juntas viga-columna.....	91
3.4.2.5	Tipos de reparaciones.....	91
3.4.2.6	Consideraciones de diseño.....	92
3.4.3	Encamisado de muros de corte.....	92
3.4.3.1	Tipos de reparaciones.....	92
3.4.3.2	Detalles estructurales.....	93
3.4.3.3	Consideraciones de diseño.....	94

3.4.4	Encamisado de losas	95
3.4.4.1	Tipos de reparaciones.....	95
3.4.4.2	Conexión de losa a muro.....	95
3.5	Ejemplos de rehabilitación sísmica de edificios.....	96
3.5.1	Rehabilitación sísmica de edificios en el Japón.....	96
3.5.2	Rehabilitación sísmica de edificios de concreto armado en la ciudad de México después del terremoto de 1985.....	97
3.6	Otras técnicas empleadas en la rehabilitación sísmica de edificaciones de concreto armado.....	98
CAPITULO IV APLICACION A UNA EDIFICACION EXISTENTE.....		115
4.1	Objetivos.....	115
4.2	Investigación preliminar.....	115
4.3	Características del edificio.....	115
4.4	Ejecución de la evaluación con el uso del programa de computo elaborado.....	125
4.4.1	1er Método de Evaluación.....	125
4.4.2	2do Método de Evaluación.....	134
4.4.2	3er Método de Evaluación.....	163
4.5	Conclusiones con los resultados obtenidos.....	214
CAPITULO V CONCLUSIONES.....		215

APENDICE I	EVALUACION DE LA SEGURIDAD SISMICA DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO.....	218
APENDICE II	CONTENIDO DEL TEXTO DEL PROGRAMA DE COMPUTO ELABORADO.....	292
PLANOS	364
BIBLIOGRAFIA	366

INTRODUCCION

Los sismos actúan como jueces implacables poniendo de manifiesto los errores cometidos tanto en el diseño como en la construcción o uso de una edificación, siendo la evidencia la falla o desastre de quién construyó mal.

Las pérdidas que producen los sismos son generalmente altas y el desconocimiento de la forma de reparar hace que éstas aumenten considerablemente. Y aún los daños y pérdidas de vidas humanas podrían ser mayores en caso de futuros sismos, debido a reparaciones inadecuadas, mal diseñadas y/o ejecutadas.

Es pues muy importante sistematizar la experiencia y la información existente sobre reparaciones de edificios afectados por un sismo, con el fin de establecer una metodología de acción para evitar improvisaciones en el momento que sigue al desastre, actuando de forma rápida y efectiva.

Lamentablemente el conocimiento de las violentas sollicitaciones sísmicas solamente pueden ser adquiridas por medio de la observación posterior del comportamiento de las estructuras y por complicadas deducciones técnicas. La acción inmediata posterior al sismo debería estar programada con anticipación en las zonas que están expuestas a estos desastres.

La estimación de daños, previa a la acción de la reparación,

básicamente implica la evaluación de la cantidad de daños a miembros portantes, es decir, los elementos del portico y/o muros portantes. Tanto los miembros internos y externos deben ser evaluados tanto en el plano horizontal como vertical.

Cualquier edificio que se seleccione para ser restaurado, todos sus miembros portantes de carga fracturados deben ser reconstruidos y reforzados para que puedan soportar la carga vertical. Esta operación normalmente implica la inclusión de soportes fuertes y de tirantes como soportes temporales.

Las estructuras aporticadas son más fáciles de fortalecer que las que no tienen pórticos. La taréa más difícil de todas es reforzar un grán número de estructuras no aporticadas que ya han sido sacudidas y dañadas. Los criterios de diseño elástico no son aplicables y la selección de lo que puede hacerse es muy limitada.

El Dr. Muto propuso que los principios generales de reparación de edificios dañados deberían ser no sólo para dar a una estructura suficiente resistencia contra fuerzas sísmicas, sino también una alta ductilidad o deformabilidad contra desplazamiento horizontal. Estos principios son fundamentales. Pueden considerarse dos grados de refuerzo: refuerzo para un periodo largo, principalmente de aquellos edificios aporticados que no han sido severamente dañados, y el refuerzo para un edificio limitado de estructuras sin pórticos o combinados que han sufrido daños estructurales, es decir aporticar contra la deformación y el colapso para proteger a los habitantes aún cuando el mismo edificio pueda resultar inservible en el caso de que sufra nuevos eventos sísmicos.

En todo caso, el diseño debe ser simple, tanto por economía, como para su ejecución por obreros no calificados. Debe ser fácil para incluir diferentes estructuras y varios niveles de daños. Para un tiempo limitado, el costo total de la restauración no debe exceder un tercio del costo de demolición y reconstrucción con un diseño mejor. Para efectos a largo plazo la mitad del costo de la demolición puede ser considerada como económicamente viable.

En resumen, rehabilitar tiene que ser una acción a fondo para corregir las causas del defecto y tiene que ser dirigida por un profesional competente. Se trata que la estructura trabaje en condiciones adecuadas de acuerdo con sus características propias.

Con el objetivo de tener disponible información sobre la restauración de edificaciones, basadas en experiencias anteriores se ha elaborado la presente Tesis. El contenido de los temas se describen a continuación.

El capítulo I trata acerca de la Evaluación preliminar de los daños, que es el primer paso necesario para planificar la reconstrucción de la zona afectada. Las etapas que se deben seguir, desde la evaluación preliminar tomando datos globales en corto tiempo, la evaluación de daños con fines de microzonificación sísmica y de factibilidad de reparación y, el estudio detallado de daños en cada edificación que permitirá preparar los proyectos de reparación; son vistos en este capítulo.

El capítulo II se refiere a la Evaluación definitiva de la edificación dañada, cuyo objetivo es determinar la factibilidad de la reparación de la estructura tomando en

cuenta la economía, puesto que técnicamente toda estructura es reparable; la Inspección detallada de los daños tomando registro del estado actual de los elementos estructurales, verificando la información de planos y especificaciones técnicas del proyecto es otro punto muy importante que se toma en cuenta en este capítulo. Para tratar de comprender el comportamiento durante el sismo de la estructura y la posible causa originaria de los daños se estudian los métodos existentes que permiten evaluar la Capacidad Sísmica de la Estructura, pues basándose en los resultados se pueden plantear mejores soluciones de reparación y reforzamiento de la edificación.

En el capítulo III se estudian las Estrategias para la rehabilitación sísmica de la estructura, las condiciones de diseño y procedimientos de las diversas técnicas que permiten plantear un proyecto de rehabilitación, así como ejemplos de otros países son estudiados.

En el capítulo IV se hace un ejemplo real de una edificación dañada por un sismo, se realiza la evaluación de sus daños, su capacidad sísmica haciendo uso de un programa de computo elaborado basado en el método de Okada que acelera el trabajo de evaluación y se proyecta las reparaciones de algunos elementos.

Espero que el presente trabajo sirva de apoyo técnico para el caso de tener que elaborar proyectos de rehabilitación de edificaciones.

CAPITULO I

EVALUACION PRELIMINAR DE LOS DAÑOS

1.1 Objetivos.-

La evaluación preliminar de los daños permitirá: planificar de manera ordenada y eficiente la reconstrucción de la zona afectada, prevenir de incidentes que afectarían a los damnificados inmediatamente después del sismo y, la selección de los métodos para la restauración de las estructuras dañadas.

La evaluación de los daños debe ser planificada, el uso futuro de los datos de campo tomados deben quedar claramente establecidos antes de iniciar los trabajos.

Después de ocurrido un sismo destructor de gran magnitud, con áreas macrosísmicas extensas es conveniente efectuar la evaluación de daños por etapas, ya que cada uno de ellos, como se verá enseguida, tiene objetivos diferentes. (ref 1).

1.2 Etapas de la Evaluación de los daños.-

1.2.1 1ra Etapa - Evaluación preliminar de los daños.

Dado la urgencia de contar con informaciones y datos globales, es necesario que la evaluación se efectúe de manera rápida. En los sismos ocurridos en el Perú en los últimos años, se ha podido comprobar que las inspecciones con ayuda

de helicópteros, tomando fotografías aéreas inmediatamente después de ocurrido el terremoto y el análisis de este material, complementados con inspecciones por tierra, permiten precisar con mayor confiabilidad los daños en un corto tiempo.

Esta etapa de evaluación es conveniente que sea efectuada por personal experimentado, que en corto tiempo y rápido reconocimiento, estime con cierta precisión los porcentajes de daños en edificaciones, el número de pobladores afectados que requieren de inmediata ayuda y el tipo de ayuda requerida. Esta información es básica para programar los pasos siguientes.

1.2.2 2da Etapa - Evaluación de daños con fines de microzonificación sísmica y de factibilidad de reparación.

Esta siguiente etapa de evaluación corresponde a estudios detallados de distribución de daños y tiene como objetivos:

- Determinar la influencia de las condiciones locales de suelo, geología y topografía en el comportamiento sísmico de las estructuras. Esta información es muy útil para efectuar la microzonificación de las áreas afectadas y el planeamiento urbano de la reconstrucción.
- Efectuar los estudios de factibilidad económica, señalando las estructuras que deben ser demolidas y las que se justifican económicamente ser reparadas.
- El método consiste en inspeccionar las edificaciones dañadas o no, tomando datos de características de suelos, tipo de cimentación, muros, techos, columnas,

vigas. materiales empleados, daños en elementos estructurales y no estructurales, costo estimado de reparación, uso, etc. Estos datos son consignados en formularios especialmente preparados para este fin y para luego ser procesados. Posteriormente los porcentajes de daños de cada tipo de edificaciones son ploteados por zonas sobre los planos de las ciudades afectadas. Simultáneamente con la evaluación de daños se pueden efectuar estudios sismológicos tendientes a determinar las características regionales de sismicidad en base a la información histórica de terremotos ocurridos y la tectónica del área. Si el sismo es de origen tectónico el reajuste de las placas disturbadas por el evento principal dan origen a frecuentes sismos de menor magnitud. El registro de estos eventos post-sísmicos, simultáneamente con varios aparatos y sobre diferentes tipos de suelos, permite obtener valiosos datos sobre sus características dinámicas.

Además de los estudios geológicos del area, en el Perú es necesario prestar especial atención a lo fenómenos de geodinámica externa que pueda amenazar el área de estudio, como: huaycos, inundaciones, deslizamientos. avalanchas,etc.

El trabajo multidisciplinario de profesionales de diferentes especialidades permite llegar a un plano de microzonificación, en la que se toman en cuenta no solamente diferencias e intensidades que pueden ocurrir en las sub-áreas por diferencia de amplificación de las ondas sísmicas, sino que también considera los riesgos de fenómenos de geodinámica externa que pueden amenazar el área en estudio.

Este plano es la base para cualquier planeamiento para la mitigación de desastres naturales en centros urbanos u otras obras de ingeniería.

1.2.3 3ra Etapa - Estudio detallado de daños en cada edificación.

En esta etapa, la evaluación de los daños se efectúa con el propósito de preparar los proyectos de reparación y reforzamiento de cada edificación determinando los daños estructurales y no estructurales.

El presente trabajo trata de esta tercera etapa de estudio, se desarrolla metodologías para la preparación de proyectos de reparación y reforzamiento de estructuras dañadas por sismos, se plantean soluciones de reparación y reforzamiento basandose en la evaluación de la capacidad de resistencia de la edificación ante la acción sísmica.

1.3 Identificación y Evaluación preliminar de los daños.-

Con el objeto de plantear las posibles soluciones de reparación de la estructura, debe realizarse previamente el reconocimiento de los daños existentes en la edificación. Se plantean las siguientes etapas de investigación: (ref 2)

- a) INSPECCION Y EVALUACION DE EMERGENCIA DE LA ESTRUCTURA, que permita juzgar rápidamente que grado de peligrosidad presenta la estructura, los riesgos que se producirían si es ocupado continuamente, si se requiere su demolición inmediata, o si procede considerar su reparación.
- b) EVALUACION PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA, que permitirá identificar los daños en la edificación

con atención a su sistema estructural, luego de comprobarse que no hay riesgo de algún derrumbe que afectaría al equipo de inspección y evaluación.

- c) DETALLES DE REHABILITACION TEMPORAL, que permitirá tomar las medidas necesarias para garantizar la protección temporal mientras se lleva a cabo los detalles del proyecto de rehabilitación definitiva.

De esta manera, se definirá si es justificable proceder a la reparación, o si por el peligro de un riesgo inmediato es necesaria la demolición. En casos dudosos y cuando las consecuencias de un posible derrumbe no sean peligrosos, puede convenir retrasar la decisión de demoler hasta contar con información mas completa que la que resulta de la inspección y evaluación preliminar.

Si se decide a reparar la estructura, debe procederse inmediatamente a tomar acciones de apuntalamiento que garanticen la seguridad de la estructura.

La evaluación preliminar, deberá complementarse posteriormente con una revisión mas detallada que servirá de base para la realización del proyecto de reparación definitiva.

1.3.1 Inspección y Evaluación de Emergencia de la estructura.-

Consiste en una revisión visual del estado global de la edificación, con el objeto de tomar una decisión urgente de las acciones inmediatas a tomar para evitar poner en peligro vidas humanas en caso de posibles derrumbes o colapso de las estructuras. Se juzgará la prohibición o limitación de ingreso a la edificación afectada.

La inspección se realizará inmediatamente después del sismo por personal capacitado, ingenieros civiles estructurales en su mayoría; mayormente mediante observaciones continuas de las apariencias externas de la edificación dañada, las condiciones del sistema estructural que soporta la edificación, el estado general de la cimentación, inclinaciones, rupturas y caídas de componentes estructurales, etc.

Basado en esta evaluación, la estructura examinada puede encontrarse en alguna de las principales categorías presentadas a continuación:

Moderado: La capacidad sísmica de la edificación no ha decrecido en forma significativa. No existe riesgo para las vidas humanas, puede continuar siendo ocupada.

Severo: La capacidad sísmica original ha decrecido. Su acceso debe ser limitado. La edificación debe ser reparada y/o reforzada. Debe procederse a su rehabilitación temporal.

Colapso: Se encuentra súbitamente en riesgo de colapsar. Su acceso debe ser prohibido, el área circundante será protegida. La decisión de demoler o no debe hacerse sobre la base de una detallada investigación.

1.3.2 Evaluación Preliminar de la Estructura.-

Luego de efectuada la inspección de emergencia, se procederá a una revisión mas detallada de la estructura para lograr la identificación de los daños existentes, poder comprender su sistema estructural y comportamiento ante el

sismo, con el objeto de realizar una correcta evaluación de los daños y sus causas.

Deberá por lo tanto investigarse cual fue el sistema de cimentación y estructuración empleado.

Para localizar los daños y cuantificarlos, durante la inspección será necesario revisar los desplomes y efectuar mediciones sobre los elementos más dañados, lo que puede implicar retirar parte de los acabados.

Para sistematizar se procederá a: ref (3) .

Identificación del edificio.

Identificación del sistema estructural.

Identificación de daños en elementos estructurales.

Identificación de daños en elementos no estructurales.

Identificación de problemas de construcción.

Identificación de problemas de cimentación.

Identificación de la posible causa de los daños.

1.3.2.1 Daños estructurales.-

Las inspecciones de daños y la preparación de proyectos de reparación y reforzamiento, han permitido llegar a la conclusión de que algunos defectos típicos y las condiciones sísmicas desfavorables de los emplazamientos, son responsables de mas del 80% de daños causados en edificaciones de concreto armado y albañilería en los sismos ocurridos en el País. Estos defectos provienen de una inadecuada concepción estructural y errores en el modelaje de la estructura para el análisis de las edificaciones bajo cargas laterales.

Los defectos estructurales más frecuentes han sido;

- Columnas cortas, que resultan en la mayoría de los casos cuando los muros de relleno dejan entre ventanas altas, porciones cortas de columnas. Estos elementos rígidos atraen corte horizontal superior a su resistencia.
- Excentricidad causada por la ubicación no simétrica de elementos rígidos como caja de ascensores y de escaleras, muros de concreto, etc. lo que causa vibración torsional con grandes desplazamientos en el sector flexible del edificio, donde ocurren daños estructurales y no estructurales.
- Diferencia de resistencia en las dos principales direcciones del edificio.
- Pequeña separación entre edificios adyacentes, los que se dañaron por impacto al ocurrir los sismos.
- Falta de confinamiento en la unión de vigas y columnas y en los extremos de estos elementos.

En la tabla 1.1 se muestran también algunos daños estructurales frecuentes.

1.3.2.2 Daños No estructurales.-

Generalmente los daños a elementos no estructurales se deben a la unión inadecuada de estos elementos con la estructura, o una falta de rigidez de la misma.

Los daños mas comunes que se presentan son:

- a) Aplastamiento de las uniones entre la estructura y los elementos divisorios.
- b) Agrietamiento de los elementos divisorios de mampostería.
- c) Rotura de vidrios.
- d) Desprendimiento de aplanados, recubrimientos y

elementos de fachada.

- e) Desprendimiento de plafones.
- f) Roturas de tuberías e instalaciones diversas.

1.4 DETALLES DE REHABILITACION TEMPORAL.-

Luego de efectuada la identificación y evaluación preliminar de los daños, y concluyéndose que no es necesaria la demolición inmediata de la estructura y que es factible proceder con su reparación, deberán entonces definirse las medidas de emergencia apropiadas para garantizar la protección temporal de la estructura, mientras se lleva a cabo el estudio de la rehabilitación y proyecto definitivo.

El objetivo de estas medidas es el de aliviar las cargas verticales que actúan sobre los componentes estructurales dañados y proteger la estructura contra las acciones laterales debidas a posibles réplicas del sismo; mediante el uso de elementos de apoyo. El diseño de los elementos de protección temporal debe efectuarse con prontitud, por que no se suele disponer de suficiente tiempo para aplicar los métodos convencionales de dimensionamiento. Así, deberá recurrirse a métodos aproximados de análisis para determinar las magnitudes de las cargas y de sus efectos. Debido a la urgencia de las medidas a tomar, el ingenio y la intuición así como la experiencia deberán suplir la falta de un análisis detallado.

1.4.1 PROCEDIMIENTO A SEGUIR .

Mientras se estén realizando obras de refuerzo y reparación, los edificios dañados deben ser apuntalados de manera que garanticen la estabilidad de la estructura para

las cargas verticales y 25% de las laterales estimadas que se obtendrían aplicando las normas de cargas vivas previstas durante la ejecución de las obras.(ref 6)

Podrá prescindirse de los soportes o apuntalamientos laterales en aquellos casos en que los daños a reparar sean locales y se considera evidente que la estabilidad general de la estructura es adecuada.

1.4.2 APUNTALAMIENTO VERTICAL.-

La primera medida a tomar al instalar un sistema de protección temporal, es el de proporcionar apoyo vertical auxiliar a las columnas y muros seriamente dañados.

Evidentemente se requiere apoyo vertical en el piso correspondiente al elemento dañado. En algunos casos es posible limitar el apuntalamiento a un solo piso como se muestra en la fig 1.1. En tales casos se debe revisar la resistencia a cortante en las secciones t-t de la fig 1.1 para garantizar que el apuntalamiento vertical sea efectivo.

Una alternativa más confiable consiste en proporcionar soporte provisional a todos los niveles además del correspondiente al elemento dañado, como se ilustra en la fig 1.2

De esta manera se reducen considerablemente las fuerzas cortantes en las secciones t-t a ambos lados del elemento vertical dañado.(ref 6)

Debe cuidarse que los elementos de soporte provisional no ocasionen problemas de penetración al apoyarse sobre losas, estos deben situarse sobre piezas horizontales, que pueden ser tablones o vigas de madera acostados, que distribuyan la carga. Estas piezas pueden combinarse con

placas de acero para casos de cargas grandes o sistemas de piso débiles. Debe procurarse que los puntales sean colineales en todos los niveles. Generalmente será necesario transmitir cargas hasta la cimentación e incluso puede requerirse la construcción de un cimiento provisional para llevarlas hasta el suelo.

La distancia entre los elementos de apoyo provisionales y el elemento dañado debe ser la mínima posible, aunque dejando espacio suficiente para los trabajos de reparación.

1.4.3 MATERIALES PARA APUNTALAMIENTOS.-

A) Soportes de Madera.-

La madera es uno de los materiales de construcción más útiles y de aplicación más amplia, quizá el material para apuntalamiento vertical más fácil de conseguir. Las secciones más comunes son: puntales de 4 x 4 pulg, viga de 4 x 8 , tablón de 2 pulg de grosor y tablas de 3/4 pulg a 1 1/2 pulg. Estas medidas son nominales. Las medidas reales suelen ser algo menores. Los tablones y las tablas se consiguen de varios anchos. La madera generalmente asequible en la costa es el tornillo. Se recomienda utilizar métodos simplificados para dimensionar los elementos de madera, ya que generalmente están sujetos esencialmente a cargas axiales de compresión, que son las predominantes en elementos de soporte verticales.

Las secciones o escuadrías mencionadas pueden combinarse de diversas formas para soportar cargas de alguna importancia.

Con cargas ligeras pueden utilizarse puntales o vigas sin arriostrar. Para repartir la carga y evitar los problemas de penetración mencionados anteriormente es necesario colocar

en los apoyos tablones o vigas acostados. En uno de los extremos deberán colocarse cuñas en forma indicada en la fig 1.3.a

Pueden formarse elementos compuestos compactos uniendo dos vigas por medio de clavos, pernos o flejes como se indica en la fig 1.3.b.

La eficiencia de los miembros aislados pueden incrementarse por medio de arriostramientos triangulares que disminuyen las longitudes efectivas de pandeo, pueden hacerse únicamente en el sentido desfavorable en caso de secciones rectangulares como en las vigas. En caso de secciones cuadradas como los puntales, el arriostramiento deberá hacerse en ambos sentidos para que sea efectivo. Las piezas para arriostar deben tener una pulgada y un ancho mínimo de 10 cm. Deben clavarse con clavos de 2 1/2 pulg. El número de clavos en cada unión debe ser el máximo posible en el espacio disponible, sin que se excedan los espaciamientos que establecen las normas. Los detalles de apoyo deben ser semejantes a los mencionados para miembros simples aislados.

Cuando las porciones de muros entre aberturas se han agrietado de manera que su capacidad de carga y su estabilidad lateral son dudosas, puede recurrirse a refuerzos de madera como los mostrados en la fig 1.4. Una solución semejante es apropiada cuando se han presentado daños en los dinteles y muros sobre aberturas.

B) Perfiles de acero.-

Su uso es requerido cuando las cargas que deben soportarse son grandes, se emplean perfiles simples de acero o combinaciones de ellos para formar diferentes tipos de

secciones compuestas. Tanto los perfiles simples como las secciones compuestas deben estar provistos de placas de apoyo. Deben acuñarse debidamente de forma semejante a la utilizada para los elementos de soporte de madera. El dimensionamiento se lleva a cabo por los procedimientos usuales. Una alternativa interesante consiste en un refuerzo formado por ángulos colocados en las esquinas de la columna dañada y unidos por placas de metal como se muestra en la fig.1.5. Este tipo de soporte puede aprovecharse para el refuerzo definitivo de la columna. En los extremos de los ángulos deben colocarse placas de acero con el fin de garantizar un apoyo adecuado. Los huecos entre los ángulos y la superficie de la columna por reforzar deben rellenarse con un mortero con aditivos expansores.

C) Puntales telescópicos y elementos tubulares diversos.-

Existen diversos elementos estándar producidos industrialmente para ser usados en cimbras y obras falsas para la construcción de estructuras de concreto que pueden aprovecharse para apuntalar.

Para cargas muy ligeras pueden utilizarse soportes telescópicos independientes como el mostrado en la fig 1.6.a. La capacidad de estos elementos es del orden de dos toneladas y su altura máxima es de aproximadamente tres metros. La altura puede ajustarse por medio de dispositivo a base de rosca. Están provistos de placas de apoyo en los extremos, pero en caso de que los esfuerzos de penetración sean excesivos, deberán disponerse tablonos o vigas adicionales en ambos extremos para lograr una mejor repartición de la carga.

Para soportar sistemas de piso o techos ligeros que

hayan sufrido daños. puede recurrirse a combinaciones de elementos tubulares como en el caso ilustrado en la fig 1.6.b. La altura de estos elementos puede ajustarse por medio de dispositivos de rosca como el de la fig 1.6.c. Al igual que en el caso de los soportes telescópicos independientes deben cuidarse los detalles de apoyo en ambos extremos.

Los datos sobre capacidad útil de los elementos estándar descritos deben obtenerse de los fabricantes.

1.4.4 SOPORTE LATERAL.-

Como se añadió, se exige que en los edificios dañados se prevea un soporte lateral adecuado durante las operaciones de reparación. La determinación de la capacidad y la distribución de los soportes laterales es uno de los aspectos más difíciles del diseño de sistemas de protección temporal. Entre otros factores es necesario considerar la resistencia y localización de las porciones de la estructura original que no hayan sufrido daños graves. Además debe procurarse que el sistema de apuntalamiento estorbe lo menos posible, tanto el uso normal del edificio como los trabajos de la reparación definitiva.

El soporte lateral puede lograrse con puntales inclinados y con sistemas de contraventeo de diversos tipos. En los siguientes incisos se describen algunas alternativas posibles.

A) Soporte lateral de muros.-

Debe proporcionarse soporte lateral a los muros de carga de mampostería o concreto a fin de que no caigan hacia afuera debido a posibles réplicas del sismo o a otras acciones horizontales, lo que ocasionaría el derrumbe de los pisos o

techos que sostienen. Esto puede hacerse mediante un apuntalamiento exterior semejante al ilustrado en la fig 1.7. Los puntales pueden estar formados por dos vigas unidas por pernos o flejes, colocadas a distancias convenientes segun las fuerzas que se estima que deben resistir. Deben apoyarse a la altura de los pisos sobre piezas verticales de madera. unidas al muro por elementos de conexión adecuados para resistir la componente vertical del elemento inclinado. El extremo inferior debe tener apoyo, empotrándolo o por algún otro procedimiento para que resista fuerzas laterales. La inclinación de los puntales con respecto a la horizontal no debe ser superior a 45° y preferiblemente debe ser aproximadamente 25° . El apoyo sobre el suelo debe ser adecuado. Para su ajuste suelen disponerse cuñas en los extremos con perfiles laminados o con tubos de acero.

Cuando no se dispone de espacio suficiente para colocar puntal o tensores inclinados exteriores, pueden utilizarse tirantes de acero que unan los muros exteriores con los interiores perpendiculares a ellos. En las figs 1.8 y 1.9 se ilustran dos alternativas posibles. También se pueden ligar los muros exteriores a elementos del sistema de piso como en la fig 1.10 ó colocar tirantes de muro a muro como en la fig 1.11

B) Métodos de acuar.-(ref 7)

Para transferir cargas de los elementos estructurales dañados al sistema de soporte temporal es necesario acuar adecuadamente los miembros del sistema que trabajan en compresión. Esto puede hacerse por medio de diversos dispositivos: cunas de madera; gatos mecánicos; gatos

hidráulicos ordinarios y gatos hidráulicos planos.

Las cuñas de madera deben fabricarse de madera dura, seca y libre de nudos. Las fibras deben quedar orientadas como se muestra en la fig 1.12. Una vez ajustadas deben evitarse posibles movimientos clavándolas (fig 1.13.a). No deben usarse cuñas sueltas como en la fig 1.13.b

Los gatos mecánicos deben tener una superficie de apoyo proporcional a la carga que transmiten, de manera que no haya problemas de penetración excesiva, además dicha superficie debe estar en relación con la altura del gato de manera que no haya riesgo de volteo. Como regla general se sugiere que se cuente con 50 cm² de apoyo por cada tonelada de carga.

Varios gatos hidráulicos pueden conectarse de manera que apliquen igual carga simultáneamente en varios elementos del sistema de apoyo. Los gatos hidráulicos deben estar calibrados de manera que el operador pueda relacionar la presión del aceite con la carga aplicada. Una ventaja de los gatos hidráulicos es que pueden manejarse a distancia, sin que los operarios corran peligro durante el acuñado.

Cuando la base de los gatos no proporciona un apoyo adecuado puede intercalarse una pieza de madera o una placa de acero entre la base de la superficie de apoyo para lograr una mejor repartición de la carga.

Los gatos planos constituyen un medio eficaz de acuñar y pueden operarse a distancia al igual que los gatos hidráulicos ordinarios. Generalmente funcionan inyectándoles agua o aceite. Si se desea hacer permanente la deformación del gato puede inyectarse lechada de cementos; la presión de la inyección deberá mantenerse mientras la lechada endurece.

TABLA 1.0 CLASIFICACION Y EVALUACION PRELIMINAR DE LOS DAÑOS

CLASIFICACION Y EVALUACION PRELIMINAR DE LOS DAÑOS		
TIPO DE DAÑO	DESCRIPCION	EVALUACION PRELIMINAR
No Estructural	Daños unicamente en elementos no estructurales.	No existe reducción en la capacidad sismoresistente. No se requiere desocupar. La reparación consistirá en la restauración de los elementos no estructurales.
Estructural ligero.	Grietas de menos de 0.5 mm de ancho en elementos de concreto. Fisuras y caída de aplanados en paredes y techos. Grietas de menos de 3 mm de ancho en muros de mampostería.	No existe reducción en la capacidad sismo resistente. No se requiere desocupar. La reparación consistirá en la restauración de los elementos dañados.
Estructural fuerte.	Grietas de 0.5 a 1 mm de ancho en elementos de concreto. Grietas de 3 a 10 mm de ancho en muros de mampostería.	Existe una reducción importante en la capacidad sismo resistente. Debe desocuparse y mantenerse sólo acceso controlado, previa rehabilitación temporal. Es necesario realizar un proyecto de reparación para la restauración y el refuerzo de la estructura.
Estructural Grave.	Grietas de más de 1 mm de ancho en elementos de concreto. Desprendimiento del recubrimiento en las columnas. Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en columnas y muros de concreto. Agrietamiento de losas planas alrededor de las columnas. Aberturas en muros de mampostería. Desplomes en columnas de muro de 1:100 de su altura. Desplome del edificio de más de 1:100 de su altura.	Existe una reducción importante en la capacidad sismo-resistente. Debe desocuparse y suprimirse el acceso y la circulación en la vecindad. Es necesario proteger la calle y los edificios vecinos mediante la rehabilitación temporal, o proceder a la demolición urgente. De ser posible deberá recurrirse a una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien el refuerzo generalizado de la estructura.

TABLA 1.1 DAÑOS ESTRUCTURALES MAS COMUNES

Elemento Estructural	Tipo de Daño	Causa
Columnas (fig 1.14)	Grietas diagonales. Grietas verticales. Desprendimiento del recubrimiento. Aplastamiento del concreto y pandeo de barras.	Cortante o torsión. Flexocompresión. Flexocompresión. Flexocompresión.
Vigas (fig 1.15)	Grietas diagonales. Rotura de esribos. Grietas verticales. Rotura del refuerzo. Aplastamiento del concreto.	Cortante o torsión. Cortante o torsión. Flexión. Flexión. Flexión.
Unión viga columna (fig 1.16)	Grietas diagonales. Falla por adherencia del refuerzo de vigas.	Cortante. Flexión.
Sistemas de piso (fig 1.17)	Grietas alrededor de columnas en losas o placas planas. Grietas longitudinales.	Penetración. Flexión.
Muros de concreto (fig 1.18)	Grietas diagonales. Grietas horizontales. Aplastamiento del concreto y pandeo de barras.	Cortante. Flexocompresión. Flexocompresión.
Muros de mampostería (fig 1.19)	Grietas diagonales. Grietas verticales en las esquinas y centro. Grietas como placa perimetralmente apoyada.	Cortante. Flexión y volteo. Flexión.

TIPOS DE DAÑOS EN EDIFICACIONES REPARADAS

(INTENSIDAD VIII O IX MM) (ref 4)

PRINCIPAL TIPO DE DAÑO	%
- Columna corta y otros defectos estructurales causados por concentración de esfuerzos (cambio brusco de rigidez en planta y/o elevación).	69.0
- Grietas por cortante en muros.	12.5
- Falla en la unión viga columna.	5.5
- Flexión de muros.	5.0
- Baja calidad de construcción.	3.5
- Vigas falladas por flexión lateral cortante.	3.0
- Impacto entre edificaciones adyacentes.	1.5
TOTAL	100.0%

TABLA 1.3 CATEGORIAS, MAGNITUD DEL DAÑO EN LA EDIFICACION

(ref 5)

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE DAÑO		
	COLAPSO (ROJO)	SEVERO (AMARILLO)	MODERADO (VERDE)
Muros Exteriores	Significativa inclinación. Severo agrietamiento. Desplomes inminentes muy peligrosos. Gran deformación transversal. El muro sale de su posición original.	Menor agrietamiento. Moderada deformación transversal. No aparenta peligro de inestabilidad. Daños localizados.	Menor agrietamiento. Menor deformación transversal. No existe inminentes desplomes.
Componentes estructurales	Signos de cedencia, al límite de fluencia. Tensión del elemento soportada solamente por el refuerzo, pérdida de concreto. Significativo agrietamiento en todo el elemento. Pandeo general de la estructura.	Menores miembros estructurales con manifiesto daño. Los refuerzos no llegan a su límite de fluencia. No se aparenta riesgo de inestabilidad.	Daños significativamente menores.
Conexión muro techo.	Colapso parcial con razones que hacen sospechar colapso general. Desplazamiento del techo con respecto al muro. Daños significativos de la conexión muro-techo. Significativo peligro para el ocupante.	No se aparenta peligro de inestabilidad. Daños menores y localizados sin razón para sospechar daños significativos adicionales.	Mucho menor daño. No se presentan daños aparentes en la conexión muro-techo.
Conexión muro piso.	Colapso parcial. Desplazamiento vertical o lateral con respecto al muro. Daños significativos de separación conexión muro-piso. Significativo peligro para el ocupante. Rajaduras muy notorias en el piso de concreto.	No hay aparente peligro de inestabilidad. Menores daños locales en el piso.	Daños muy menores.
Muros portantes interiores, muros de corte.	Notoria inclinación. Significativo agrietamiento. Conexiones con otros elementos seriamente afectados.	No se aparenta riesgo de inestabilidad. Daños menores del muro y conexiones con otros elementos.	Daños muy menores. Agrietamientos menores.

continua...

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE DAÑO		
	COLAPSO (ROJO)	SEVERO (AMARILLO)	MODERADO (VERDE)
Muros divisorios, tabiques.	Colapso parcial con posibles daños posteriores. Peligro de desplomes en general.	No hay aparente peligro de inestabilidad. Rajaduras moderadas. Daños localizados.	Daños muy menores.
Escaleras.	Muchas o todas las salidas de escape están bloqueadas o seriamente dañadas. Daños significativos con elementos de conexión. Colapso parcial, con escombros.	No hay aparentemente peligro de inestabilidad. Daños que no representan desplomes peligrosos.	Daños menores. Todas las salidas y escaleras están seguras.
Columnas.	Significativa inclinación. Notorio pandeo. Signos de colapso. Desplome inminente.	No hay aparente peligro de inestabilidad. Daños menores.	Mucho menores daños.
Cimentación.	Moderado daño en la cimentación. Severo asentamiento. Ligera inclinación de la edificación. Peligro de deslizamiento con la edificación.	No hay riesgo de inestabilidad. Daños no significativos. No hay notorios asentamientos.	Menores asentamientos de la edificación. Menores daños.

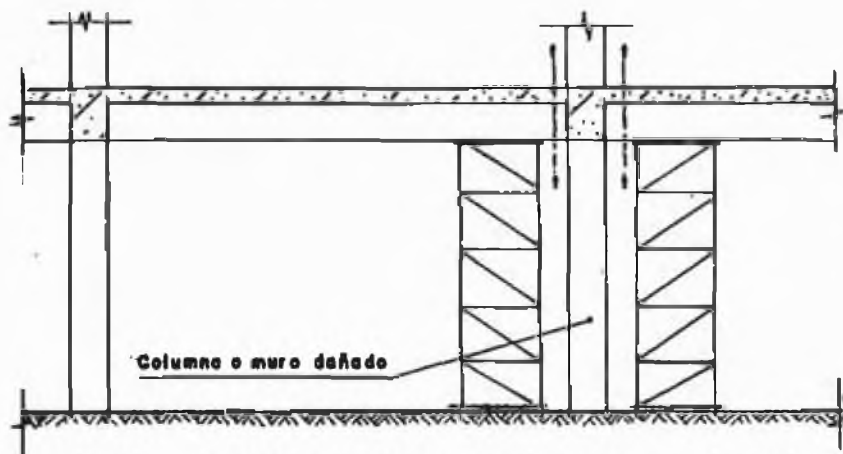


fig 1.1 Apuntalamiento vertical en un piso (ref 2)

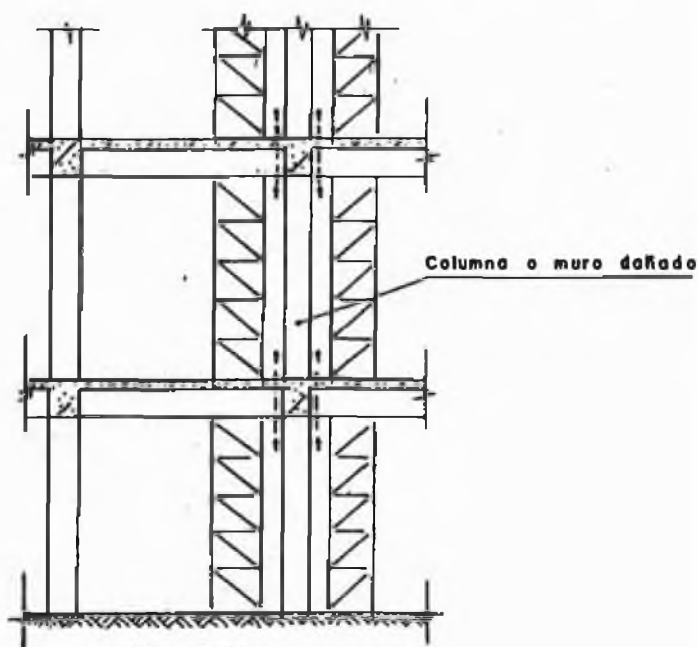
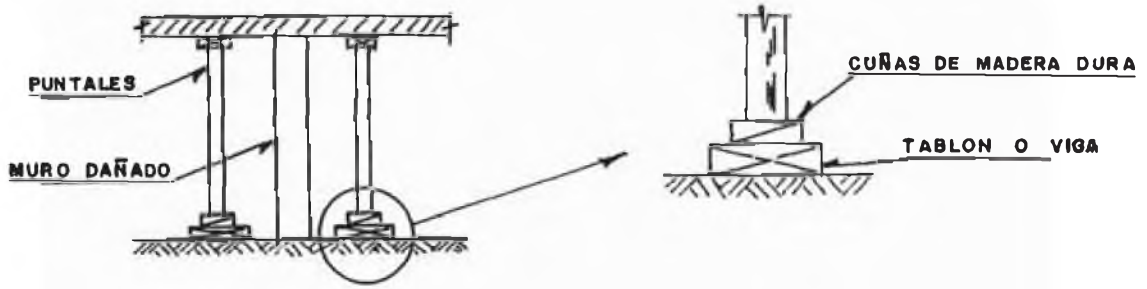
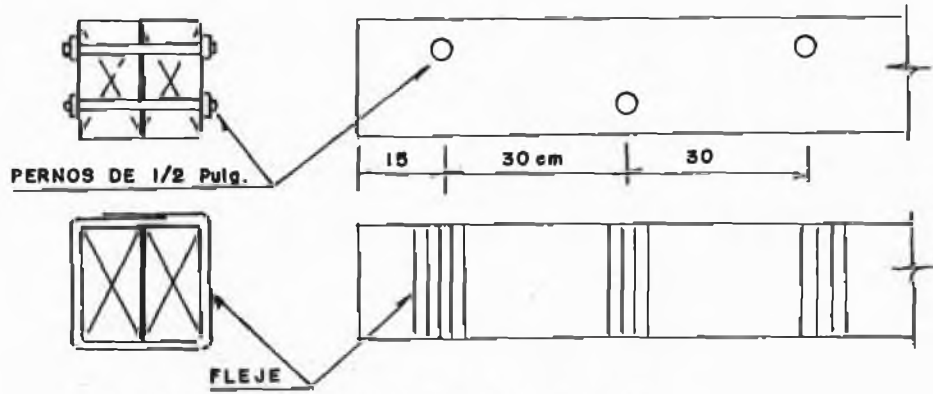


fig 1.2

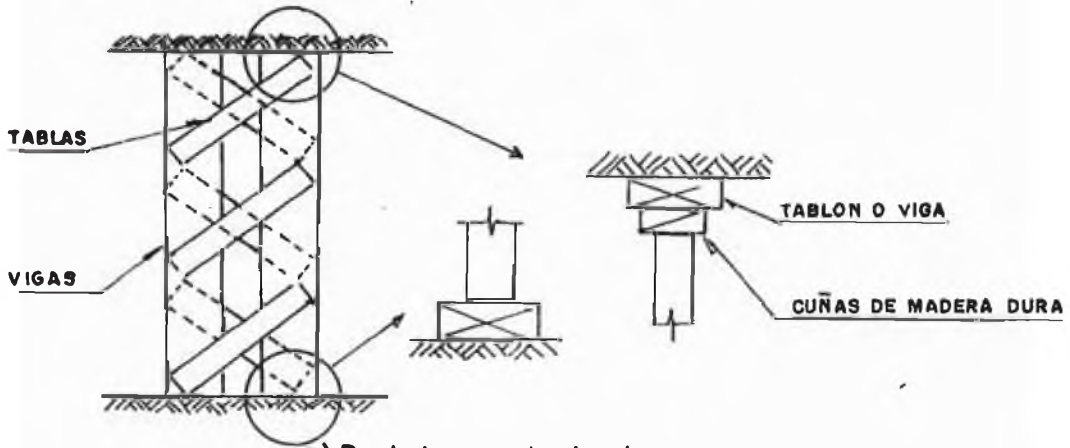
Apuntalamiento en varios pisos



a) Puntales simples



b) Puntales formados por dos vigas



c) Puntales arriostrados

fig 1.3 Apuntalamiento vertical con piezas de madera

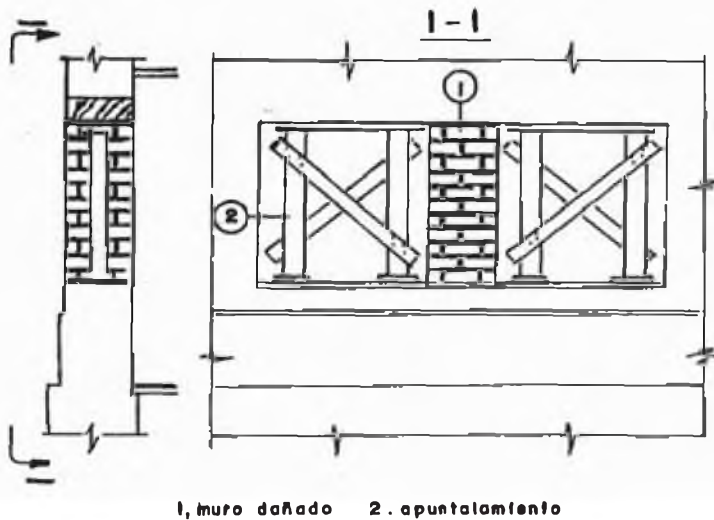


fig 1.4 Apuntalamiento de aberturas

Soleras de Acero cada 30 o 60cm

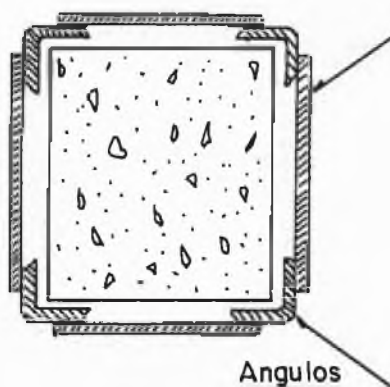


fig 1.5 Apuntalamiento con angulos y soleras de acero

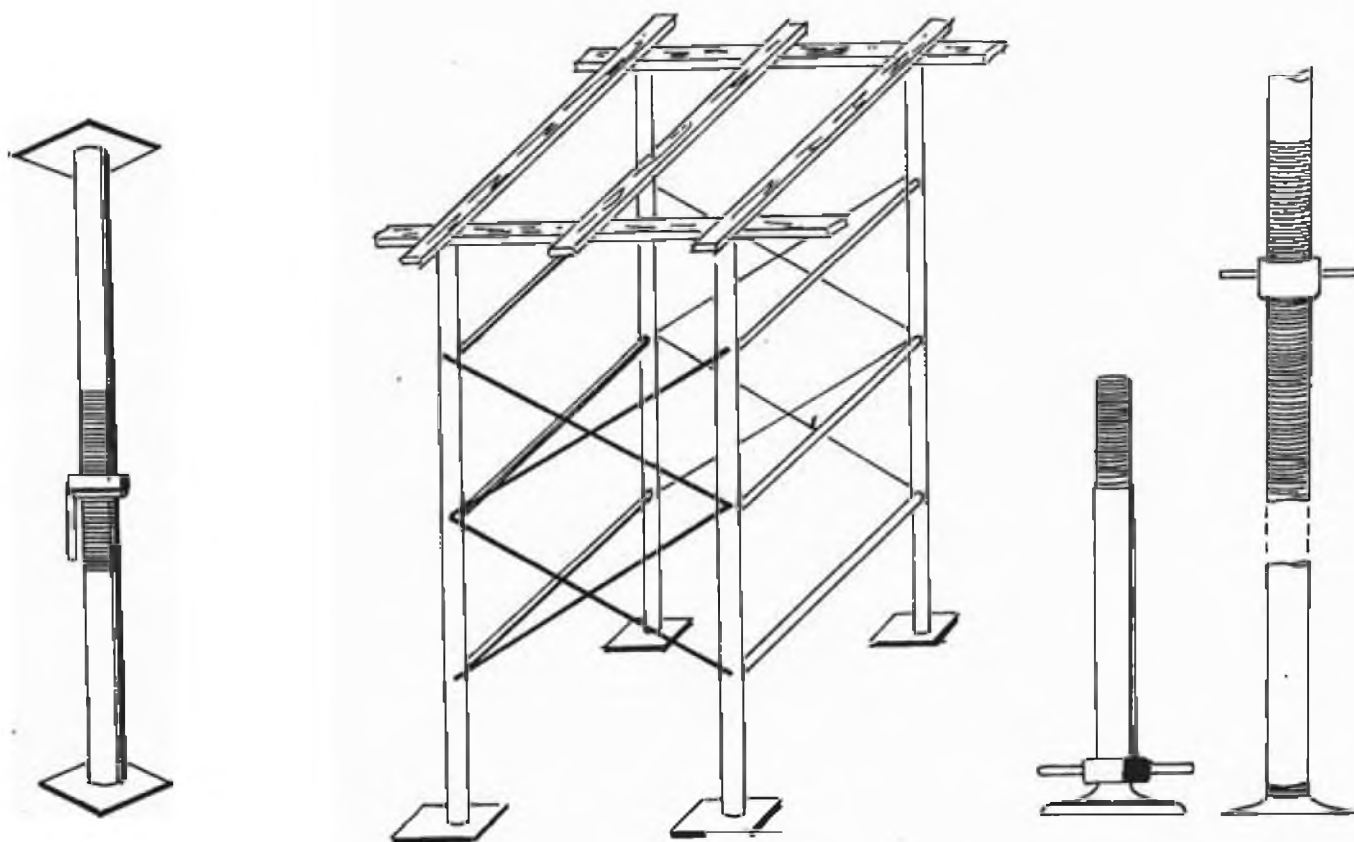


fig 1.6 Puntales telescopicos y elementos tubulares diversos

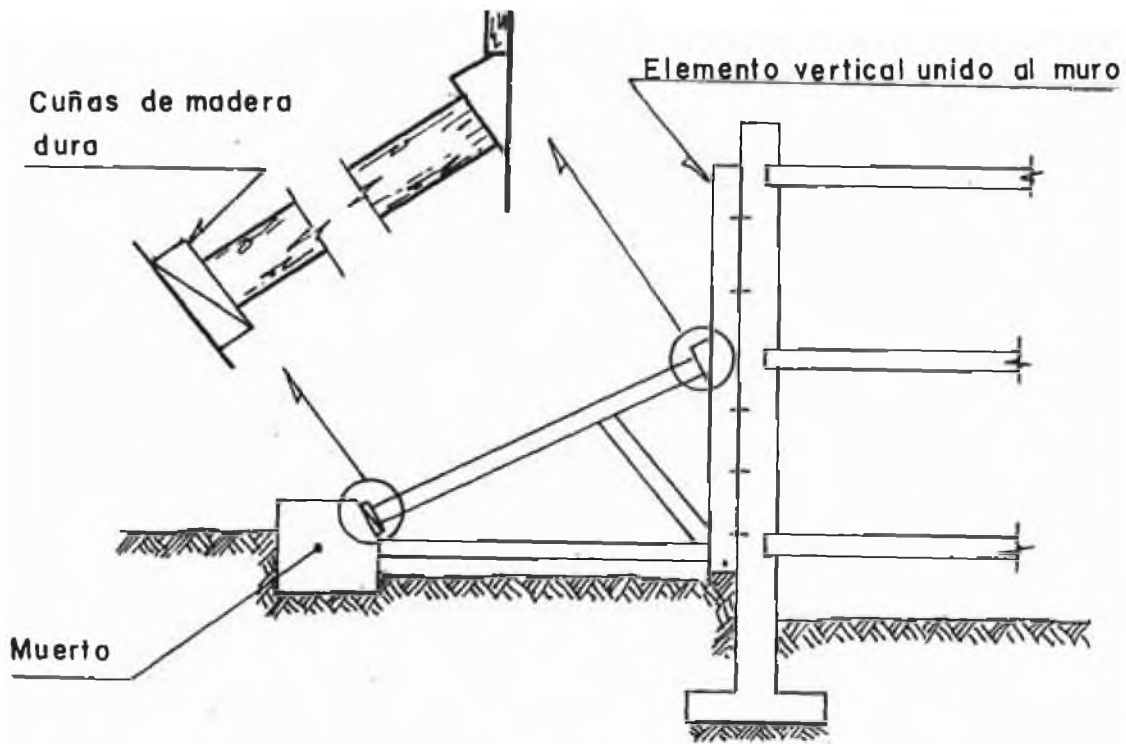


fig 1.7 Apuntalamiento exterior

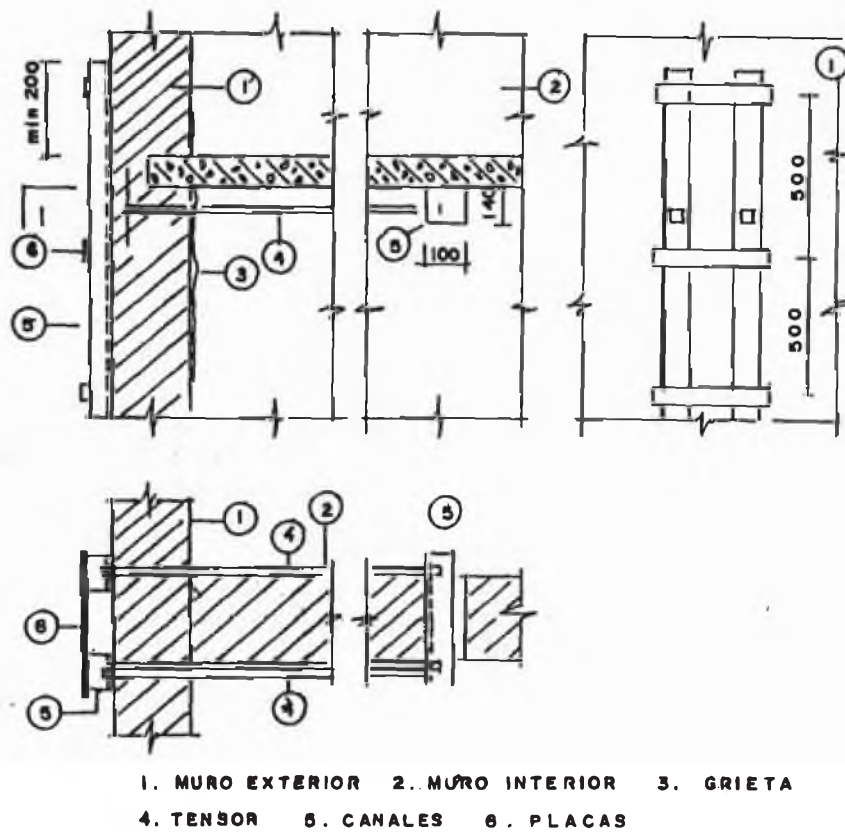


fig.1.8 Soporte Interior con tirantes
Alternativa A

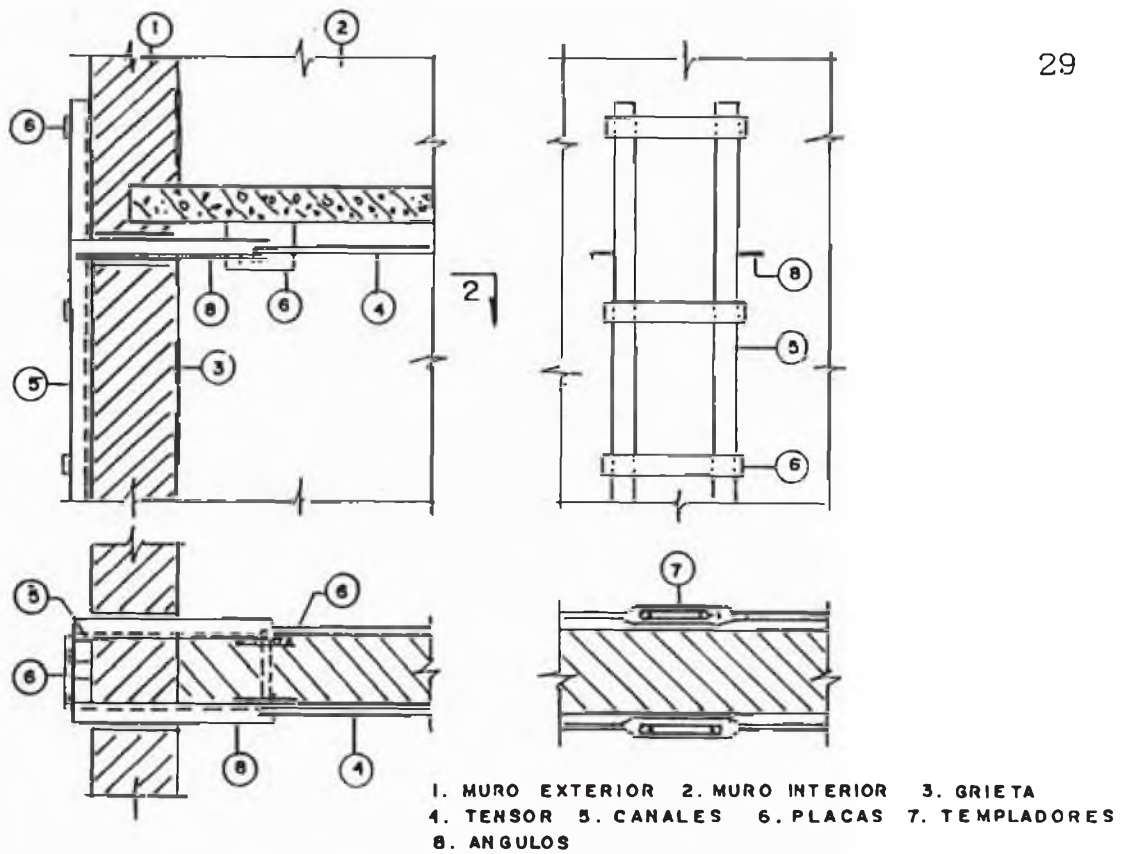


fig. I.9 Soporte interior con tirantes. Alternativa B

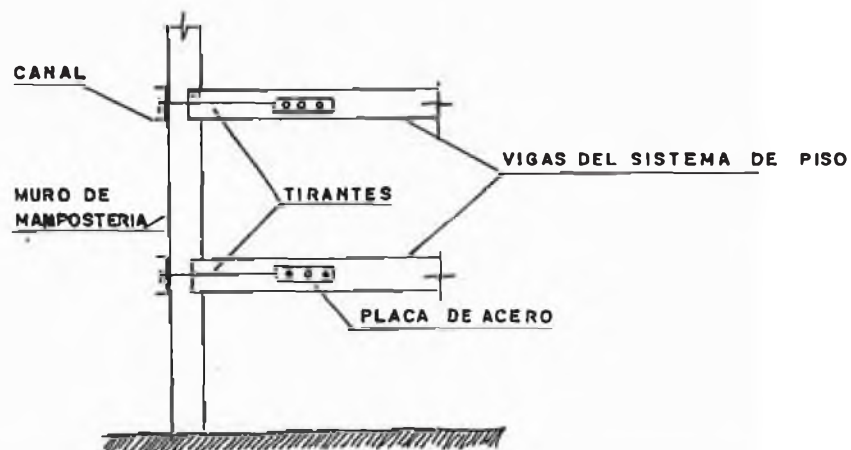


fig 10 Anclaje de muro exterior a vigas de los sistemas de piso

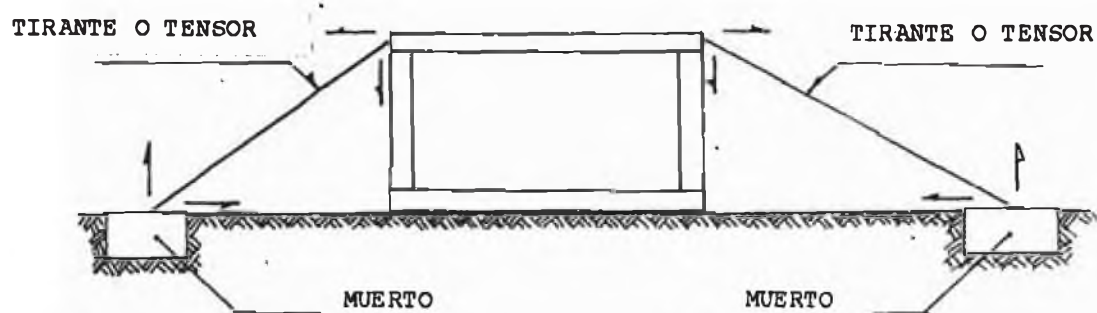


Fig. 1.11 Soporte lateral con tirantes o tensores exteriores.

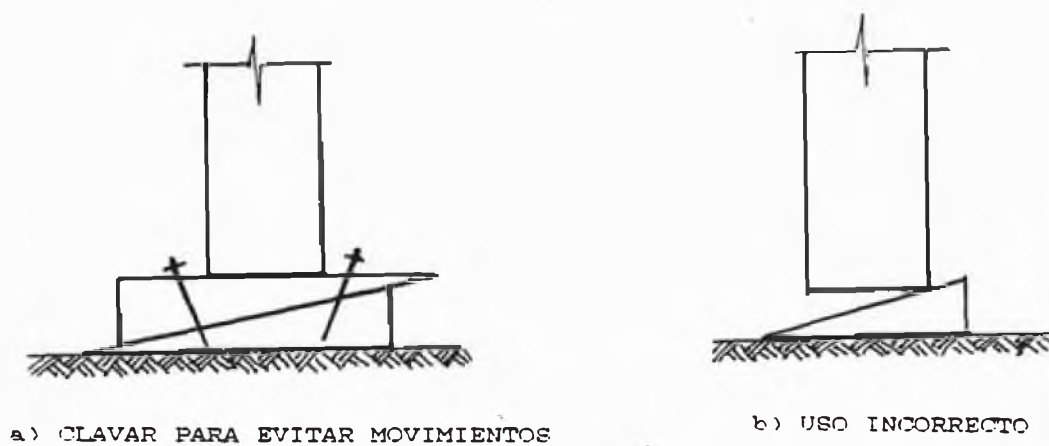


Fig. 1.12 Uso de cuñas de madera.

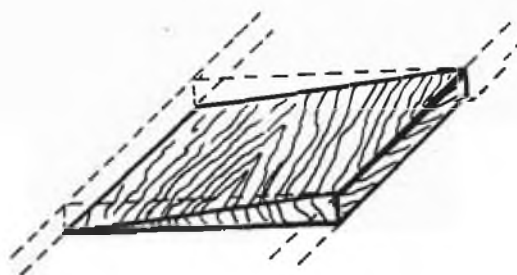


Fig 1.13 Orientación de las fibras en cuñas de madera.

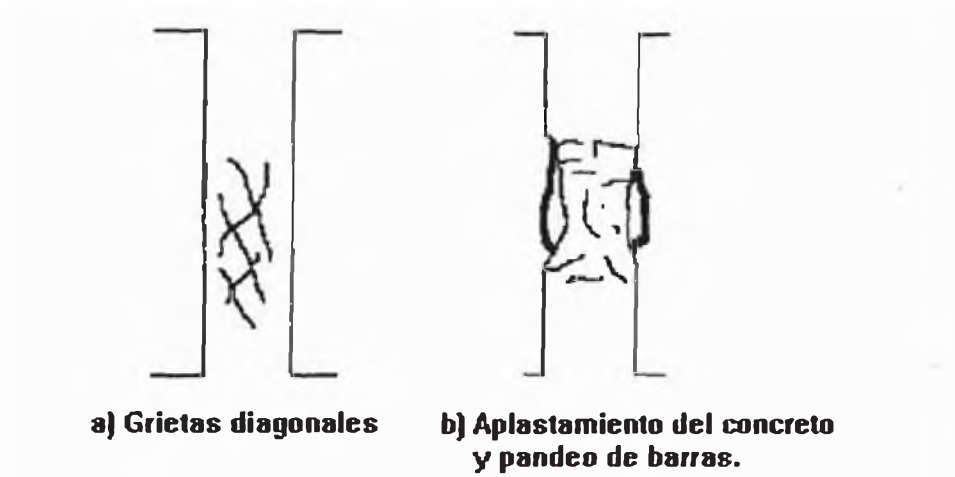


Fig. 1.14 Daños en columnas.

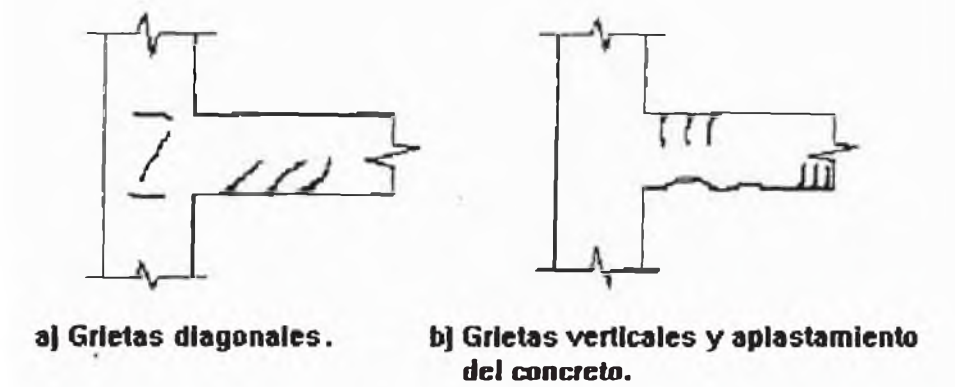


Fig. 1.15 Daños en vigas y uniones.

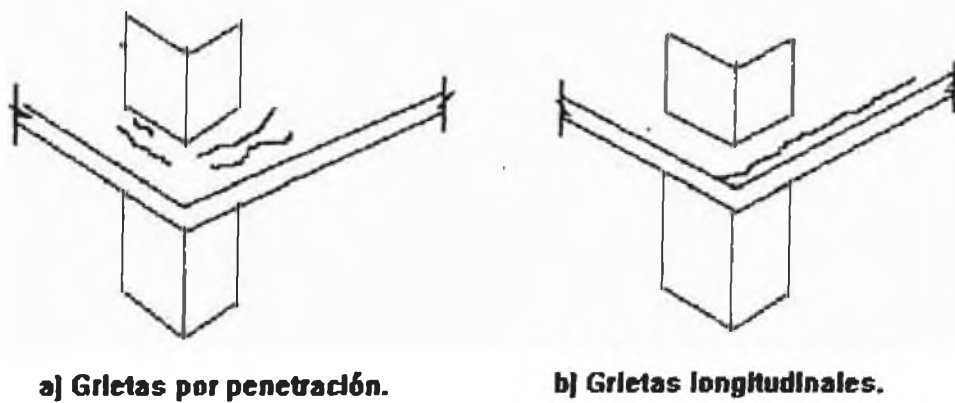


Fig. 1.16 Daños en losas planas.

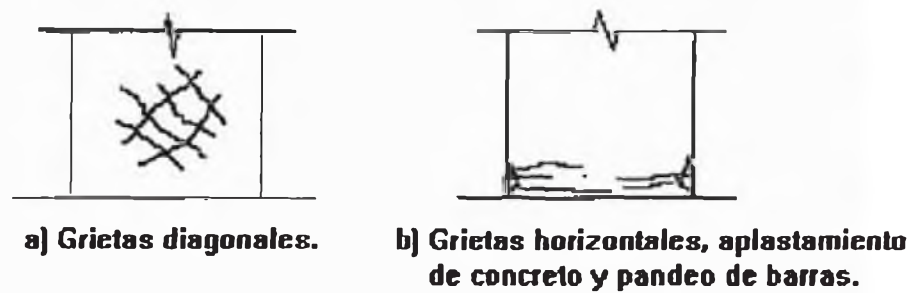


Fig. 1.17 Daños en muros de concreto.

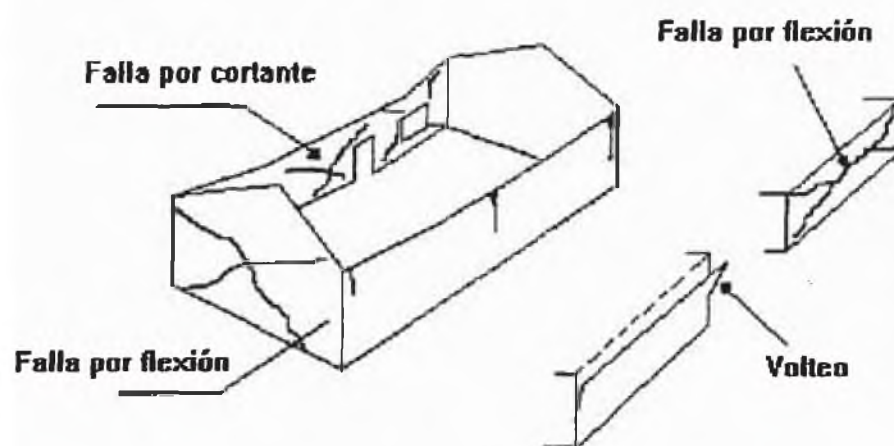


Fig. 1.18 Daños en muros de mampostería.

CAPITULO II

EVALUACION DEFINITIVA DE LA EDIFICACION DAÑADA

2.1 OBJETIVO.-

El objetivo de la evaluación definitiva es determinar si la estructura dañada es reparable. En general esto será así cuando el costo de la reparación sea razonablemente menor que el que implica demoler y volver a construir una estructura. (ref 7).

No existe un criterio único para la rehabilitación sísmica de estructuras, por ejemplo, en el caso de una estructura dañada por un terremoto, el criterio de rehabilitación dependerá del resultado de evaluación de daños de la estructura. En general en la rehabilitación sísmica se combinan los aspectos técnicos de ésta, la relación costo/beneficio de diferentes alternativas de rehabilitación, así como la necesidad de minimizar el tiempo de ejecución del proyecto de rehabilitación.

La determinación de la importancia de los daños es la base para el planteamiento de la reparación, que podrá llevarse a cabo en dos niveles:

- a) **Restauración:** Recuperación de la capacidad sísmo-resistente original.
- b) **Refuerzo:** Incremento de la capacidad sísmo-

resistente original y mejoramiento de la estructuración.

El estudio de las alternativas de reparación y las limitaciones del caso, permitirá finalmente elegir la solución adecuada para proceder a su diseño y construcción.(ref 8).

2.2 Inspección detallada.-

Esta etapa de la identificación de los daños en la estructura, se deberá efectuar después de su rehabilitación temporal. Para su realización, tendrán que ser retirados todos los acabados de los elementos estructurales que se sospeche puedan estar dañados con base en la inspección preliminar.

La inspección detallada consiste en registrar la descripción del estado en que se encuentra cada elemento dañado. Para esto se recomienda el uso de fichas individuales que incluyen fotografías del elemento en cuestión. La información que así se recabe, deberá llevarse a copias reducidas de los planos para facilitar su manejo dentro del proyecto de la reparación.

2.2.1 Información Complementaria.-

Para realizar la evaluación definitiva de la estructura y el proyecto de reparación, además de la identificación de los daños, conviene contar con información adicional sobre el diseño original del edificio, su proceso de construcción, el uso y adaptaciones que haya tenido durante su vida útil. Esta información se puede agrupar en los siguientes conceptos:

- a) Planos estructurales.

- b) Planos arquitectónicos.
- c) Planos de instalaciones.
- d) Memorias de Cálculo.
- e) Estudio de Mecánica de Suelos.
- f) Normas de diseño utilizada.
- g) Normas de diseño vigentes para la reparación.
- h) Bitácora de la construcción.
- i) Informe del control de calidad de los materiales empleados.
- j) Uso actual de la estructura.
- k) Recomendaciones o reparaciones previas.

Cuando no se tenga disponible la información anterior, sobre todo la correspondiente a los puntos a,b,c y e , sera necesario reconstruirla a partir de la propia estructura. Para este objeto, se puede hacer uso de los métodos de verificación de información que se describe a continuación.

2.2.2 Verificación de la Información:

Es indispensable verificar la validez de la información disponible, pues tanto la estructuración como las propiedades de los materiales de construcción pueden haber sufrido cambios con el tiempo o cabe la posibilidad de que no se haya cumplido las especificaciones del proyecto desde un principio.

Los principales conceptos que requieren ser verificados son los siguientes:

Planos estructurales, arquitectónicos y de instalaciones.

Deberá revisarse la coincidencia entre los planos y la estructura en cuanto a:

- a) Existencia y ubicación de los elementos estructurales.
- b) Dimensiones y armado de los elementos estructurales.
- c) Existencia y ubicación de aberturas.
- d) Existencia, ubicación y tipo de elementos divisorios.
- e) Tipos de acabados y elementos de fachada.
- f) Rellenos de azoteas.
- g) Uso actual de la estructura.
- h) Existencia y ubicación de ductos.

Para la localización del refuerzo o de ductos de acero en elementos de concreto, así como para la verificación de sus dimensiones, se puede recurrir al uso de los siguientes sistemas de detección.

- a) Sistemas electromagnéticos.- Estos sistemas utilizan un instrumento que genera un campo electromagnético y que registra las alteraciones que este sufre en presencia de cualquier objeto que tenga hierro. Además de detectar la posición del refuerzo en elementos de concreto, este procedimiento permite determinar el diámetro de las barras cuando se conoce su recubrimiento.(ref 9)
- b) Radiografías.- Una alternativa menos práctica y más costosa que la anterior, consiste en la toma de radiografías de los elementos del concreto.

Características de los Materiales.-

Para la verificación de las características mecánicas de los materiales se puede hacer uso de los siguientes equipos:

- a) **Extractor de Corazones:** La extracción y pruebas de corazones, permite estimar la resistencia del concreto en la estructura y su módulo de elasticidad; también aporta información sobre su composición granulométrica, densidad aparente y estado de carbonatación.(ref 8)
- b) **Equipo de ultrasonido:** Este sistema de verificación se basa en el uso de un instrumento que registra la velocidad de un pulso ultrasónico a través del concreto, la que depende de la densidad del mismo. Con esta técnica se pueden hacer estimaciones de la resistencia del concreto y de su módulo de elasticidad, así como del estado de su agrietamiento interno.
- c) **Esclerómetro:** El esclerómetro es un dispositivo que mide el rebote de un sistema masa-resorte contra la superficie de un elemento de concreto. Con base en relaciones empíricas se puede estimar la resistencia del concreto en función de la lectura del índice de rebote. Estas relaciones deberán corresponder al tipo de curado y a la clase de agregados del elemento en cuestión.
- d) **Pistola de Windsor:** Con este instrumento se puede estimar la resistencia del concreto a partir de la penetración de un dardo metálico en un elemento particular. También en esta prueba se recurre al

uso de relaciones empíricas penetración-resistencia, que deberán corresponder al mismo tipo de agregados usado en el elemento de estudio.(ref 10)

- e) Extracción y prueba de barras: Para verificar la calidad del acero empleado se puede recurrir a la extracción de algunas muestras y a su prueba estándar a tensión.

Resulta recomendable recurrir a más de una de las alternativas previamente descritas para tener redundancia en los resultados, así por ejemplo, sería conveniente combinar las pruebas de mayor precisión y costo como a y d con aquellos de menor precisión pero de empleo más sencillo y económico como b y c.

2.3 EVALUACION DE NIVELACION Y MECANICA DE SUELOS

Cuando se tengan indicios de desplomes o hundimientos, será necesario efectuar una nivelación general de la estructura, e incluso se deberán hacer nuevos sondeos y pruebas de laboratorio para la verificación de las características del suelo. Es aconsejable determinar un perfil que muestre la variación de los desplazamientos laterales del edificio con su altura, y realizar nivelaciones periódicas hasta cerciorarse de que ya no hay movimiento significativo.

2.4 EVALUACION DE LA CAPACIDAD SISMICA DE LA ESTRUCTURA

Para poder evaluar el estado de una estructura dañada, es necesario conocer su capacidad sismo-resistente inicial y con ella como base, tratar de comprender su comportamiento durante el sismo y las causas de los daños que se hayan presentado. En este proceso, la experiencia y el buen juicio del diseñador pueden complementarse con las siguientes herramientas.(ref 11)

- a) **Análisis aproximado:** Aplicable en estructuras regulares y de poca altura, este procedimiento consiste en la comparación de la fuerza cortante en cada entrepiso calculada con las normas vigentes, contra la fuerza cortante resistente promedio.
- b) **Análisis Convensional:** El análisis convencional de la estructura según las normas en vigor, permiten conocer su capacidad resistente inicial y localizar los elementos críticos. En este caso, generalmente será preferible recurrir a un análisis dinámico con base en un respectivo diseño.
- c) **Análisis no-lineal:** Con este método se puede intentar reproducir el esquema de daños mediante el análisis paso a paso de la estructura, considerando el comportamiento no-lineal de sus elementos. Deberán emplearse varios acelerogramas.

En buena parte de los casos podrá usarse el análisis aproximado en combinación con el convencional y solamente en estructuras de gran complejidad será necesario recurrir al análisis no lineal.

Debe resaltarse la necesidad de localizar los puntos

débiles de la estructura. Los mas comunes suelen ser los descritos en el capítulo anterior.

Si el estudio concluye que la capacidad de la estructura original cumple con las normas vigentes, los daños son ligeros y se originaron en pocos elementos, entonces el camino a seguir será la restauración de dichos elementos procurando aumentar su ductilidad.

Si por el contrario, la estructura original no cumple con las normas vigentes, se presentaron daños generalizados fuertes a graves y se encontraron problemas de estructuración, entonces la reparación deberá tender al refuerzo de la estructura. En estos casos, además de la restauración y el refuerzo de los elementos dañados, sera recomendable introducir nuevos elementos rigidizantes, sobre todo si se tiene una estructuración deficiente.

Es importante tener en cuenta que la restauración de un elemento dañado, en general sólo permite recuperar un 70 y 80% de la rigidez original, de tal forma que cuando más del 25% de los elementos de una estructura deben restaurarse. es necesario recurrir también al refuerzo de la misma.

2.5 METODOS DE EVALUACION DE LA CAPACIDAD SISMICA DE LA EDIFICACION.-

No ha sido establecido aún un procedimiento sistemático para evaluar la seguridad sísmica de las estructuras de edificios, sin embargo investigadores japoneses y norteamericanos han desarrollado técnicas y procedimientos para el estudio de la evaluación.

2.5.1 METODO DEL Proyecto "Investigación y desarrollo de un nuevo sistema de Diseño Antisísmico".Ministerio de Construcción del Japón.

Es uno de los métodos más prácticos y simples que se fija en la resistencia de columnas y placas.

En este método, en primer lugar la resistencia del edificio a la fuerza lateral se evalúa por simple cálculo. Si la resistencia lateral no es suficiente a la esperada respuesta de fuerza excitada durante un fuerte terremoto, el edificio será analizado; si la falla es en columnas por la fuerza cortante, se investigará en mayor detalle el modo de falla por cortante. El edificio que se encuentre en condición insegura respecto a un futuro terremoto fuerte, deberá ser reforzado por método apropiado.

Los principios básicos considerados en la preparación de este método son:

- a) No obstante que el edificio sufra irreparables daños ante un fuerte terremoto de rara ocurrencia, se debe mantener la protección de la vida humana.
- b) Para satisfacer el objetivo expuesto, los edificios deben tener resistencias que correspondan a la aceleración de 1.0g o sea, se le deberá adicionar adecuada ductilidad para poseer una resistencia mayor que 0.25g en caso de la peor combinación de relación suelo estructura.
- c) En caso de una mejor combinación de relación suelo estructura, los límites de resistencia y ductilidad mencionadas pueden decrecer adecuadamente.
- d) A fin de descargar la responsabilidad de las

funciones del ingeniero, se adopta un sistema de tamizado, consistente de cuatro etapas, desde el simple primer paso al más complicado o cuarto paso.

Para evaluar las propiedades antisísmicas de edificaciones existentes, se realiza un análisis de planos estructurales, en lo referente a los defectos estructurales, así como a deformaciones, rajaduras, etc. y el chequeo de las posibilidades de fallas de suelos como deslizamientos, colapso de precipicio y licuefacción de suelo. La investigación de la resistencia lateral del edificio será realizada en relación a los siguientes pasos. Si el edificio está evaluado como inseguro en el primer paso, requerirá del análisis del próximo paso, y así sucesivamente.

Primer paso: Investigación de área de sección horizontal de placas en cada piso.

Segundo paso: Investigación de resistencia aproximada de placas y columnas de cada piso contra la fuerza lateral.

Tercer paso: Investigación de la resistencia de placas y columnas de cada piso contra la fuerza horizontal, considerando el modo de fractura y la ductilidad de miembros.

Cuarto paso: Investigación de los pasos 1 y 2 considerando el periodo predominante del suelo.

Para mayores detalles del presente método revise la sección del apéndice correspondiente.

2.5.2 METODO TAMIZADO (OKADA-BRESLER). -

Okada y otros llevaron a cabo uno de los más recientes estudios de evaluación (Okada y Bresler, 1976; Bresler, Okada y cols. 1977; Blewjas y Bresler, 1979). Ellos desarrollaron un procedimiento para evaluar la seguridad sísmica en edificios de concreto armado de poca altura (hasta cinco pisos) y, en particular, edificios para escuelas. Con el objeto de juzgar sistemáticamente y en poco tiempo la seguridad sísmica de muchas estructuras de edificios, su método utiliza varios niveles de tamizado. Primero, la seguridad de un edificio se estima mediante una técnica analítica sencilla. Si un edificio no satisface el requerimiento de seguridad especificado, se analiza de nueva cuenta, esta vez con una técnica más rigurosa. Este procedimiento, llamado TAMIZADO, se repite hasta que el edificio salva el requerimiento de seguridad. Al tornarse el análisis más riguroso, se relaja la magnitud del margen de seguridad establecido para el tamizado. La seguridad se define en términos de la reparabilidad siguiendo perturbaciones sísmicas de mediano tamaño, así como la ausencia de colapso durante las perturbaciones sísmicas destructivas.

El procedimiento básico para el primer tamizado consiste en los siguientes cinco pasos:

1. Modelado Estructural.- Este paso incluye:

- a) Verificación del sistema estructural (proyecto, secciones, detalles);
- b) Verificación de la intensidad de las cargas;
- c) Verificación de las propiedades de los materiales; y

d) Examen del método de diseño por medio de planos, cálculos de diseño, especificaciones, registros de la construcción y la investigación del terreno.

2. Modelado Analítico.- Se supone que el comportamiento del primer piso controla la seguridad sísmica del edificio. Primero, cada uno de los pisos se simplifica a un sistema de una sola masa-resorte. Se consideran tres tipos de mecanismos de falla: flexión, cortante y flexión-cortante. Se determinan las resistencias al agrietamiento de cortante, cortante último y de flexión última, de acuerdo con las propiedades del edificio original. Se usa un método simplificado para calcular estas resistencias, así como la frecuencia natural. Se calcula la respuesta del edificio mediante un análisis modal tomando en cuenta solamente el primer modo. En vez de llevar a cabo un análisis de historia en el tiempo, se usan los espectros de respuesta para evaluar el comportamiento con respecto a la resistencia y la ductilidad.

3. Evaluación de la seguridad: Resistencia.- Para este propósito se usan los espectros de respuesta lineales.

4. Evaluación de la seguridad: Ductilidad.- Para este propósito se usan los espectros de respuesta no lineales. Para la evaluación de la seguridad se proporciona una tabla (véase la tabla 2.4).

TABLA 2.4
MATRIZ DE CRITERIOS PARA JUZGAR LA SEGURIDAD
SISMICA DE LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO
(etapa del primer tamizado).

Mecanismo de falla	Temblo de 0.3g	Temblo de 0.45g
Del tipo de flexión (ductil).	Factor de ductilidad μ menor a 2.0 .*	Factor de ductilidad μ menor de 4.0 .
Del tipo de cortante (frágil).	Etapa de agrietamiento de cortante.	Antes de la etapa de falla de cortante .**
Del tipo de cortante y flexión.	Etapa de agrietamiento de cortante.	Etapa de fluencia.

* Factor de ductilidad = desplazamiento máximo/desplazamiento en la fluencia.

** Se considera que la deformación de cortante en esta etapa es la mitad de la capacidad última de deformación ($\tau_{u,c} = 4 \cdot 10^{-3}$ rad).

*** Se considera que el desplazamiento en esta etapa corresponde aproximadamente a un factor de ductilidad de 2.0 del tipo de flexión.

5. Evaluación combinada de la seguridad.- Al combinar los resultados de la evaluación de la seguridad para la resistencia y la ductilidad, se hace un juicio final respecto a si el edificio es, en última instancia, seguro o no lo es. Si el juicio resulta positivo, el edificio se toma como seguro; si el juicio resulta negativo, se considera inseguro. Si el juicio es incierto (en un rango amplio) se requieren tamizados adicionales.

En el segundo tamizado se estima con más precisión el comportamiento estructural de conjunto de cada uno de los entrepisos y se lleva a cabo un análisis de respuesta no lineal de la historia en el tiempo. En el tercer tamizado, se adopta el análisis no lineal basado en la no linealidad de cada uno de los miembros.

2.5.3 METODO DE OKADA MEJORADO.-

Posteriormente Okada revisó su procedimiento de evaluación y este concepto revisado se adopta en la guía japonesa para la evaluación de la seguridad de la seguridad sísmica de las estructuras de los edificios (JABPD, 1977a, 1977b; Aoyama 1981). La guía japonesa presenta tres métodos de tamizado. Un tamizado con un orden mayor requiere una investigación más detallada y especializada para evaluar la seguridad sísmica. El rigor analítico se compensa mediante la magnitud del índice sísmico I_s , que se define como:

(Ec. 1)

$$I_s = E_o \cdot G \cdot S_D \cdot T$$

donde:

E_o = Índice sísmico básico.

G = Índice Geológico.

S_D = Índice de Diseño Estructural.

T = Índice de Tiempo.

Cada uno de los tres métodos de tamizado posee procedimientos particulares para calcular estos índices.

El índice G del sitio refleja las características del perfil del suelo del sitio. Cuando se tienen pocos datos disponibles, se supone igual a la unidad. El índice de diseño estructural ξ es un coeficiente que representa:

- 1) La irregularidad de un edificio en planta y en Elevación;
- 2) La distribución de la rigidez de entrepiso en toda la altura del edificio; y
- 3) La distribución de la rigidez lateral en cada nivel de piso.

De una matriz con una lista de confrontación, se selecciona un valor que varía desde 1.2 hasta 0.43. En el índice de tiempo T (de 1.0 a 1.5), se toman en cuenta los efectos a largo plazo, como la fluencia, la contracción, el hundimiento de la cimentación, el efecto del fuego, etc. El índice sísmico básico E_g se determina como:

(Ec. 2)

$$E_g = \phi \cdot C \cdot F$$

donde:

ϕ = Índice de entrepiso.

C = Índice de resistencia.

F = Índice de ductilidad.

La ecuación 2, indica que la capacidad para soportar cargas es función tanto de la resistencia como de la ductilidad. El índice F de ductilidad que se utiliza en el primer tamizado se lista en la tabla (2.5) en tanto que los índices para el segundo y tercer tamizado, mayores a los del

primero, se clasifican con un mayor detalle.

El índice C de resistencia es la capacidad para soportar cargas laterales del nivel de piso en consideración, dividido entre la masa total arriba de este nivel. Para calcular el índice de resistencia en cada uno de los tamizados, se usa un procedimiento diferente.

TABLA 2.5
INDICE DE DUCTILIDAD PARA EL PRIMER TAMIZADO

MIEMBRO	F
Columna (altura peralte > 2).	1.0
Columna corta (altura peralte ≤ 2).	0.8
Muro.	1.0

1.- Primer tamizado para C:

C se calcula a partir de las áreas de los muros y columnas; esto es: sólo se verifica la capacidad al cortante. En este cálculo se ignoran las varillas de refuerzo de las columnas y muros. Se considera que las vigas y las losas de piso tienen una adecuada rigidez y resistencia.

2.- Segundo tamizado para C:

Se calculan las resistencias para flexión y cortante de las columnas y los muros. Al igual que en el primer tamizado, se considera que las vigas y las losas de piso son rígidas y fuertes.

3.- Tercer tamizado para C:

Se calculan los momentos últimos de las columnas y vigas, y se toma el menor valor de los dos como el momento

máximo. Enseguida se distribuyen estos momentos nodales a los extremos de las vigas o las columnas de acuerdo con sus rigideces.

El índice de entrepiso toma en cuenta el nivel de piso en consideración y se determina con:

(Ec. 3)

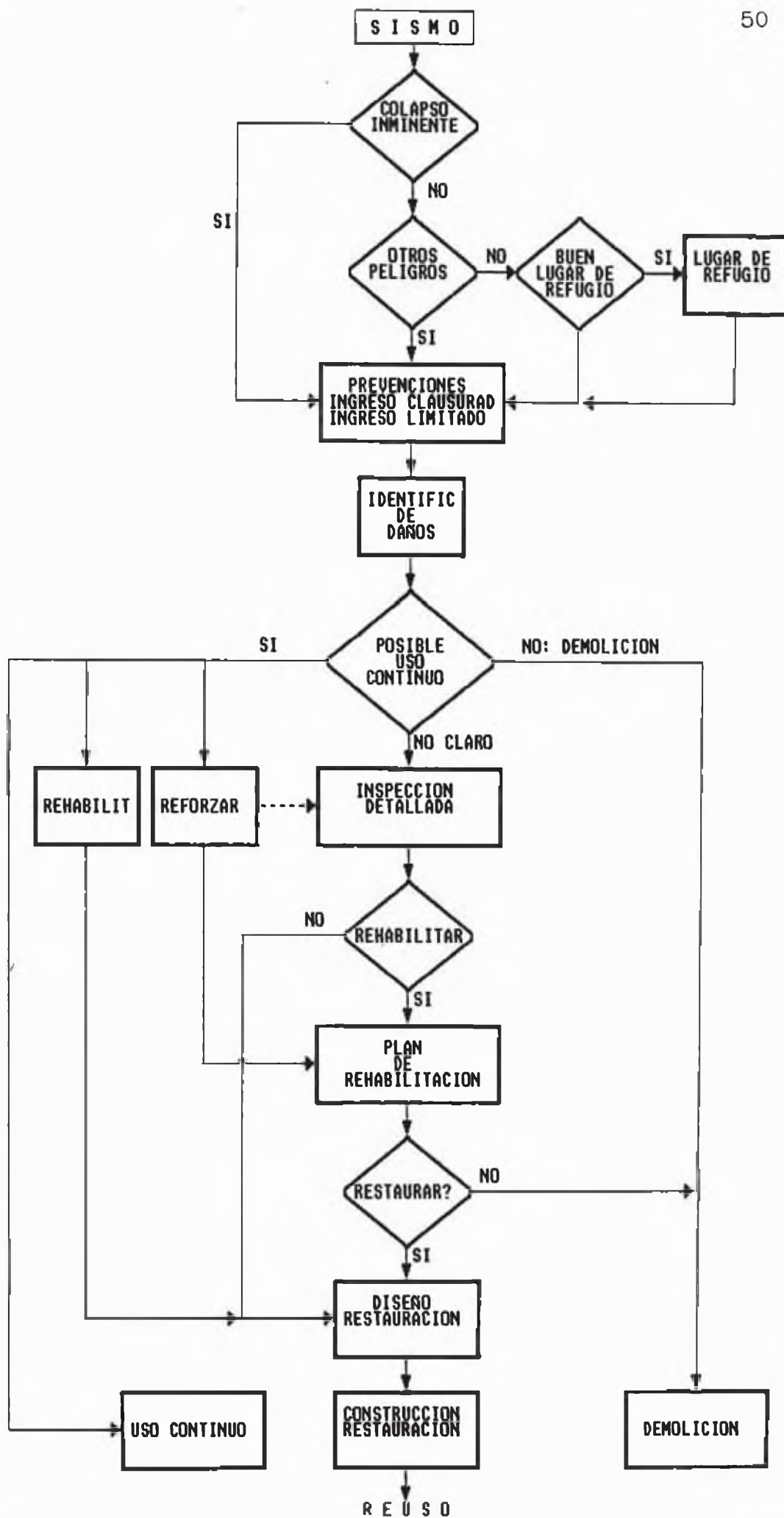
$$\phi = \frac{n+1}{n+i}$$

donde

n = el número de entrepisos en el edificio

i = el número del nivel de piso en consideración.

Para mayores detalles de los métodos presentados consulte con el Apendice del presente trabajo, así como también el ejemplo de aplicación.



CAPITULO III

ESTRATEGIAS PARA LA REHABILITACION SISMICA DE ESTRUCTURAS

3.1 Objetivos.-

Estudiar las diversas técnicas de rehabilitación, sus condiciones de diseño y procedimientos para poder plantear con estrategia el proyecto de rehabilitación de la estructura.

La condición básica de diseño necesaria para definir una estrategia de rehabilitación sísmica de estructuras, se puede expresar como sigue:

(Ec. 4)

$$\text{Demanda} \leq \text{Capacidad}$$

Esta condición de diseño es empleada por reglamentos sísmo resistentes, haciendo énfasis en el concepto de resistencia de la estructura, con lo cual los procedimientos de rehabilitación sísmica se basan generalmente en incrementar la resistencia lateral de la estructura para alcanzar la requerida por los reglamentos. Sin embargo, este criterio puede ser insuficiente para garantizar un buen comportamiento sísmico de la estructura, en particular cuando se requiere controlar el daño en ésta durante un terremoto. Debido a que el daño en la estructura y en los llamados

elementos no estructurales están más relacionados con los desplazamientos de la estructura para lograr el control de daño en ésta durante el terremoto. Esto sugiere que los reglamentos sismoresistentes debieran hacer énfasis no sólo en el empleo del concepto de resistencia de la estructura, sino también en el control de desplazamientos en ésta. (ref 19.)

Un criterio más amplio que el empleado por los actuales reglamentos sismo-resistentes ha sido propuesto por Housner (1956), el cual se basa en el empleo del concepto de energía absorbida por la estructura durante un terremoto. Este criterio ha sido empleado por diversos autores, por ejemplo, Uang y Bertero (1990) han propuesto la siguiente expresión para el balance de energías en una estructura de un grado de libertad:

(Ec. 5)

$$E_I = E_K + E_S + E_d + E_H$$

En la expresión anterior E_I es la energía total suministrada a la estructura por el terremoto. El parámetro E_K es la energía cinética, E_S es la energía de deformación elástica, E_d es la energía absorbida por amortiguamiento y E_H es la energía disipada por deformaciones inelásticas en la estructura, ésta se mide como el área bajo los ciclos de histerésis carga lateral-desplazamiento de la estructura. Bertero (1992) ha sugerido relacionar las ecuaciones (4) y (5) con lo que E_I representaría la demanda sísmica de una estructura (Bertero 1992). Una de éstas es disminuir la

demanda E_i empleando alguna técnica de aislamiento sísmico de la estructura. Otra estrategia puede ser la de aumentar las capacidades de absorción de energía asociadas a los parámetros del lado derecho de la ecuación (5), por ejemplo, se puede aumentar $E_i + E_d$ empleando dispositivos disipadores de energía. También es posible combinar ambas técnicas, disipadores de energía y aislamiento sísmico de la estructura.

Un inconveniente de estas estrategias es que pueden ser incompletas, ya que además de un enfoque energético, también es necesario controlar deformaciones en la estructura con el objeto de minimizar el daño producido por terremotos en estructuras rehabilitadas. Un criterio de este tipo ha sido propuesto recientemente en la literatura. (Rodríguez 1994).

3.2 Selección de Técnicas de Rehabilitación Sísmica.-

Como se ha mencionado, para la rehabilitación sísmica de estructuras generalmente se incrementa la resistencia lateral de éstas, lo que en muchos casos lleva a un aumento de la rigidez lateral, así como de la masa de la estructura rehabilitada. En estos casos se deben evitar distribuciones irregulares de rigideces en la estructura, así como incrementos innecesarios de la masa de ésta, ya que esto llevaría a incrementos de las demandas sísmicas.

En Japón ha sido bastante frecuente el empleo de muros estructurales de concreto reforzado para la rehabilitación sísmica de edificios después de los terremotos de Tokachi-Oki en 1968 y el de Miyagiken-oki en 1978. En el caso de la rehabilitación de edificios en la ciudad de México después

del terremoto de 1985, la técnica anterior no fue la más empleada, principalmente porque se consideraba que el reforzamiento de la cimentación necesaria para nuevos muros estructurales podría ser costoso, por las características particulares de cimentaciones típicas en la zona de suelo blando de la ciudad de México. Como se comenta más adelante una técnica muy empleada en esa ciudad fue la de reforzamiento de columnas, la que tiene asociada costos de reforzamiento de cimentaciones que son menores al caso de empleo de nuevos muros estructurales.

Lo anterior sugiere que la selección de la mejor alternativa de rehabilitación sísmica se debe hacer considerando no sólo el aspecto técnico de ésta, sino también el costo de la técnica seleccionada, así como la que menos afecte las actividades de los usuarios de la estructura. (Jirsa y Badoux, 1990; Bertero, 1992).

3.3 Rehabilitación Sísmica de Edificaciones Empleando Muros de Concreto Armado.-

Con el empleo de la técnica de rehabilitación sísmica con muros de concreto armado es factible obtener en una estructura rehabilitada incrementos importantes en la resistencia y rigidez lateral de ésta.

La incorporación de muros de concreto armado puede cambiar considerablemente el comportamiento dinámico de la estructura durante el sismo. El aumento de la rigidez también tiende a aumentar las fuerzas sísmicas de diseño para el mayor tipo de estructuras. También causa considerable redistribución de las fuerzas laterales entre los elementos

resistentes. Por consiguiente es muy importante crear las condiciones mas favorables siempre que sea posible, como las siguientes:

- Localizando los elementos de reforzamiento uniformemente a través de la estructura para evitar gran concentración de fuerzas en los miembros con pequeña resistencia y/o capacidad de ductibilidad.
- Mejorar la distribución de las fuerzas laterales reduciendo los efectos de torsión e irregularidades.
- Proveer suficiente resistencia, rigidez y ductilidad a los elementos individuales y a toda la estructura.
- Proveer adecuada resistencia en conexiones entre la estructura existente y los nuevos elementos.
- Proveer rigidez compatible de los elementos existentes y los nuevos elementos.

Pasados sismos han demostrado que en edificios con una configuración irregular han sufrido daños extensos; por consiguiente es muchas veces necesario introducir nuevos elementos estructurales a la edificación existente para proveer regularidad en planta y elevación.

Los nuevos elementos sismoresistentes deberán ser colocados de tal manera que minimicen la distancia del centro de masa al centro de rigidez.

Algunos ejemplos de distribución favorable y desfavorable de introducción de muros de corte se muestran en la fig 3.1. En el caso de estructuras sin muros de corte con insuficiente resistencia lateral, los muros de corte son introducidos en lugares convenientes arquitectónicamente. la distancia entre muros de corte deben ser menores en el caso

de pisos flexibles (por ejemplo, paneles prefabricados conectados pobremente) fig 3.1.a y pueden ser mayores para losas monolíticas de concreto armado (fig 3.1.b) pueden producir considerable aumento de la resistencia en la estructura. Por lo tanto es deseable que los muros de corte sean orientados en dirección transversal en los extremos del edificio como en las fig 3.1.a y 3.1.b. Un ejemplo de distribución pobre de muros de corte se muestra en la fig 3.1.d y donde los muros longitudinalmente orientados restringen las deformaciones, se producen grandes excentricidades de las fuerzas sísmicas y los muros transversales no son suficientes para absorber la torsión.

Las mismas consideraciones son válidas en el caso de edificios con un número insuficiente de muros de corte. Es necesario introducir muros adicionales con suficiente rigidez para reducir los efectos de torsión (fig 3.1.e y 3.1.f).

La introducción de muros de corte de concreto armado es sin duda el mejor método de reforzamiento de una edificación existente para mejorar su comportamiento estructural. Los muros son generalmente vaciados in-situ pero pueden ejecutarse en concreto proyectado (shotcrete).

Los muros de corte pueden situarse a lo largo de la superficie (fig 3.2.a) o dentro de el (fig 3.2.b).

En el 1er caso (fig 3.2.a) si el muro se encuentra fuera del pórtico el refuerzo vertical por flexión y el refuerzo transversal por corte pasan continuamente a lo alto del muro: si el muro se introduce en el pórtico (fig 3.13) las vigas pueden eliminarse (así el muro de corte pasaría continuamente) o reforzarse (refuerzos verticales a través de

perforaciones) Los problemas principales son proveer una adecuada conexión de muro con la losa existente y la cimentación. Esta conexión debe transmitir las fuerzas de corte entre la losa existente y el nuevo muro de corte.

La conexión puede ejecutarse por refuerzos en la losa existente, colocando diagonalmente en planta y ancladas a la estructura de piso adicionando losas vaciadas in-situ.

En el 2do caso (fig 3.2.b) los muros de corte son colocados dentro de la edificación y son conectados con la losa existente por refuerzos longitudinales y verticales que pasan a través de perforaciones en la losa existente, doveles de concreto formados por aberturas en la losa y barras diagonales colocadas en los doveles. Estas perforaciones deben ser suficientemente grandes para transmitir fuerzas de corte así como colocar el concreto debajo de la losa.

De la misma manera que en el caso anterior, las vigas pueden eliminarse o reforzarse.

En orden de mejorar la ductibilidad y evitar el pandeo lateral de las varillas a compresión, se debe confinar el concreto en la zona de compresión. Se debe tener en cuenta que solo los estribos espaciados estrechamente pueden retener el núcleo del concreto agrietado dentro del acero longitudinal en zonas donde puede ocurrir una articulación plástica.

Es muy importante diferenciar las clases de muro según su comportamiento, ya que a partir de ahí se tomarán las previsiones de diseño. Existen dos clases de muros de corte: Muros de corte bajo y muros de corte alto, concentrando el

acero en los extremos como es natural, con una disposición uniforme del refuerzo en todo el peralte no se utiliza con eficiencia el acero ni se llega al momento último, debido a que muchas varillas operan con un brazo de palanca interno relativamente pequeño.

En lo que se refiere a muros de corte bajos, algunos autores recomiendan que no sean tratados como elementos dúctiles, debido a lo poco que se ha investigado sobre el comportamiento dúctil de estos muros. Pero si se desea un mecanismo de falla dúctil en un muro de corte, se debe reducir la fuerza cortante: V_n

(Ec. 6)

$$V_n \leq 1.6 \sqrt{f'_c} b d$$

y no se debe confiar en la contribución del concreto al corte, por lo que sólo el refuerzo del alma debe revestirlo.

Tanto en muros de corte bajos como altos, se debe dar especial atención a las juntas de construcción (ya que con frecuencia son causa de daños en los muros) verificando la resistencia de la junta de construcción y siguiendo las recomendaciones constructivas.

Un requisito esencial es, que se cumpla con una cimentación adecuada, dando una fijación total en la base. El anclaje de los refuerzos en los extremos del muro deben tener la posibilidad de desarrollar sus refuerzos de fluencia, con el fin de lograr una mayor ductilidad, posiblemente requerida debido a la formación de rótulas plásticas. La cimentación debe ser diseñada para resistir la capacidad última de

flexión del muro . teniendo en cuenta las condiciones del suelo y la rotación de la base.

3.3.1 Relleno por Muros de corte.-

Es un método apropiado para mejorar la capacidad lateral de un edificio, el cual carece de adecuada resistencia sísmica. El refuerzo entre un muro adicional y una estructura existente deberá ser suficientemente transmitido usando elementos conectores tales como refuerzos de doweles, dentaduras de corte, desarrollando miembros armados dentro de miembros estructurales o soldando muros armados con los refuerzos existentes .

Cuando se selecciona esta técnica, debe tenerse en cuenta que la fuerza cortante de un muro adicional no tiene un desarrollo total cuando toda la resistencia a la flexión del sistema o la resistencia al volteo del muro es menor que la fuerza cortante última del muro. Las cimentaciones y el terreno de apoyo deberán ser suficientemente seguros al momento de la carga lateral por inclusión de muros y el cambio del mecanismo de falla de todo el sistema estructural debido al reforzamiento.

La resistencia última de un muro adicional se expresa en términos del promedio de refuerzo cortante de un muro sin abertura debe ser menor o igual a 30 kg/cm^2 y de un muro con aberturas debe ser reducido según la localización y el área de aberturas.

El aumento de la capacidad lateral de los edificios no necesariamente puede ser lo suficientemente esperado. En tal caso, el propósito del reforzamiento es proveer suficiente resistencia de flexión tanto como suficiente habilidad para

disipar energía por desplazamiento.

3.3.1.1 Tipos de Construcción.-

De acuerdo con los métodos de conexión entre un muro adicional y una estructura existente, los tipos de construcción se clasifican como sigue:

1) CONEXION CON DOWELES (fig 3.3.a)

Los anclajes de cuna son colocados en los agujeros preperforados en la estructura existente es transmitido por la acción del dowel de las anclas.

Detalles estructurales:

- 1.- Los anclajes de cuña deben ser colocados dentro del ancho del núcleo de concreto de los miembros estructurales existentes.
- 2.- Suficiente refuerzo frente a agrietamientos deben ser dispuestos alrededor del refuerzo del dowel en el muro adicional.
- 3.- El espacio de los anclajes de cuña deben cumplir lo siguiente:

$$\text{Espaciamiento} \geq 7.5D_d \text{ y } \leq 30 \text{ cm}$$

$$\text{Distancia entre líneas de remache} \geq 5.0 D_d$$

$$\text{Distancia al borde} \geq 2.5 D_d$$

- Donde D_d es el diámetro del perno en la cara conectada.

- 4.- Los anclajes de cuña pueden ser colocados solamente en las caras superior e inferior de las vigas.
- 5.- La longitud embebida de un ancla de cuña debe ser:

$$l_e \geq 5.0 D_d \text{ y } \geq \text{recubrimiento.}$$

2) CONEXION DE DENTADURAS (fig 3.3.b)

En este método de conexión el concreto existente es

cincelado formando dentaduras. las cuales transmiten el esfuerzo cortante entre el muro y la estructura existente.

Detalles estructurales.-

- 1.- El valor estandar de la relación longitud a altura de una dentadura es 5:1, la longitud no debe ser menor que 15 cm y el espesor no debe ser mayor que el espesor del muro.
- 2.- Los anclajes de refuerzo con diametro mayor a 10mm (Φ 3/8") deben ser dispuestos en las dentaduras en 2 capas.
- 3.- El espacio de dentaduras debe ser calculado basado en la relación de la resistencia del concreto del muro adicional a la estructura existente y sobre la longitud de dentaduras. Las dentaduras deben ser dispuestas en espacios iguales.
- 4.- El número de dentaduras, en cada cara de conexión es deseable que sea mayor a 5.

3) CONEXION DE DENTADURAS ADHESIVAS (fig 3.3.c)

Las dentaduras prefabricadas son fijadas en la estructura existente como adhesivos de resinas epóxicas. El refuerzo de corte entre el muro y la estructura es transmitido por las dentaduras.

Detalles estructurales:

- 1.- El valor estandar de la relación longitud a espesor de una dentadura prefabricada es 5:1
- 2.- Las partes adhesivas deben ser protegidas por una cobertura de concreto con un espesor no menor de 30 mm
- 3.- Las dentaduras prefabricadas deben ser reforzadas

con refuerzo de diametro mayor a 6mm (Φ 1/4")

- 4.- Los anclajes de refuerzo de 10 mm de diametro (Φ 3/8") deben ser dispuestos en 2 capas en la parte del nuevo concreto colocado entre las dentaduras pre-fabricadas.
- 5.- Deberá colocarse refuerzo de doweles con $\rho \geq 0.25\%$ para el área de conexión en la cara de conexión horizontal además de los pasadores.
- 6.- El número de dentaduras pre-fabricadas en cada cara de conexión es deseable que sea mayor que 5.

4) DETALLES ESTRUCTURALES EN COMUN.

Los detalles estructurales en común para cada tipo de conexión mencionados anteriormente, son los siguientes:

- 1.- Espesor del muro adicional:
 - $\geq 1/4$ del ancho de la columna.
 - ≥ 15 cm.
 - \leq ancho de la viga.
- 2.- Cuantía del muro adicional $0.25\% \leq \rho \leq 1.2\%$ Cuando el espesor del muro adicional es mayor que 18 cm. el refuerzo de corte debe ser dispuesto en 2 capas.
- 3.- Los refuerzos adicionales de $2 \Phi 13\text{mm}$ ($2 \Phi 1/2"$) deben ser dispuestos a lo largo de la periferia del muro de corte, además del refuerzo que necesita por corte.
- 4.- La resistencia de compresión especificada del concreto del muro de corte no debe ser menor que de la estructura existente.
- 5.- En muros de corte con aberturas, el refuerzo periférico a lo largo de éstas debe ser diseñada de

acuerdo a la resistencia requerida del muro.

El método para proveer relleno por muros de corte puede ser cualquiera de los siguientes:

- i) Relleno por muros vaciados en el lugar (concreto convencional o premezclado).
- ii) Relleno por muros pre-fabricados.

3.3.1.2 Diseño Estructural:

1) Procedimiento de cálculo:

El procedimiento de cálculo de diseño por relleno de muros de corte es como sigue:

- 1.- Examinar la capacidad estructural del edificio en estudio.
- 2.- Determinar la política de diseño o determinar el tipo de resistencia sísmica del edificio, el cual puede ser del tipo dúctil o sus combinaciones.
- 3.- Establecer el propósito del reforzamiento de acuerdo con la política de diseño.
- 4.- Asumir la resistencia especificada de los materiales y calcular el esfuerzo de diseño de los muros.
- 5.- Calcular la longitud del muro requerido asumiendo el espesor de los muros y determinar su configuración.
- 6.- Calcular la cuantía requerida por corte de cada muro y diseñar los elementos de conexión.
- 7.- Calcular la resistencia última de cada muro.
- 8.- Juzgar si o no el propósito del reforzamiento es satisfecho.

Cuando el propósito de reforzamiento es satisfecho y el reforzamiento es factible, el proceso de cálculo es completo, sin embargo, cuando el propósito no es satisfecho o el diseño de reforzamiento no es factible, el cálculo es repetido regresando a 5 o 6.

2.- Cálculo de la resistencia última.

- La resistencia última por relleno de un muro de corte es el mínimo valor de los siguientes I, II o III

I.- La resistencia última de corte es el menor valor de los siguientes i o ii.

i.- 80% de la resistencia última de corte calculada asumiendo un muro de corte vaciado monolíticamente con vigas y columnas.

ii.- Resistencia integral de las siguientes resistencias individuales considerando el modo de deflexión, esto es, resistencia última de corte de los elementos de corte, fuerza cortante de punzonamiento en los extremos de la columna y flexión última o fuerza cortante de una columna.

El flujo idealizado de fuerzas laterales tomadas por cada elemento estructural y la conexión es ilustrada en la fig 3.5

II.- Resistencia última de flexión total del sistema muro-estructura incluyendo la estructura circundante.

III.- Resistencia última de volteo del sistema muro-estructura incluyendo la estructura circundante.

- Cada tipo de resistencia última de un miembro y sistema especificado es obtenido como sigue:

i.- La resistencia última de corte de un muro monolítico es calculado de acuerdo a la sección del índice C de resistencia, segundo método de evaluación.

ii.- La resistencia última por relleno de muros de corte considerando el flujo idealizado de fuerzas laterales en los elementos de conexión, muros y columnas es calculado por la siguiente ecuación:

(Ec. 7)

$$Q_u = \min [(Q'_{cu} + 2Q_c \alpha), (Q_c + Q_p + Q_c \alpha)]$$

donde:

- Q_{cu} : Resistencia última de corte del muro armado.
- Q'_{cu} : Resistencia última de corte del muro panel.
- Q_c : Suma de las resistencias últimas de corte de elementos de conexión a lo largo de la longitud de la viga.
- Q_p : Fuerza cortante de punzonamiento en la parte superior de la columna.
- Q : El menor valor de flexión última o fuerza cortante de la otra columna.
- α : Coeficiente de reducción relativo a la deflexión de una columna.
 - 1.0 falla por corte de una columna.
 - 0.7 falla por flexión de una columna.

Cuando hay abertura en el muro, la resistencia obtenida por i o ii debe ser reducida.

- iii.- La resistencia última de flexión de un muro se muestra en la sección correspondiente al segundo método de evaluación, índice C de resistencia. Sin embargo cuando un muro y vigas son conectados por anclajes de cuna, la resistencia de un muro reforzado deberá ser menor o igual a la determinada por la resistencia última de adherencia de los anclajes.
- iv.- La resistencia última del volteo del muro se calcula de acuerdo a la sección del índice C de resistencia, 2do método de evaluación.
- v.- La resistencia última de flexión y corte de una columna, una columna con alas de muro y una viga son calculados de acuerdo a la sección del índice C de resistencia. 2do método de evaluación.
- vi.- La fuerza cortante de punzamiento última de una columna por la siguiente ecuación.

(Ec. 8)

$$Q_p = (1/1.5) \cdot f_{cr} \cdot b \cdot D \cdot \sqrt{1 + \sigma/f_{cr}}$$

donde:

- f_{cr} : $1.8 \cdot \sqrt{f'c}$ resistencia a flexión en tensión. (kg/cm²)
- $f'c$: resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²).
- D : Dimensión de la columna en la dirección que se analiza (cm).
- d : Dimensión de la columna en la otra dirección. (cm)

σ_c : Esfuerzo axial de la columna. (kg/cm²)

vii.- Resistencia última y espaciamiento de los elementos de conexión.

1. Anclaje de cuña.

a.- Resistencia última de corte. El esfuerzo último de corte de un anclaje es obtenido de la siguiente ecuación:

(Ec. 9)

$$\Gamma_v = \min [(\sigma_{max}/\sqrt{3}), (0.4 \sqrt{(Ec.f'c)})]$$

donde:

σ_{max} : Esfuerzo de tracción de un anclaje de cuña

$f'c$: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

Ec : Modulo de elasticidad del concreto (kg/cm²)

La resistencia última de corte por anclaje de cuña q_v

es:

(Ec. 10)

$$q_v = \Gamma_v \cdot a_v$$

donde

a_v : area de la sección de corte por anclaje de cuña. (cm²).

La resistencia última de adherencia de un anclaje es obtenido por la siguiente ecuación:

(Ec. 11)

$$P_a = \min [(\sigma_{max} \cdot a_v), (0.45 \cdot (L_v/D_v) \cdot (L_v/D_v + 1) \cdot f'c \cdot a_v)]$$

donde L_v , D_v y a_v son la longitud (cm), diametro exterior (cm) y área (cm²) respectivamente, de la parte embebida de un

anclaje en el concreto de la estructura existente.

2. Dentaduras.

El esfuerzo cortante último de una dentadura es obtenido por:

(Ec. 12)

$$\Gamma_v = 0.20 f'c_2 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

donde

$f'c_2$: es la resistencia a la compresión del nuevo concreto.

El espacio de las dentaduras es determinada por:

(Ec. 13)

$$L'c = Lc \cdot f'c_2 / f'c$$

donde:

Lc : es la longitud de un pasador (cm). Luego el espaciamiento de dentaduras Pc es:

(Ec. 14)

$$Pc = Lc + L'c$$

3) Dentaduras adhesivas:

El esfuerzo cortante último de una dentadura Γ_v es:

(Ec. 15)

$$\Gamma_v = \min [0.25 f'c , 0.20 cf'c_2]$$

donde:

$cf'c_2$ = resistencia a la compresión del concreto de la dentadura prefabricada (kg/cm^2). El esfuerzo cortante último de una dentadura de concreto con pasadores adhesivos es

obtenido por la ecuación 12 reemplazando $f'c_2$ por $f'c$.

El espacio de dentaduras adhesivas se determina por la ecuación:

(Ec. 16)

$$L'c = Lc \cdot c \Gamma_c / \Gamma_c$$

donde:

Lc : longitud de una dentadura prefabricada (cm)

Γ_c : esfuerzo cortante último de una dentadura de concreto prefabricado. (kg/cm²).

El espaciamiento de dentaduras adhesivas es obtenido por la ecuación 13

viii) Diseño de muros.

El espesor de un muro se determina tanto que el esfuerzo cortante del muro (Γ_w) puede ser menor o igual a 30 kg/cm², bajo la fuerza cortante de diseño.

(Ec. 17)

$$\Gamma_w = Q_w / (t_w \cdot l_w) \leq 30.0$$

donde:

Q_w : Fuerza cortante de diseño. (kg)

t_w : espesor del muro (cm)

l_w : longitud libre del muro (cm)

La cuantía de refuerzo para Γ_w es calculada por la siguiente ecuación:

(Ec. 18)

$$\rho_w \geq \frac{(\Gamma_w - \frac{f'c_2}{20})}{(0.5f_{wy})}$$

donde:

ρ_w : cuantía de acero por corte y

$$0.0025 \leq \rho_w \leq 0.012$$

f_{wy} : esfuerzo de fluencia del acero de muro
(kg/cm²)

3.3.2 Alas de Muro.-

Esta técnica de reforzamiento es aplicada para mejorar la resistencia de la columna empleando alas de muro delgadas, las cuales no son consideradas como muros de corte, tanto que la capacidad lateral de la edificación puede ser suficientemente aumentada. Particularmente este método no debe ser aplicado para edificaciones en la cual la separación de columnas es estrecha en orden de evitar la falla por corte de vigas, debido a la reducción de la luz libre de vigas. Debe esperarse la falla por flexión en vigas aún reducida la luz libre.

En el caso de reforzamiento de columnas por alas de muro, los siguientes métodos pueden aplicarse.

i.- Para mejorar el índice C de resistencia en orden de hacer la edificación "resistente típica de corte"

ii.- Para formar un mecanismo tipo "viga-flexión" en orden de mejorar el índice F de ductilidad.

El propósito de reforzamiento por alas de muro es de mejorar la resistencia de columnas proporcionando suficiente longitud y espesor de muros.

Se presentan consideraciones generales para trazar un plan de reforzamiento por alas de muro.

- 1).- Se aplica a edificaciones en donde la falla por corte en columnas predomina y las vigas son lo suficientemente fuertes, en otras palabras, aquellas en las cuales la capacidad lateral de la edificación puede ser significativamente mejorada cuando la resistencia de columnas aumenta. Esta técnica también es aplicable para edificaciones en el cual el tipo de falla por flexión en columnas predomina aún cuando la ductilidad requerida no es la esperada, o para edificaciones en el cual el desplazamiento inelástico es excesivo aún cuando la ductilidad de columnas es mejorada. Sin embargo la resistencia a movimientos sísmicos puede ser significativamente mejorada cuando se logra un mecanismo de falla tipo "viga-flexión".
- 2) Debido a que el propósito de este método es mejorar la resistencia de columnas, generalmente la mayoría de estas deben ser reforzadas. Por consiguiente, es importante distribuir las alas de los muros estructuralmente balanceadas tanto en planta como elevación.
- 3) Cuando se desea un mecanismo tipo "viga-flexión", la relación de luz libre de una viga L_v al peralte de la viga D (L_v/D) deberá ser al menos igual a 4 (fig 3.6). Si alguna investigación adicional confirma la falla por flexión de la viga, esta limitación es aplicable.
- 4) No es deseable aplicar esta técnica cuando la altura libre de columnas es reducido.

3.3.2.1 Tipos de construcción

1) Alas de muro moldeadas monolíticamente.

Como se muestra en la fig 3.7 es posible obtener un moldeado monolítico de las alas de muro con la columna existente después de picar una parte del concreto existente y disponer de suficiente refuerzo lateral.

En este método, las alas de muro como se muestran en la fig 3.7 , por consiguiente este método sólo es posible cuando las vigas están excentricamente conectadas a las columnas. Se deberá tener especial atención en las anclas del refuerzo vertical y horizontal de las alas e muro dentro del concreto existente en orden de evitar deformaciones fuera del plano del muro. Es deseable soldar los refuerzos del muro en refuerzos transversales existentes.

2) Alas de muro conectadas por doveles.

En este método constructivo, la columna existente y las alas de muro son conectadas por doveles con anclas de cuña o por otro tipo de doveles. Como se muestra en la fig. 3.8, el concreto de alas de muro puede ser moldeado in-situ, con concreto premezclado o concreto proyectado (shotcrete)

Se deberá considerar en el diseño que el comportamiento estructural de este 2do método es diferente al 1ro debido a que la conexión no es monolítica.

Los doveles deberán colocarse dentro del alma de concreto de vigas y columnas, además es deseable que el eje de las alas de muro y la columna coincidan.

3) Detalles estructurales.

- 1.- Las alas de muro deberán colocarse simétricamente en ambos lados de la columna.
- 2.- En el método descrito en la sección 1 se deberá cumplir:
 - $L \geq 1/2 D$
 - $L \geq 50 \text{ cm}$
 - $t \geq 1/3 b$
 - $t \geq 20 \text{ cm}$
- 3.- En el método 2 se deberá cumplir:
 - $L \geq 80 \text{ cm}$
 - $L/h_o \geq 1/3$
 - $L \geq 15 \text{ cm}$
- 4.- $p_v / p_{v,n} \geq 0.25\%$
- 5.- Espaciamiento de anclas de cuña :
 - $\geq 7.5 D_d$
 - $\leq 30 \text{ cm}$
- 6.- Longitud de penetración de un ancla de cuña:
 - $\geq 5 D_d$
 - $\geq \text{espesor del recubrimiento}$
- 7.- Deberá disponerse refuerzos de anclajes alrededor del dowel para prevenir agrietamientos en el concreto.
- 8.- En el caso del método mencionado en la sección 1 el aumento del recubrimiento de concreto debe ser más que 5 cm.
- 9.- Para un moldeado monolítico, el refuerzo vertical deberá soldarse con estribos existentes, en un intervalo menor o igual a 50 cm.

3.3.2.3 CONDICIONES DE DISEÑO

1) Procedimiento de Calculo.

El proceso de cálculos de reforzamiento por alas de muro es como sigue:

- 1.- Establecer el propósito de reforzamiento de acuerdo a los resultados de la Evaluación de la Seguridad Sísmica.
- 2.- Seleccionar el método constructivo de alas de muro y determinar los detalles estructurales.
- 3.- Calcular la resistencia última de columnas con alas de muro y vigas conectadas por columnas.
- 4.- Evaluar el índice E_o de la edificación reforzada basado en el 3er método de evaluación, considerando el tipo de falla.
- 5.- Calcular el índice sísmico de la estructura I_s , y juzgar si o no el propósito de reforzamiento es satisfecho. Sin embargo cuando el propósito no es satisfecho o el diseño de reforzamiento no es factible, recalcular regresando al paso 3 después de aumentar la parte reforzada o cambiando el método constructivo y detalles estructurales.

2) Capacidad Sísmica de Miembros Estructurales.

- 1.- Columnas con alas de muro moldeadas monolíticamente.

Columnas con alas de muro adicionales puede ser el menor valor de los siguientes: Resistencia última de flexión Q_u o resistencia última de corte Q_{cu}

(Ec. 19)

$$Q_{cu} = \phi 2 \frac{M_u}{h_o}$$

(Ec. 20)

$$M_u = (0.9 + \beta) a_c \cdot f_y \cdot D + 0.5ND \left(1 + 2 - \left(\frac{N}{\alpha_c b D f'_c} \right) + \left(1 + a_c \cdot \frac{f_y}{N} \right)^2 \right)$$

donde:

$$\alpha_c = \frac{1 + 2\alpha\beta}{1 + 2\beta}$$

 α y β son mostradas en la fig 3.9 Φ : coeficiente de reducción = 0.8

ho: luz libre de la columna (cm).

 a_c : area total del acero longitudinal de la columna (cm²). f_y : esfuerzo de fluencia del acero longitudinal de la columna. (kg/cm²). N : Carga axial de la columna (kg). f'_c : resistencia a la compresión del concreto. (kg/cm²). D : Dimensión de la columna en la dirección que se analiza. (ancho) d : Dimensión de la columna en la otra dirección (espesor).

(Ec. 21)

$$Q_{sn} = \phi \left[0.8 \sqrt{f'_c} \left(\frac{lm}{h} \right) \sum A + 0.5 \left(\rho_v \cdot f_y + \frac{\rho_s \cdot f_y \cdot t(lw-D)}{bD} + bD + 0.1N \right) \right]$$

donde:

$$\rho_v = a_v / (b \cdot Sc)$$

 a_v : area del refuerzo transversal de la columna. (cm²)

S_c : espaciamiento del refuerzo transversal de la columna (cm).

$$p_r = a_w / (t \cdot s)$$

a_w : area del acero horizontal del muro (cm^2).

S_w : Espaciamiento del refuerzo horizontal del muro (cm).

ΣA : Area total de la sección transversal considerando columna y muro (cm^2)

t : espesor del ala de muro (cm).

ver fig 3.9

2.- Columnas con alas de muro conectadas por Doweles. (fig 3.8 y 3.10)

(1) La Resistencia Ultima Q_u de la columna con alas de muro es calculada por la ecuación asumiendo la fuerza lateral de corte Q_t dada por los miembros de compresión horizontal, y la fuerza lateral de corte Q_c dada por la columna existente (fig 3.10)

$$Q_u = Q_t + Q_c$$

(2) La fuerza lateral de corte Q_t toma el menor valor de:

- Fza lateral Q_{t_1} de la resistencia a la compresión última de los miembros horizontales.
- Resistencia última de corte de la conexión Q_{t_2} en la parte superior o inferior de las alas de muro.
- Resistencia última de corte de las alas de muros

Q_{t_3}

(Ec. 22)

$$Qt_1 = 2\alpha_b \cdot t^2 \cdot fc \cdot \left(\frac{L_1}{L_2}\right) \leq 2(N + a_g \cdot fy) \left(\frac{L_1}{H}\right)$$

Qt_2 : el menor valor de :

$$\left(Ad \cdot \frac{\sigma_{\max}}{\sqrt{3}}\right) + 0.25\alpha_b \cdot t^2 \cdot fc \left(\frac{H}{L_2}\right)$$

$$\left(0.4 \sum Ad \cdot \sqrt{Ec \cdot f'c}\right) + 0.25\alpha_b \cdot t^2 \cdot fc \cdot \left(\frac{H}{L_2}\right)$$

$$Qt_3 = Aw(q_c + 0.5\rho + fy)$$

donde:

q : Relación de ancho efectivo del miembro de compresión inclinada, puede ser 2.0, excepto cuando es determinada por una investigación adicional.

$a_g \cdot fy$: Producto del área bruta y el esfuerzo de fluencia del acero de la columna (kg).

H : Altura de piso. (cm)

Ec : Módulo de elasticidad del concreto (kg/cm²)

$fc = 0.85 f'c$

ΣAd : Suma de las áreas de secciones de pernos de anclas de cuña en la conexión horizontal de alas de muro (suma de las áreas en muros en ambos lados) (cm²)

σ_{\max} : Resistencia a la tracción de un perno de ancla de cuña.

ΣAw : Área de la sección horizontal de alas de muro en ambos lados (cm²).

$p.fy$: Producto de la cuantía y el esfuerzo de fluencia del acero horizontal, donde $\leq 1.2\%$

(3) La fuerza cortante Q_c dada por la columna existente es obtenida por la siguiente ecuación:

(Ec. 23)

$$Q_c = \min(\alpha_1 \cdot Q_{f_u}, \alpha_2 \cdot Q_{s_u})$$

donde:

Q_{f_u} y Q_{s_u} son la fuerza cortante de la resistencia última de flexión y resistencia última de corte respectivamente, de la columna existente, y puede ser calculado usando el tercer método de evaluación de la seguridad sísmica. Sin embargo, la fuerza axial N usada para el cálculo de Q_{f_u} y Q_{s_u} puede ser:

(Ec. 24)

$$N = N_{(carga\ permanente)} - \frac{Q_t}{2} \cdot \left(\frac{H}{L_1} \right) \cdot \text{ó} \cdot \text{CERO para } N < 0$$

Los símbolos α_1 y α_2 son coeficientes de reducción de la fuerza cortante de la columna en la falla de las alas de muro. Puede ser respectivamente $\alpha_1 = 0.7$ y $\alpha_2 = 1.0$ considerando la compatibilidad de la deflexión.

3.- Resistencia Última de vigas existentes.

Es calculada por las ecuaciones del 3er método de evaluación de la seguridad sísmica.

4.- Índice de Ductilidad de la columna con alas de muro.

El índice de ductilidad F de la columna con alas de muro puede ser 1.0, Sin embargo, cuando el mecanismo tipo viga-flexión es formado después de la construcción de alas de muro, puede ser 3.0 para columnas con alas de muro.

3) Evaluación de la seguridad sísmica.

Es evaluado con los métodos de la capacidad sísmica de la edificación. (Ver apéndice).

3.4 Rehabilitación Sísmica a base de Pórticos de Concreto Armado empleando la técnica de Encamisado de Concreto.-

La técnica de rehabilitación sísmica empleando encamisado de elementos estructurales se basa en el criterio de mantener la estructura original como el principal sistema sismo-resistente. En la técnica de encamisado de concreto armado, éste consiste de nuevo concreto, refuerzo longitudinal y estribos. Esta técnica aplicada a columnas se ilustra en la fig 4a (UNIDO, 1983; Rodriguez y Park, 1991), las varillas del encamisado pasan a través de perforaciones efectuadas en la losa. La fig 4b muestra un encamisado típico de vigas; en esta técnica, los estribos del encamisado pasan a través de perforaciones en la losa.

Con el empleo de la técnica de encamisado se evitan reforzamientos importantes de cimentaciones; además, con esta técnica no se afecta mayormente la geometría y por tanto las condiciones de uso de la edificación. Sin embargo, se han mencionado algunos posibles inconvenientes del empleo de esta técnica; por ejemplo, por razones constructivas las varillas que se añaden en el encamisado generalmente se colocan en las

esquinas de la columna, con lo que algunas de éstas pueden quedar formando paquetes de dos ó más barras, causando posibles problemas de adherencia. En otros casos, algunas varillas que no estén en las esquinas del encamisado pueden quedar sin refuerzo transversal que ayude al confinamientos de éstas. Sin embargo, estos posibles inconvenientes de esta técnica pueden evitarse con detalles cuidadosos del refuerzo del encamisado.

Una limitación seria que puede afectar el amplio empleo de esta técnica es que requiere mucha mano de obra, así como supervisión cuidadosa en la construcción. Esto puede ser indeseable donde el costo de la mano de obra es alto o cuando no sea posible garantizar un buen nivel de supervisión.

Existen otras variantes de la técnica de encamisado que han sido empleadas en México. Una de ellas es la de encamisado de concreto local, en ésta las varillas se interrumpen al nivel de las losas. En esta solución el aumento en la capacidad resistente a flexión de la columna es menor que con la técnica anteriormente comentada. Con esta técnica es factible incrementar las resistencias a cortante y axial de la columna. Otra variante es la de encamisado con placas o soleras de acero, en muchos de estos casos se han empleado además diagonales de acero como elementos rigidizantes, algunos inconvenientes de esta técnica es que aún hay incertidumbres en el comportamiento sísmico de estos elementos, así como el posible alto costo y falta de experiencia para efectuar esta técnica en obra.

Cuando se procede a reparar o reforzar elementos estructurales, es de gran importancia establecer adherencia

entre el concreto existente y el nuevo. Puede obtenerse cincelando la cubierta de concreto del miembro original y haciendo áspera su superficie, preparando la cubierta con pegamento, barras adicionales soldadas, doweles, etc.

3.4.1 Encamisado de Columnas.-

Aumentando la capacidad sísmica de las columnas se mejorará la resistencia de la edificación. Esto es posible conseguir por medio de una de las siguientes técnicas o sus combinaciones.

- (1) Mejorando su ductilidad evitando la falla por corte.
- (2) Compensando sus rigideces.
- (3) Aumentando la capacidad a la flexión de columnas.

Aunque es deseable reforzar todas las columnas que carecen de suficiente ductilidad o en el cual las rigideces son insuficientes, deberá ser reconocido que hay un límite para aumentar la ductilidad de columnas.

3.4.1.1 Técnicas de reparación.-

Son aplicables inyecciones de resina solamente para reparar daños de columnas con grietas ligeras sin daño mayor en el concreto o refuerzo.

Inyecciones de resina epóxica son recomendables para grietas de ancho de 0.1 a 0.5 mm. La resina epóxica es inyectada al interior con perforaciones espaciadas de 20 a 100 cm.

Inyecciones de lechada de cemento es conveniente para grietas más grandes (anchos de 2 a 5 mm).

Cuando el concreto está dañado ligeramente, el concreto suelto es removido, la superficie picada y el polvo limpiado.

Dependiendo de la cantidad de concreto removido, algún refuerzo o estribo adicional puede ser añadido.

Temporalmente, el encofrado y el concreto deberán ser colocados más allá de su configuración final para compactar el concreto suficientemente.

Cuando el refuerzo longitudinal está pandeado, los estribos son cortados y el concreto picado. Si solamente se requiere reparar, la sección deberá ser removida, colocar nuevo refuerzo longitudinal y soldar el refuerzo existente y añadir nuevos estribos. Deberá colocarse concreto con bajas propiedades de contracción.

3.4.1.2 Tipos de construcción .-

Los edificios para el cual la técnica de reforzamiento puede ser aplicado son clasificados en los tres siguientes grupos, cuando la resistencia y ductilidad de vigas son suficientes.

- Aquellos que tienen poca cantidad de muros de corte en el cual la resistencia última de corte de columnas es menor que la resistencia última de flexión de estas. Entonces el método para mejorar la ductilidad de columnas es efectiva.
- Aquellos donde la distribución de fuerzas laterales en el nivel considerado es significativamente desigual debido a la existencia de muros de relleno. Entonces el método para compensar las rigideces de columnas es efectiva.

3.4.1.3 Reforzamiento para mejorar la ductilidad de columnas.

Procedimientos:

Aumentar la sección de la columna añadiendo un tejido de alambres soldados adyacentes a la columna existente.

- Aumentar la sección de la columna añadiendo estribos soldados adyacentes a la columna existente.
- Encajonar la columna existente con una sección de acero rectangular o circular.
- Encajonar la columna existente con correas de acero.

En todos estos casos los vacíos son llenados con concreto o mortero.

Detalles Estructurales:

- Cuando el propósito es el de mejorar la ductilidad solamente proveer mechas de 4 cm en la parte superior de la columna y proceder al tipo de construcción aplicado en una reparación ordinaria.

- En el caso de añadir tejidos de alambres soldados usar el siguiente tipo de unión traslapada.

La longitud de traslape medida entre la mayor separación de alambres transversales de cada tejido debe ser mayor que el espacio de alambres transversales más 10 cm y más de 20 cm.

- En el caso de encajonar la columna existente con correas de acero, es deseable que la separación y el ancho de las correas sea de 10 cm.
- En el caso de secciones o correas de acero, el espesor debe ser mayor a 3.2 mm.

3.4.1.4 Reforzamiento para compensar la rigidez de columnas.-

Procedimientos:

- Traslación o separación de muros de relleno.

Detalles:

- Es deseable dirigir esta técnica junto con la descrita anteriormente, cuando la falla por corte es aun esperada.
- La separación entre columnas y muros de relleno deberá ser mayor a 3.2 mm. Además deberá ser suficientemente segura a deformaciones fuera de ese plano.

3.4.1.5 Reforzamiento para aumentar la capacidad a la flexión de columnas.-

Procedimiento:

- Ensanchamiento de la sección de la columna.

Detalles:

- Aumento del refuerzo longitudinal, el cual es tomado en cuenta como una parte del refuerzo a la flexión de la columna. Este refuerzo deberá colocarse penetrando la losa, lo suficiente para que pueda ser anclado.
- El refuerzo adicional de corte deberá disponerse frente al aumento de la capacidad a la flexión de lo columna.

Otras Consideraciones:

1.- Procedimiento de cálculo.

Los cálculos de diseño para el reforzamiento de columnas siguen los procedimientos siguientes:

- Se selecciona el método constructivo apropiado de acuerdo al resultado de la evaluación de la capacidad sísmica de la estructura, donde se discute la resistencia de vigas. El proceso de cálculo de cada método constructivo es descrito separadamente.
- Proceso de cálculo de reforzamiento para mejorar la ductilidad.

- 1.- Discutir si el reforzamiento es posible sobre la base de la ec. mostrada más adelante.
- 2.- Aproximar el requerimiento de ductilidad.
- 3.- Calcular el requerimiento de ductilidad correspondiente al índice de ductilidad.
- 4.- Determinar la relación ρ_w de refuerzo de corte requerido para la obtención del índice de ductilidad.
- 5.- Juzgar si el propósito de reforzamiento es satisfecho.

El proceso se completa si el reforzamiento es factible.

Si es necesario recalcular, regresar al paso 2.

- Proceso de cálculo de reforzamiento para compensar la rigidez.

- 1.- Asumir la altura libre de columnas después de trasladar o reparar los muros de relleno.
- 2.- Obtener ductilidad y resistencia, calculando el momento de flexión y la fuerza cortante de columnas.
- 3.- Juzgar si los índices de ductilidad y resistencia son satisfechos, y discutir si no son satisfactorios la combinación con otro tipo de construcción.

- Procesos de cálculo de reforzamiento para aumentar la capacidad a la flexión.

- 1.- Aproximar los valores propuestos de los índices de ductilidad y resistencia.
- 2.- Determinar el área de acero a la flexión correspondiente al momento de flexión de columnas

que satisface el índice C propuesto.

- 3.- Determinar la relación p_w correspondiente al índice de ductilidad propuesto.
- 4.- Juzgar si el propósito de reforzamiento es satisfecho.

El proceso se completa si el reforzamiento es factible. Si es necesario recalcular, regresar al paso 1.

2.- Capacidad Sísmica de la Columna reforzada.

El momento último de flexión de columnas es calculado por la ecuación mostrada como sigue:

(Ec. 25)

$$M_u = 0.8a_t \cdot f_y \cdot D + 0.5N \cdot D \left[1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot f'_c} \right]$$

$$Q_{M_u} = \alpha \cdot \frac{M_u}{h_o}$$

donde:

- a_t : Area total de acero en tracción. (cm²)
- f_y : Esfuerzo de fluencia del acero longitudinal. (kg/cm)
- b : Dimensión de la columna en la dirección contraria al análisis (espesor). (cm)
- D : Dimensión de la columna en la dirección que se analiza (ancho). (cm)
- N : Carga axial de la columna.
- f'_c : Resistencia a la compresión del concreto. (kg/m²)
- h_o : altura libre de la columna. (cm)
- α : Puede ser 2.0 aprox.

El momento último de flexión de columna con refuerzo

longitudinal adicional se muestra a continuación.

(Ec. 26)

$$M_u = a_t \cdot f_y \cdot g + a_{t2} \cdot f_{y2} \cdot g_2 + 0.5ND_2 \cdot \left[1 - \frac{N}{b_2 \cdot D_2 \cdot f'_c} \right]$$

donde:

- g : Distancia entre centroides de refuerzo en tracción y compresión de columnas existentes. (cm)
- g_2 : Distancia similar que la mencionada anteriormente para refuerzo adicional. (cm)
- a_{t2} : Area de acero adicional en tracción. (cm²)
- f_{y2} : Esfuerzo de fluencia del acero longitudinal adicional. (kg/cm²)
- b_2 : Dimensión de la columna después de reforzada en la dirección contraria al análisis. (espesor) (cm).
- D_2 : Dimensión de la columna después de reforzada en la dirección que se analiza. (ancho) (cm).

3.- Limitación Estructural por Ductilidad Deseada:

La columna que requiere un valor alto del índice F deberá satisfacer la siguiente limitación.

$$70\rho_t + \sigma_o \leq 37.5 \cdot \frac{h_o}{D}$$

donde:

$$\rho_t = \frac{a_t}{b \cdot D} \cdot 100\%$$

- σ : Esfuerzo axial de la columna. (kg/cm²)
- h_o : Altura libre de la columna. (cm)

D : Dimensión de la columna en la dirección de análisis. (cm)

3.4.2 Encamisado de Vigas .-

El objetivo de rehabilitar las vigas, es el de proveerlas de adecuada resistencia y rigidez que pudieran ser deficientes para resistir cargas sísmicas y de gravedad. Es importante que este procedimiento de rehabilitación provea propiedades de resistencia y rigidez a las vigas que en relación a las columnas adyacentes eviten crear edificaciones cuyo mecanismo de formación de articulaciones plásticas se formen primero en las columnas.

3.4.2.1 Técnicas de reparación.-

Inyecciones epóxicas o lechadas de cemento son aplicadas para reparación de vigas dañadas con grietas ligeras.

La remoción o reposición deberán ser aplicadas cuando ocurren daños fuertes. Este proceso de remoción es similar al de las columnas, debiéndose prestar más atención al proceso de compactación del concreto nuevo, lo cual es sumamente difícil cuando el concreto es proveído por la parte superior de la viga.

La envoltura de Concreto Armado puede ser ejecutada añadiendo concreto sobre uno, tres o cuatro lados de una viga. Una cara rugosa del concreto combinado con anclajes de estribos soldados provee buena conexión de corte y flexión de la envoltura a la viga existente.

De acuerdo al tipo de reforzamiento (flexión o corte) predomina el refuerzo longitudinal o transversal. El anclaje en regiones de junta con suficiente longitud de desarrollo o

refuerzo soldado a placas o perfiles de acero es de gran importancia. Los extremos de los estribos deberán penetrar a través de perforaciones en la losa.

3.4.2.2 Envolturas de Concreto Armado.-

1.- Envoltura en un lado.-

Este tipo de envoltura de la cara inferior de la viga, es usado solamente cuando es necesaria la resistencia de flexión en el medio de la viga. La conexión entre el refuerzo longitudinal existente y el nuevo se realiza por medio de barras de conexión soldadas. La cobertura de concreto deberá ser picada hasta el refuerzo longitudinal y estribos existentes. Estribos adicionales soldados a los existentes proveen la conexión entre la viga existente y el concreto de envoltura. Las barras de refuerzo longitudinal deberán ser ancladas en la región de apoyo, soldando el refuerzo a un collar de acero (perfil de ángulo) unido a la parte superior de la columna.

2.- Envoltura en tres lados.-

Puede ser ejecutado debajo de la cara inferior de la losa. El método mas factible de instalar este tipo de envoltura es mediante el shotcrete. El refuerzo longitudinal adicional es conectado al refuerzo existente por barras de conexión soldadas diagonalmente. Los estribos pasan a través de perforaciones espaciadas en la losa y son soldadas.

3.- Envoltura en cuatro lados.-

El encajado de una viga aumenta considerablemente su resistencia de flexión y corte debido al aumento del área de refuerzo y a las dimensiones de sección. El refuerzo longitudinal adicional deberá ser conectado a el refuerzo

existente por barras de conexión soldadas diagonalmente. Los estribos pasan a través de perforaciones en la losa y alrededor de toda la viga. Además, estas perforaciones pueden usarse para colocar el concreto en la parte de la envoltura debajo de la losa. El refuerzo adicional negativo deberá añadirse sobre la superficie de la losa en la región de la viga y fuera de la columna existente.

3.4.2.3 Detalles Estructurales.-

La resistencia de los nuevos materiales no deberá ser menor que los de la viga existente.

- El espesor de la envoltura no deberá ser menor que 4 cm para aplicaciones de shotcrete ó 8 cm para concreto vaciado normalmente.
- El refuerzo longitudinal superior e inferior de la viga deberá ser continuo y no menor que 0.005 veces el área bruta en la región de la junta.
- El refuerzo superior e inferior deberá ser anclado en la región de junta de columnas con longitud de desarrollo suficiente, empezando en la cara de columna, o continuando a través de regiones de junta.

En regiones de apoyo, para una longitud equivalente de 4 veces el peralte de la viga, el espaciamiento de estribos no debe exceder a 1/4 del peralte de la viga.

Fuera de esta región puede ser el doble.

Importante:

El rango de variación de rigideces para la viga y columna será investigada considerando fuerzas sísmicas para asegurar que la articulación plástica ocurra más bien en la viga que en la columna.

3.4.4. Encamisado de Juntas VIGA-COLUMNA.-

Esta región es bastante crítica, pues en ella se crean concentraciones de esfuerzos provenientes de articulaciones plásticas en las secciones críticas de vigas. Es sin duda, la más difícil de reforzar debido al gran número de refuerzos que reúne.

3.4.4.1 Tipos de Reparaciones.-

Inyecciones epóxicas pueden ser aplicadas para reparar juntas dañadas con grietas ligeras en el concreto sin daños en el refuerzo.

Remoción o reposición deben aplicarse en caso de concreto triturado, deterioro de adherencia o refuerzo de fluencia. El proceso de reemplazo es similar al de las columnas.

1.- Envoltura de Concreto Armado.-

Es apropiado solamente cuando las vigas y columnas de la junta son también envueltas. Para una adecuada adherencia entre el concreto original y el añadido y posiblemente para soldar el nuevo refuerzo al existente, la cobertura de concreto debe ser picada.

En caso de juntas dañadas o pobremente diseñadas, la envoltura de concreto armado puede colocarse solamente en el área de la junta. La envoltura encierra la columna, vigas y junta en todas las caras.

Para estructuras fuertemente dañadas, es aconsejable conectar la envoltura de las vigas, columna y junta.

El refuerzo adicional de la columna y vigas pasa a través del área de la junta. Estribos adicionales horizontales y verticales en el área de la junta deben

colocarse para proveer una adecuada resistencia al corte de la junta.

Dependiendo de las juntas de esquina bajo cargas que cierran o que abren, deben colocarse refuerzo en la envoltura de la junta.

3.4.4.2 Consideraciones de Diseño.-

Se puede resumir los requerimientos esenciales para el funcionamiento satisfactorio de una junta en una estructura de concreto armado como sigue:

- (1) Debe exhibir un comportamiento bajo carga de servicio igual en calidad al de los miembros que une.
- (2) Debe poseer una resistencia que corresponda al menos a combinaciones adversas de carga.
- (3) La resistencia de la junta no debe gobernar la de la estructura, y su comportamiento no debe impedir el desarrollo de toda la resistencia del miembro adjunto.
- (4) Facilidad de construcción y el acceso para depositar y compactar el concreto.

3.4.3 Encamisado de MUROS DE CORTE.-

Debido a su gran rigidez y resistencia lateral, los muros de corte proveen la parte más significativa de la resistencia sísmica de la estructura a un edificio.

Por consiguiente, un muro de corte severamente dañado o pobremente diseñado debe ser reparado o reforzado en orden de mejorar su resistencia.

3.4.3.1 Tipos de Reparaciones.-

Si no hay deterioro de adherencia ni concreto triturado, la aplicación de inyecciones epóxicas es capaz de restablecer

aproximadamente la resistencia original. Sin embargo, el muro reparado no tendrá la rigidez del muro original debido a que no todas las grietas pequeñas pueden ser inyectadas de epóxico.

La remoción y reemplazo debe aplicarse en el caso de grietas grandes, concreto triturado o refuerzo pandeado. Después de remover el concreto suelto, picar y limpiar la superficie, debe colocarse refuerzo adicional o mallas de alambre soldado. Es deseable usar mortero o concreto sin contracción o expansivo.

3.4.3.2 Detalles Estructurales.-

A continuación se enuncian los tipos de construcción más usados para ser aplicados cuando la resistencia original de un muro dañado o no es insuficiente. El concreto proyectado es la técnica más usada para reforzar muros de corte de concreto armado.

- (1) El aumento del alma de concreto armado es necesario cuando la resistencia al corte debe ser mejorada. La aplicación de barras epóxicas con ganchos de 90° es una solución apropiada que contribuye a tener un sistema monolítico.
- (2) Son necesarios rebordes de concreto armado añadidos en ambos del muro, si se requiere un aumento en la resistencia a la flexión. El anclaje de los rebordes puede ser ejecutado soldando barras conectoras inclinadas entre el nuevo refuerzo y el existente.
- (3) El aumento del alma por un lado o dos y rebordes añadidos en ambos extremos, es necesario cuando la resistencia al corte y flexión deben ser mejorados. Son

sin embargo, soluciones caras que puedan requerir acceso de ambos lados del muro.

La transmisión de la fuerza cortante entre el muro y la losa existente. Barras de refuerzo diagonal pasan a través de la losa como una conexión adicional para transferir el corte.

(4) Detalles Estructurales:

- La resistencia de compresión especificada del concreto adicional no debe ser menor que la del muro existente.
- El espesor del alma adicional debe ser de al menos 5 cm.
- La cuantía de refuerzo horizontal y vertical del muro debe ser mayor que 0.0025
- La cuantía del refuerzo vertical concentrado en los extremos del muro (rebordes) debe ser mayor que 0.0025
- El diámetro de los estribos en los extremos del muro debe ser mayor que 8 mm ó $1/3$ del diámetro del refuerzo vertical en los rebordes. El espaciamiento de los estribos debe ser mayor que el espesor del muro reforzado o máximo 15 cm.
- El concreto adicional debe ser adherido al muro existente por doweles pegados con epóxico espaciados en un máximo de 60 cm en cada dirección.

3.4.3.3 Consideraciones de diseño.-

Dependiendo de la efectividad de la adherencia entre el muro existente y el espesamiento, el muro de corte reforzado debe resistir acciones combinadas de momentos flectores, fuerza axial y de corte. La transmisión de fuerzas a la

cimentación debe ser estudiada adecuadamente y puede requerir de un trabajo extensivo.

El aumento de rigidez del elemento reforzado debe considerarse como una causa de redistribución de fuerzas laterales en los otros elementos resistentes de la edificación.

3.4.4 Encamisado de Losas.-

Las losas aumenta primeramente las cargas verticales de gravedad, sin embargo, también deben proveer acciones de diafragma y ser compatibles a todos los elementos resistentes de la edificación. Por consiguiente, las losas deben poseer resistencia y rigidez necesaria. Los daños generalmente ocurren en zonas con irregularidades, tales como:

- Cerca de grandes aberturas con concentración de fuerzas sísmicas.
- Losas cerradas con espacios anchos de muros de corte.
- En descansos de escaleras.

La reparación es necesaria cuando ocurren daños. El reforzamiento es aplicable cuando hay insuficiente resistencia o para mejorar su resistencia en zonas de introducción de nuevos muros de corte.

3.4.4.1 Tipos de Reparaciones .-

Inyecciones epóxicas o lechada de cemento pueden usarse para reparar grietas. En caso de concreto descascarado y refuerzo pandeado o roto debe removerse y reemplazarse. El refuerzo incorporado es soldado al existente. Debe usarse concreto con las mismas propiedades del existente.

3.4.4.2 Conexión de losa a muro.-

Una conexión entre la losa y el muro de corte puede mejorarse con la inclusión de doweles de concreto armado. Se realiza mediante la incorporación de refuerzo (longitudinal, estribos y, si es necesario, barras diagonales para transferir corte adicional) en aberturas alargadas en la losa a través del muro. Debe usarse concreto expansivo de alta resistencia con especial cuidado en la compactación para asegurar una buena adherencia.

3.5 Ejemplos de Rehabilitación sísmica de Edificios.-

3.5.1 Rehabilitación Sísmica de edificios en el Japón.-

El instituto de concreto en Japón ha efectuado estudios estadísticos sobre las diferentes técnicas de rehabilitación sísmica empleadas en una muestra de 157 edificios de concreto armado, construidos en el Japón en los años 1933-1975 (Endo y colaboradores, 1984). Estas estadísticas muestran que la mayor parte de las edificaciones rehabilitadas fueron de tres a cuatro niveles. La fig 3.21 muestra estadísticas de las diferentes técnicas empleadas. Estas muestran que la más empleada fue la de añadir muros estructurales.

Otra técnica empleada ha sido la de reforzamiento de columnas, para lo cual se utilizaron diversas variantes, como encamisado de columnas con placas o soleras de acero, así como encamisados de malla de alambre. La fig 3.22 muestra detalles del empleo de esta última técnica en especímenes de ensayo ante cargas laterales por Hayashi y colaboradores (1980). Los resultados de éstos ensayos, en forma de carga lateral se

muestran en la fig 3.23 Los resultados muestran que con esta técnica no se logra incrementos importantes en la resistencia a flexión; sin embargo, es posible obtener un moderado incremento en la ductilidad y resistencia a cortante en las columnas rehabilitadas

3.5.2 Rehabilitación Sísmica de edificios de Concreto Armado en la ciudad de México después del terremoto de 1985.-

El terremoto del 19 de setiembre de 1985 en la ciudad de México causó daños o colapsos en más de 2000 edificaciones, las que fueron diseñadas de acuerdo a reglamentos de construcción para la ciudad de México (Noreña y colaboradores, 1989). Como consecuencia de este terremoto muchas edificaciones tuvieron que ser reparadas y reforzadas, otras que sufrieron poco o ningún daño a menudo no cumplían con los requisitos de diseño de reglamentos posteriores al terremoto.

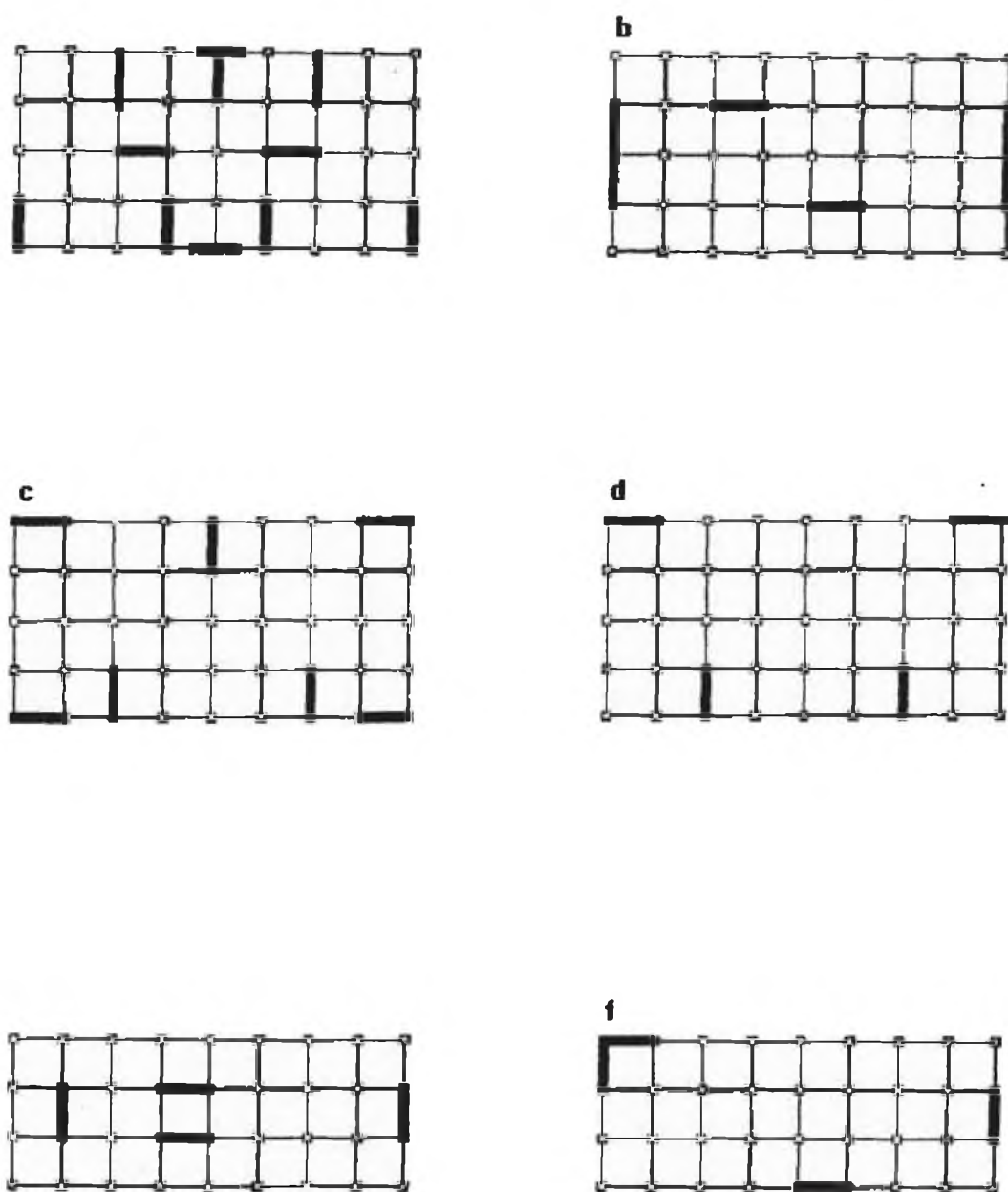
Aguilar y colaboradores (1989) han efectuado estadísticas de técnicas empleadas en la rehabilitación sísmica de edificios en la ciudad de México después del terremoto de 1985, para lo cual seleccionaron una muestra de 114 edificaciones de una población de 1200 edificaciones que tuvieron algún trabajo de rehabilitación sísmica. El análisis de daños de la población estudiada muestra niveles que la mayor parte de edificaciones rehabilitadas fueron de 6 a 12 niveles, del tipo de losa plana reticular sin muros estructurales o edificaciones a base de pórticos de concreto armado. La tabla 1 muestra un resumen de las mencionadas estadísticas, las que indican que el encamisado

de columnas fue una de las técnicas mas empleadas. Otras técnicas empleadas fueron las de construcción de muros estructurales de concreto armado o de elementos rigidizantes de acero. .

3.6.1 Otras Técnicas empleadas en la rehabilitación Sísmica de Edificaciones de Concreto Armado.-

Una técnica que no se menciona en las estadísticas de la tabla 1, pero que también ha sido empleada en México después del terremoto de 1985 ha sido la rehabilitación sísmica, empleando cables postensados, de más de 100 edificaciones para escuelas. Estos cables forman un sistema de diagonales rigidizantes en estructuras principalmente a base de pórticos. En esta técnica, un extremo de estos cables se ancla en el extremo superior de la columna del último nivel y el otro extremo se ancla a nivel de empotramiento de columna en planta baja. Con esta técnica se logran incrementos importantes en la resistencia y rigidez de la estructura. Sin embargo, estudios analíticos muestran que el nivel de presfuerzo en los cables influye de manera notable en la rigidez de la estructura rehabilitada con esta técnica (Miranda y Bertero, 1990). Esto significa que cambios en el presfuerzo de los cables no considerados en el diseño de la estructura rehabilitada pueden llevar a un comportamiento indeseable de ésta durante un terremoto. Esto sugiere la necesidad de un control periodico del nivel de presfuerzo en los cables, con el fin de reducir la vulnerabilidad sísmica de la estructura rehabilitada.

Otra técnica de rehabilitación sísmica se edificaciones



INTRODUCCION DE MUROS DE CORTE

fig 3.1

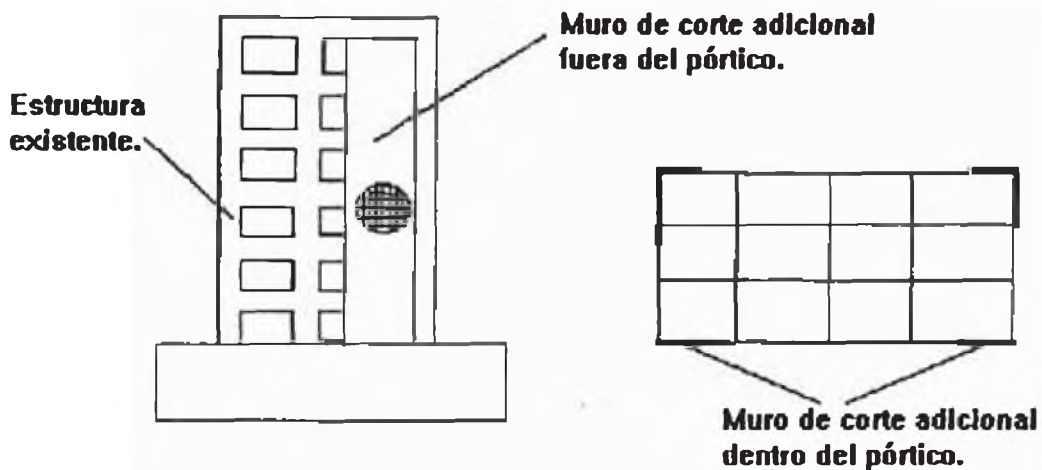


fig 3.2a Muros de corte situados a lo largo de la periferia.

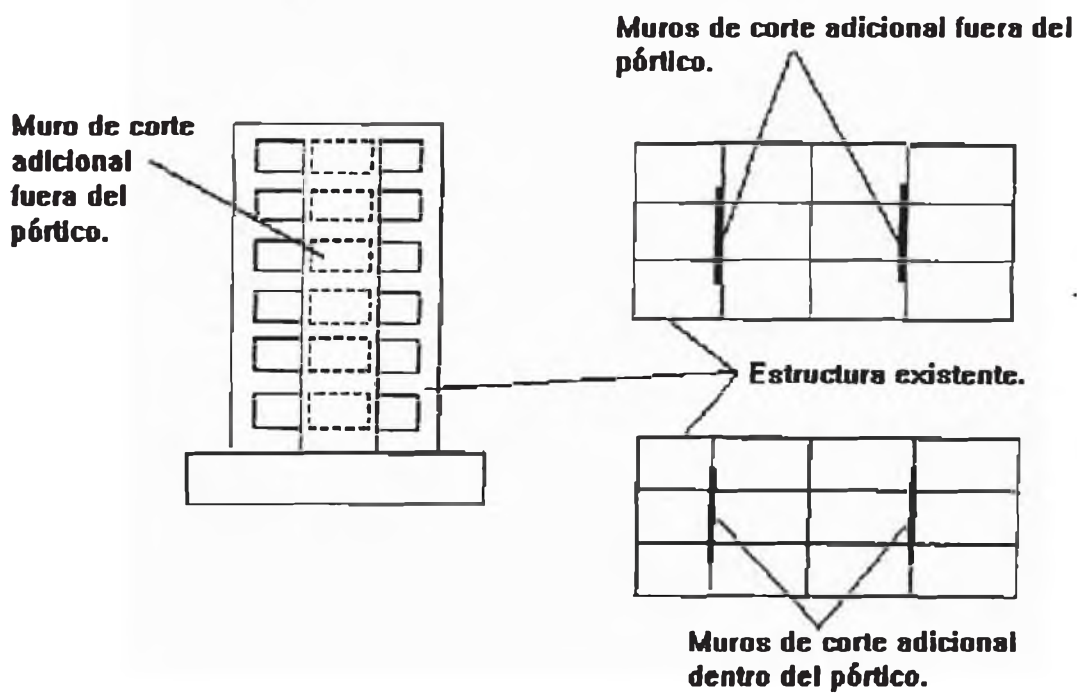
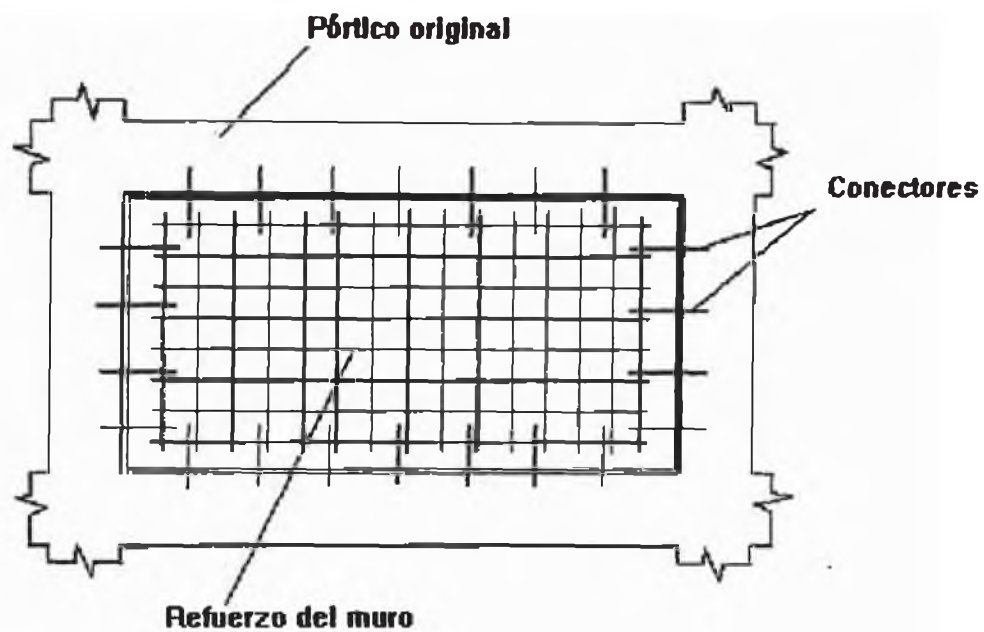
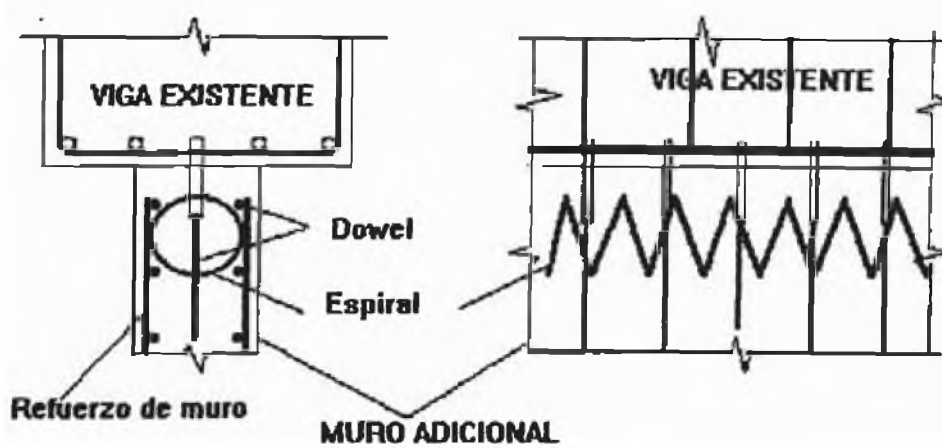


fig. 3.2b Muros situados dentro de la periferia.



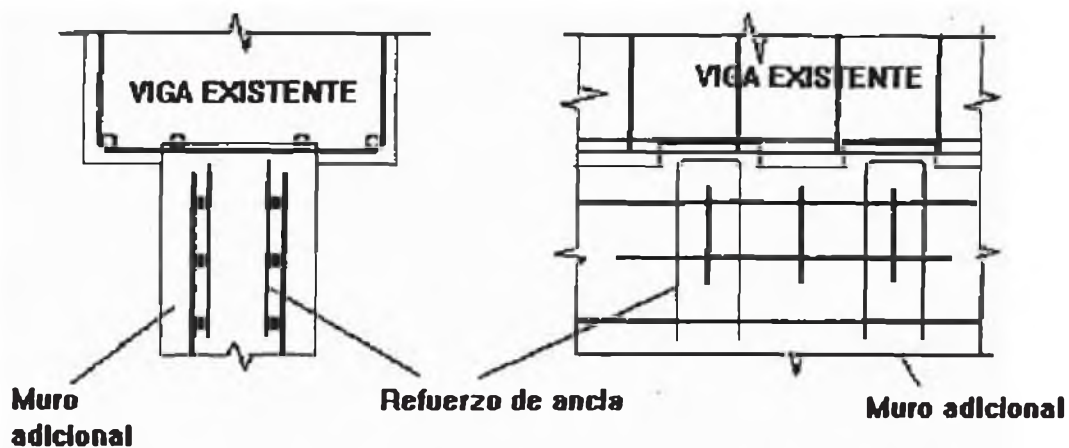
CONEXION DE UN MURO AL PORTICO ORIGINAL.

fig 3.13



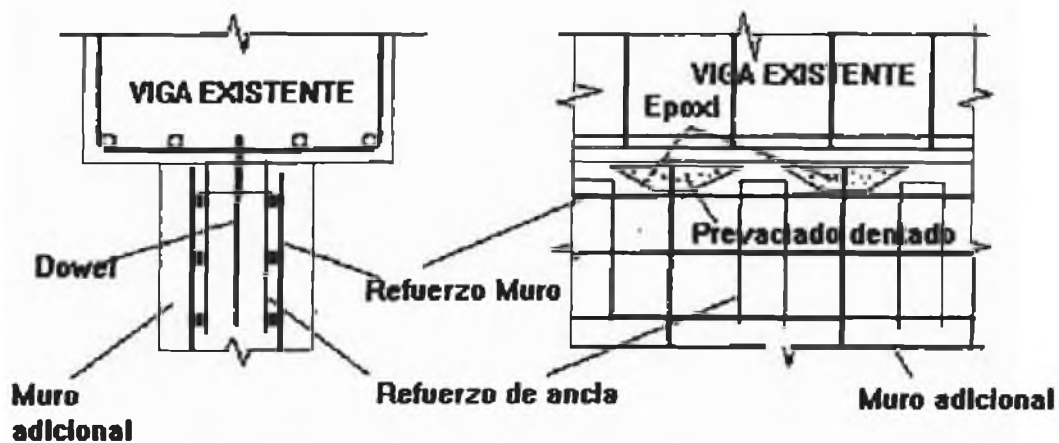
(a) CONEXION CON DOWELES

fig 3.3



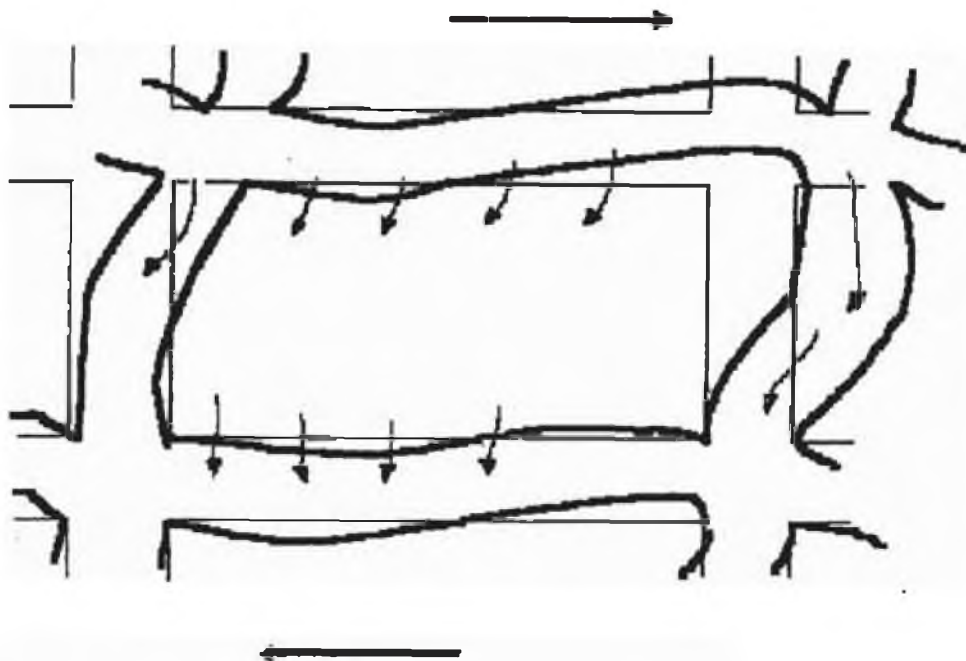
(b) CONEXION CON DENTADURAS

fig 3.3



(c) CONEXION DE DENTADURAS ADHESIVAS

fig 3.3

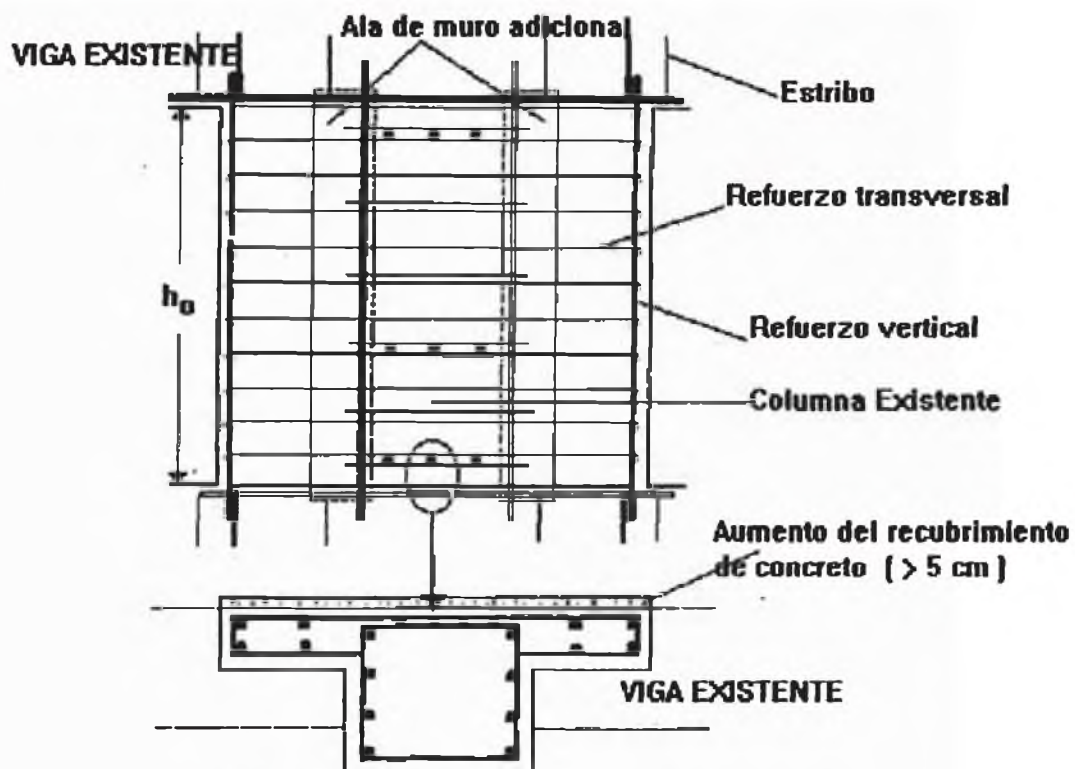


FLUJO IDEALIZADO DE FUERZAS LATERALES

fig 3.5

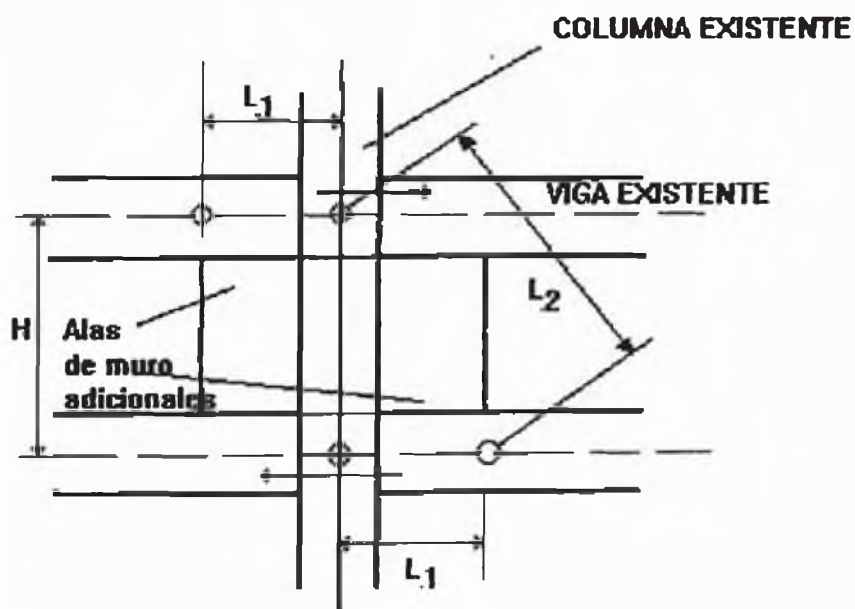


fig 3.6



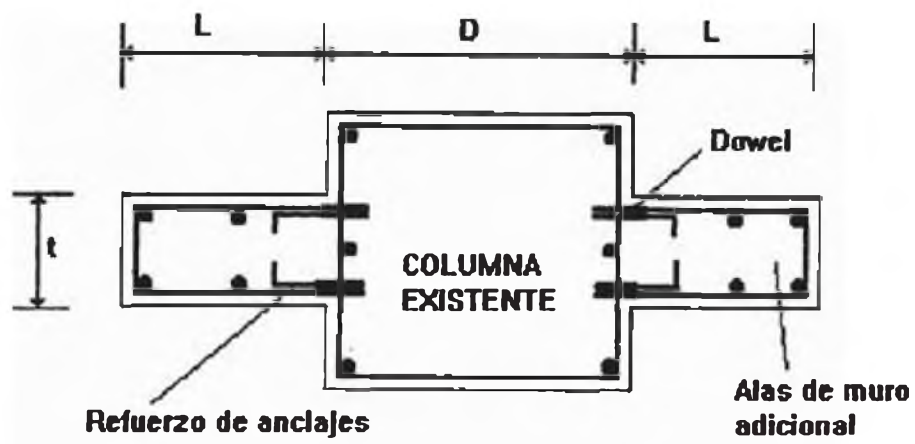
ALAS DE MURO MOLDEADAS MONOLITICAMENTE

fig 3.7



RESISTENCIA DE UNA COLUMNA CON ALAS DE MURO CONECTADAS POR DOWELES

fig 3.8



ALAS DE MURO CONECTADAS POR DOWELES

fig 3.9

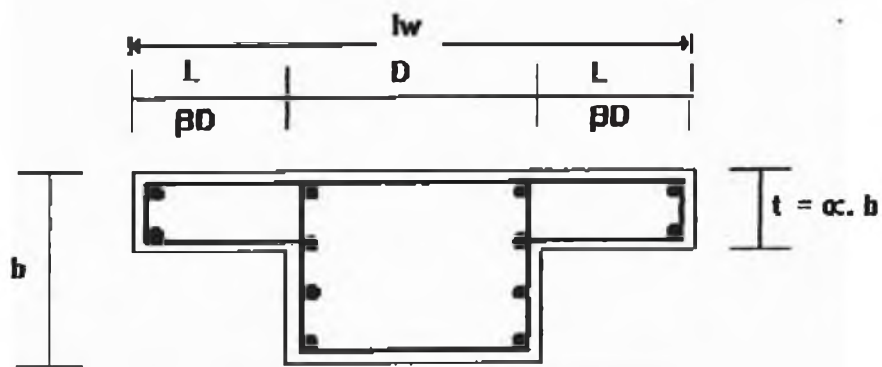


fig 3.10

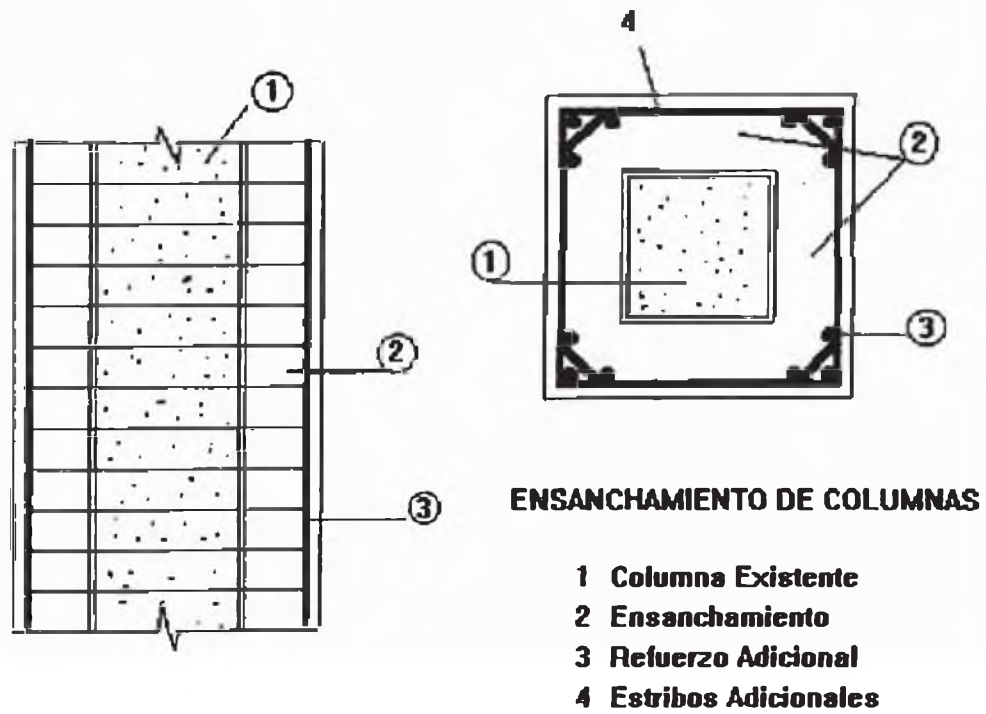
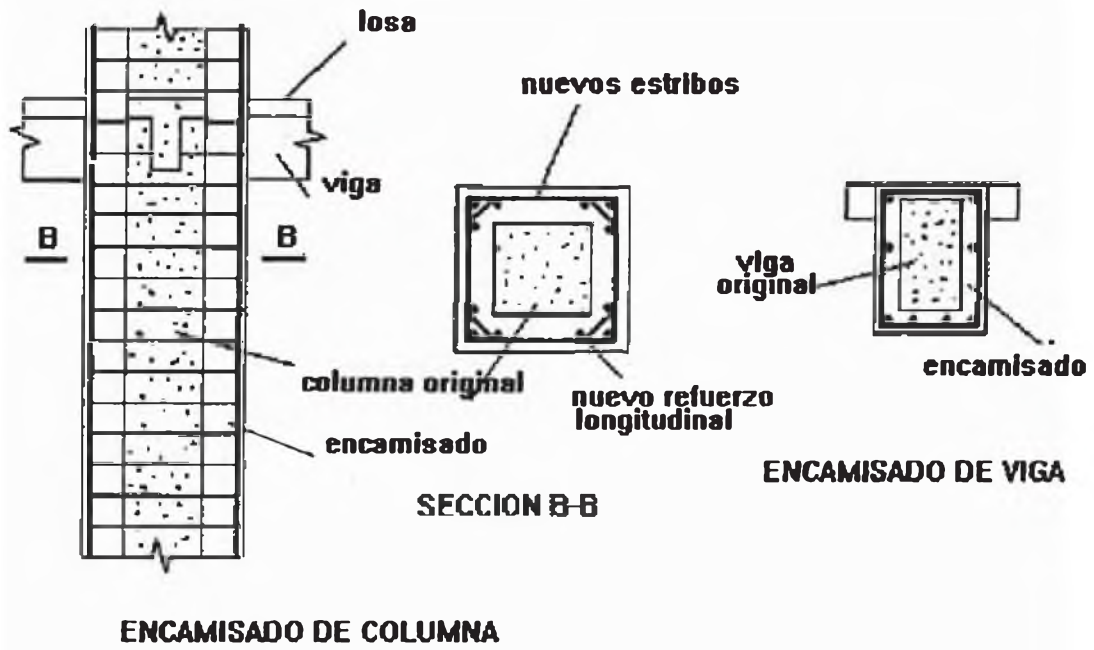


fig 3.11

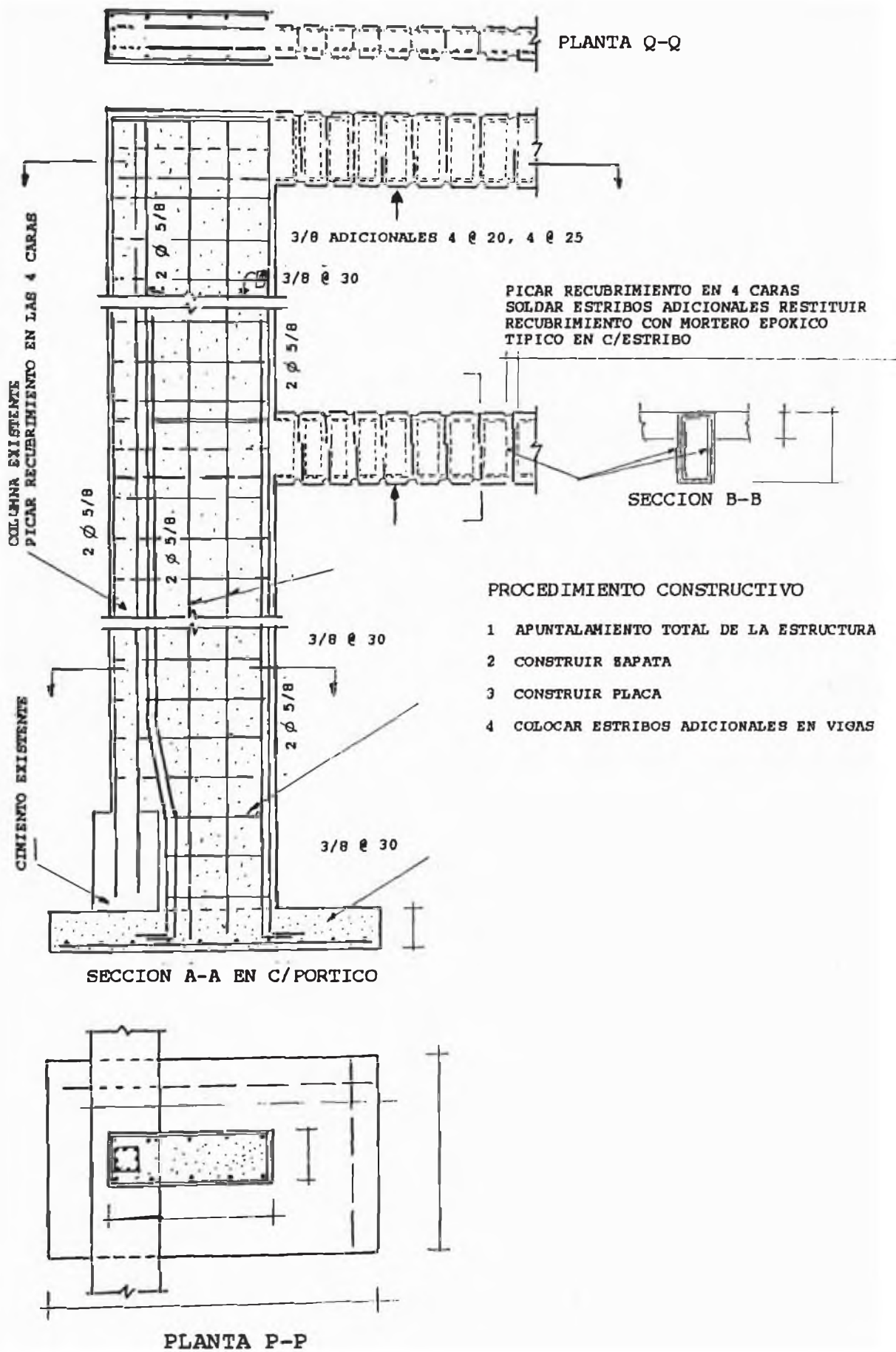
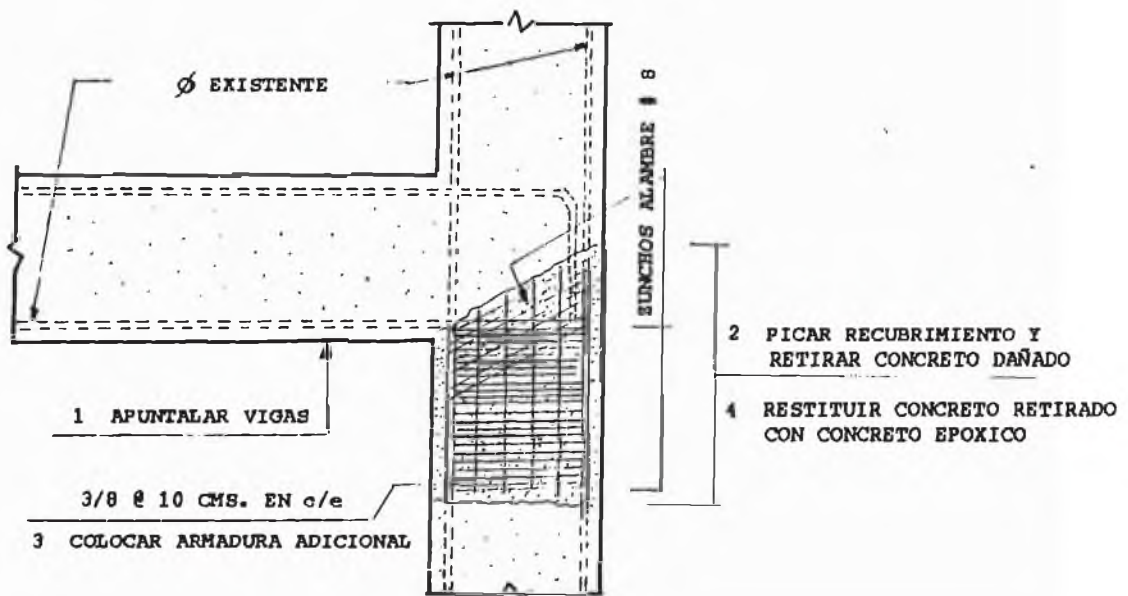
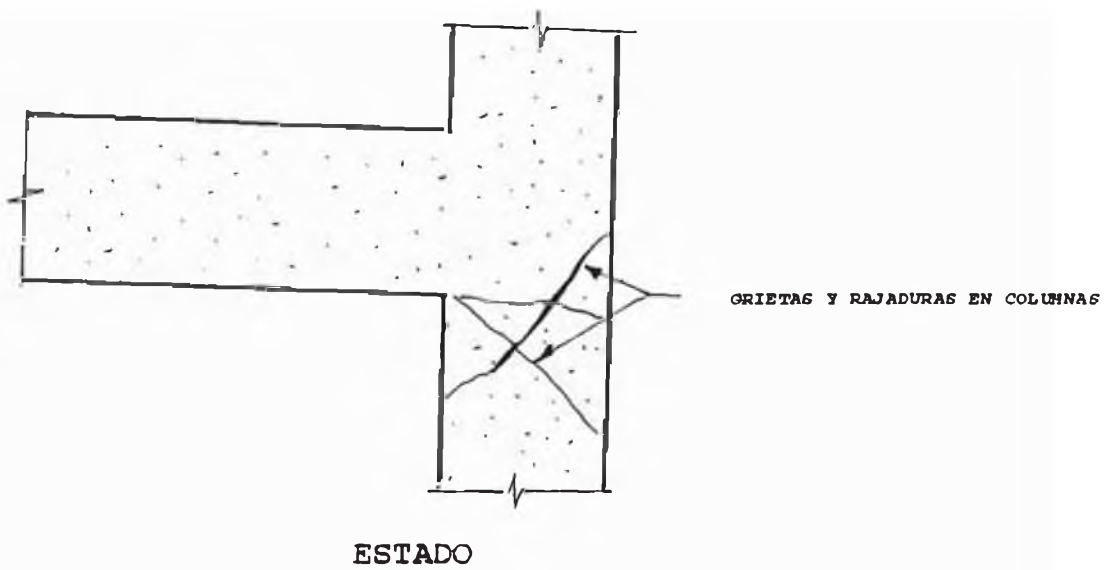
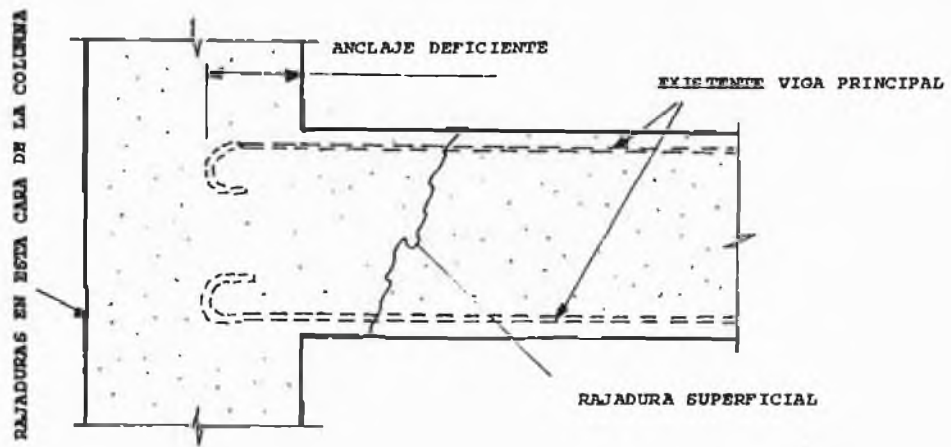


fig 3.12

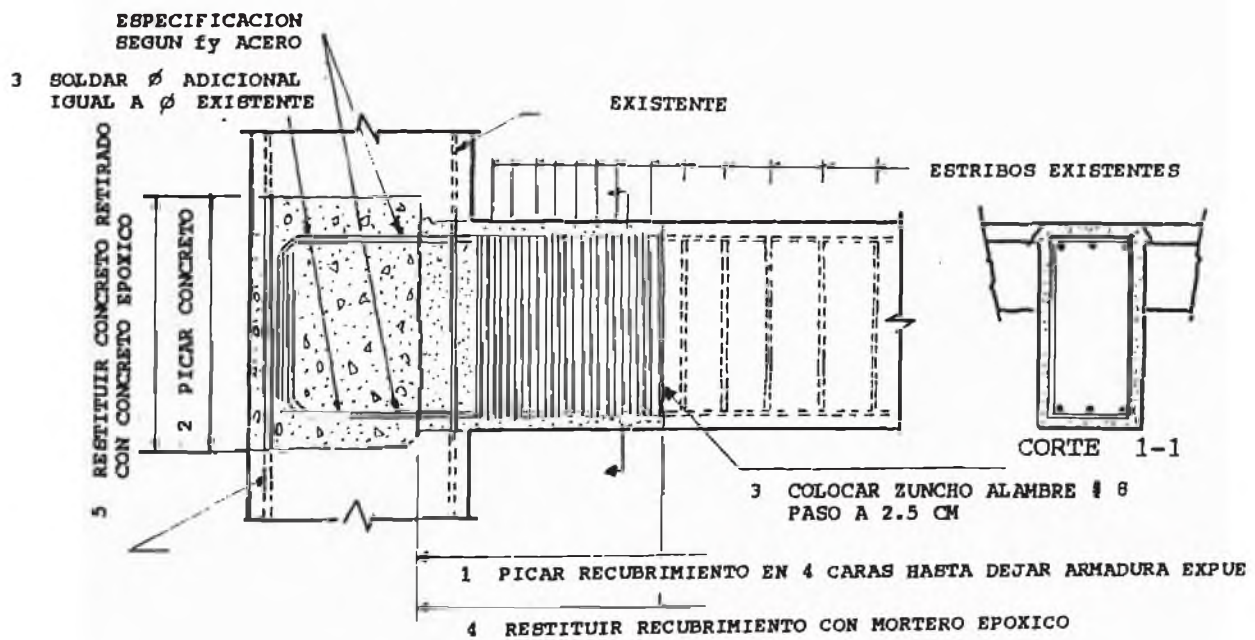


REPARACION RAJADURA EN COLUMNA

fig 3.13

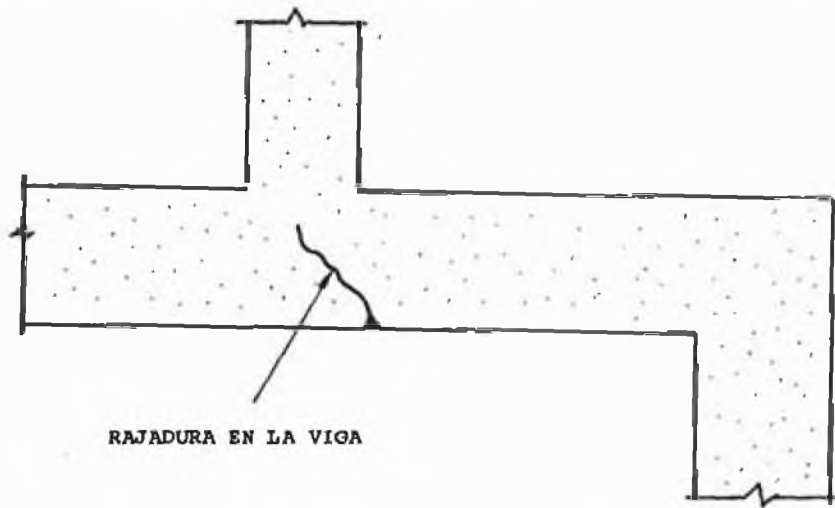


ESTADO



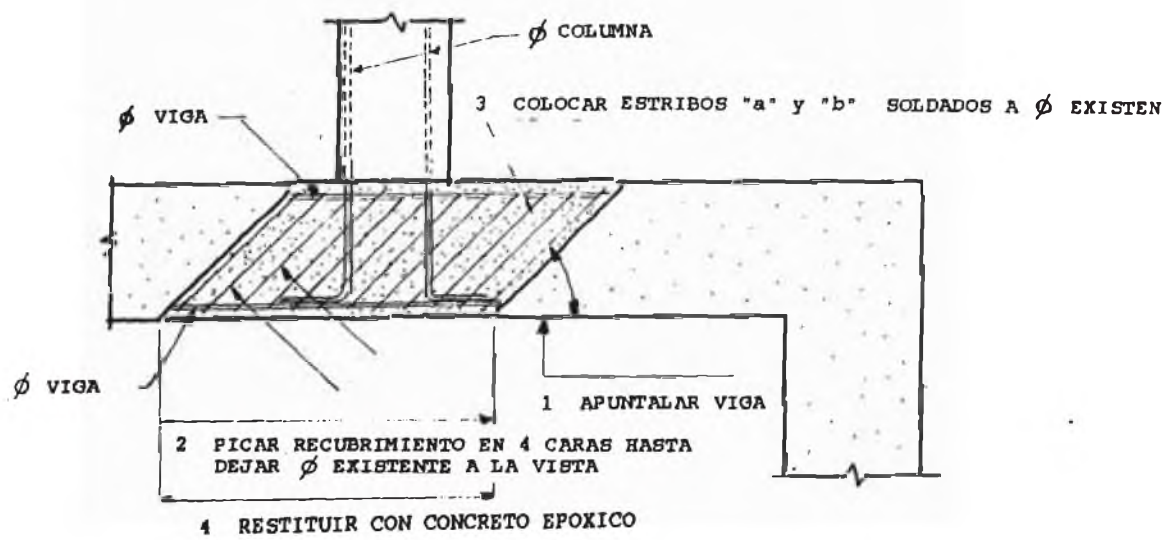
REPARACION RAJADURA EN VIGA

fig 3.14



RAJADURA EN LA VIGA

ESTADO



REPARACION

fig 3.15

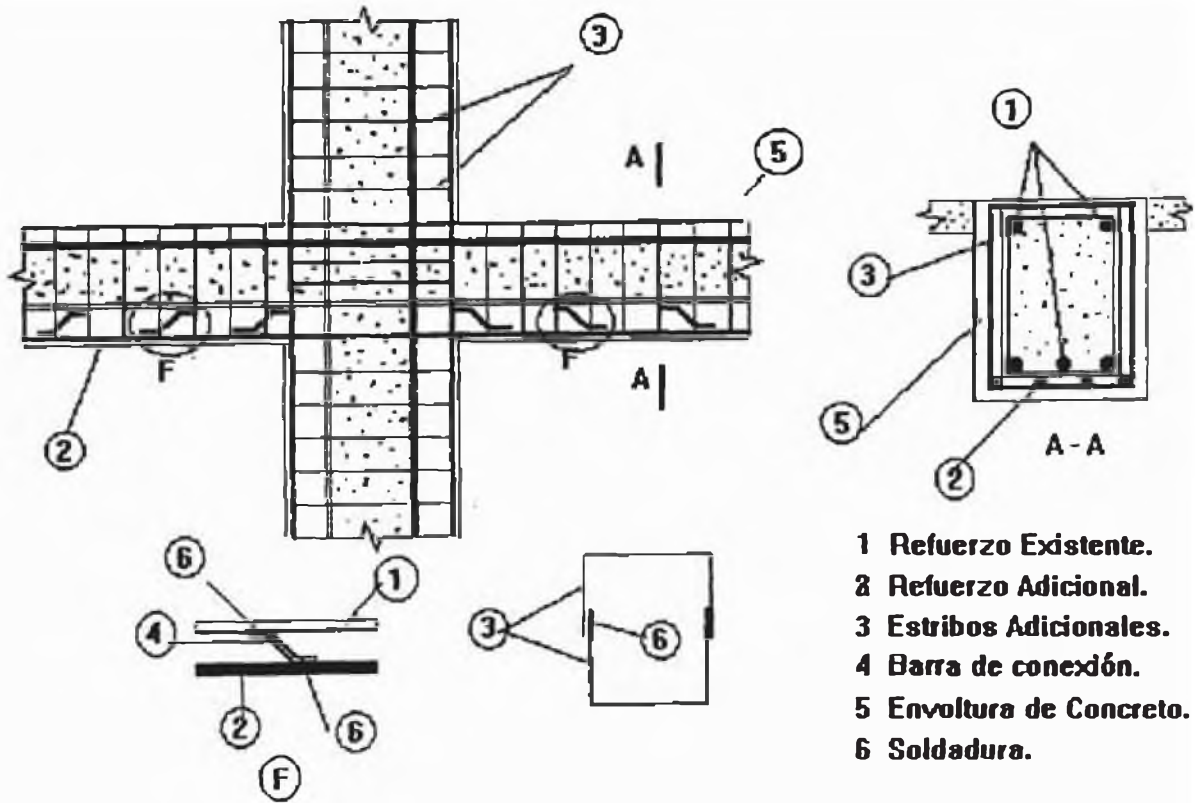


fig 3.16

REFORZAMIENTO POR ENVOLTURA EN CUATRO LADOS

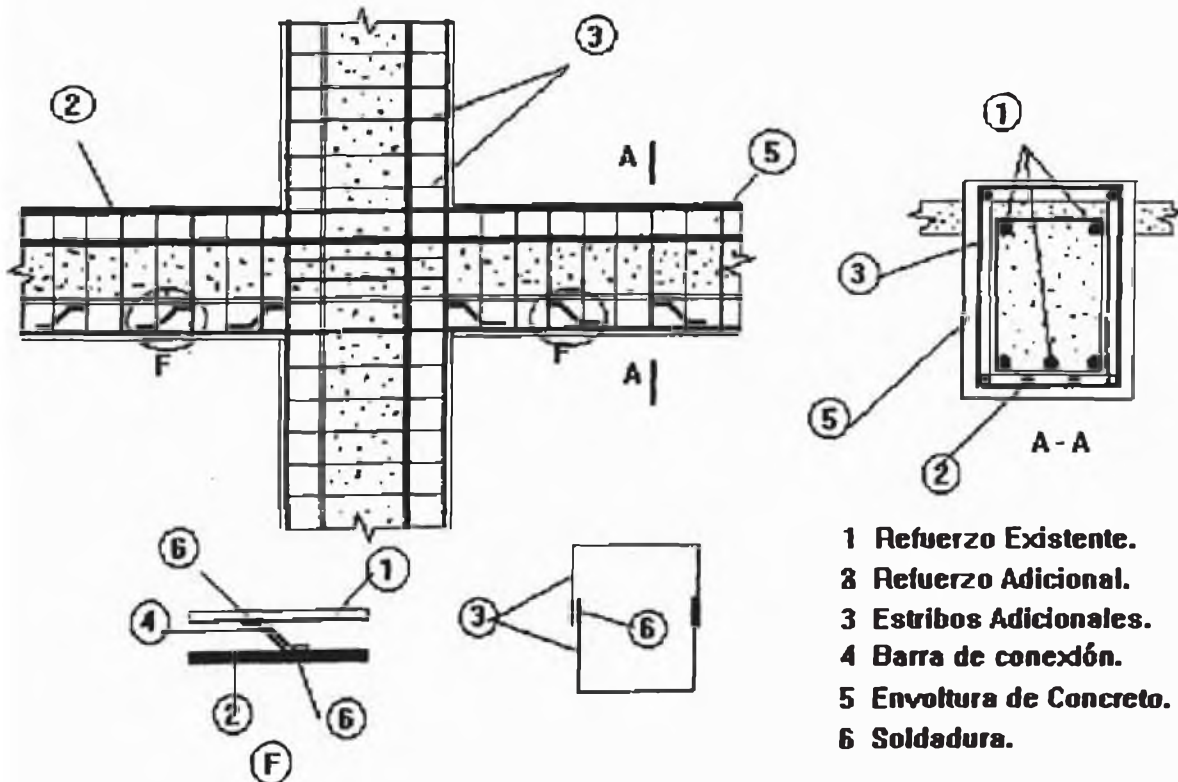


fig 3.17

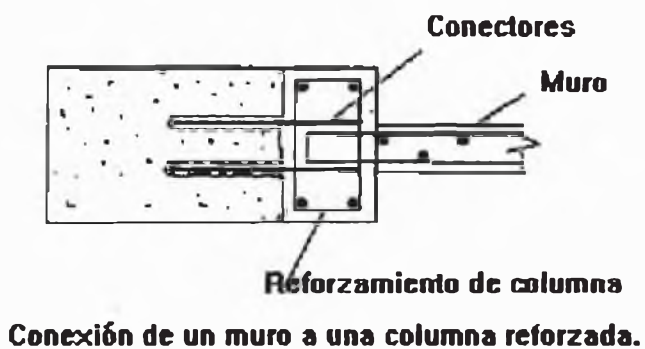
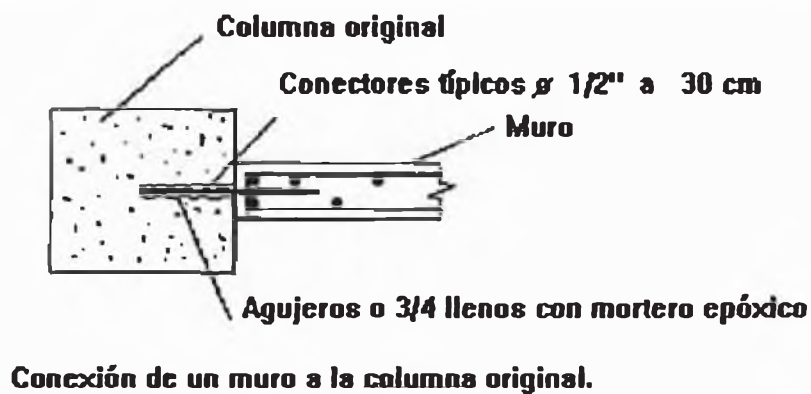
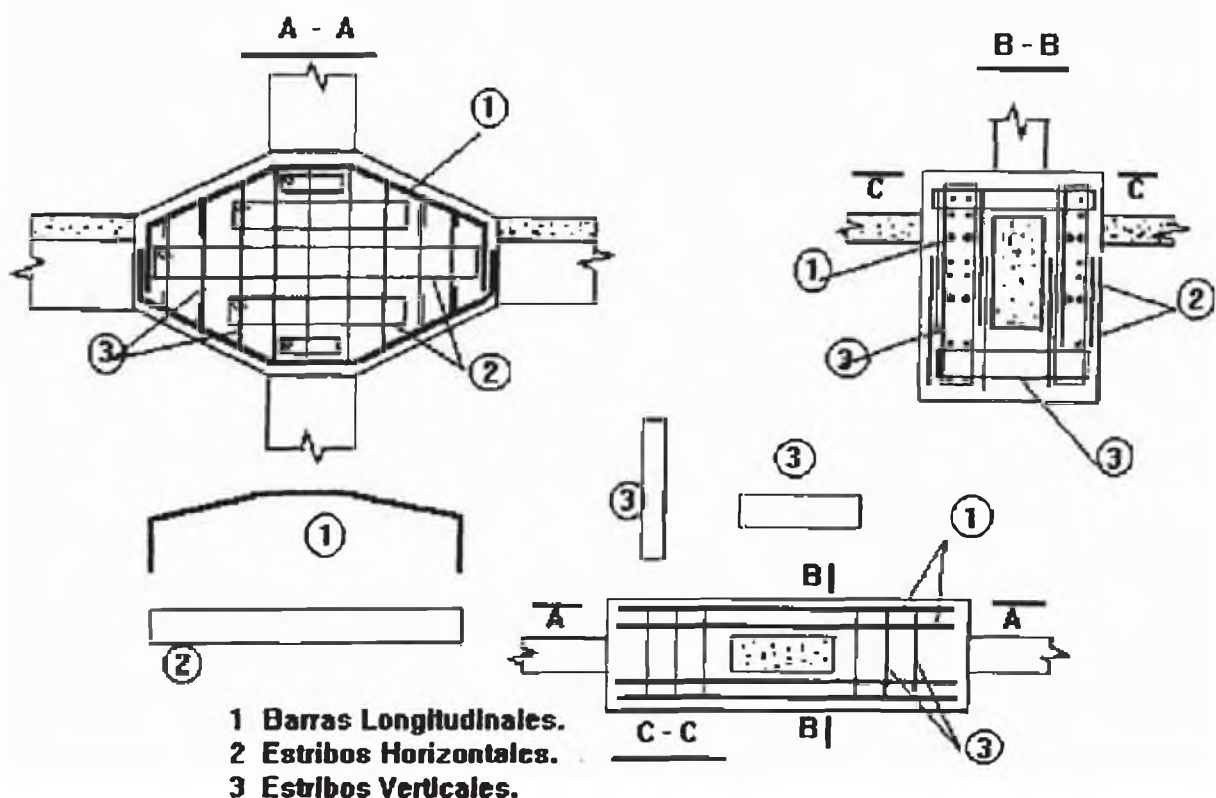
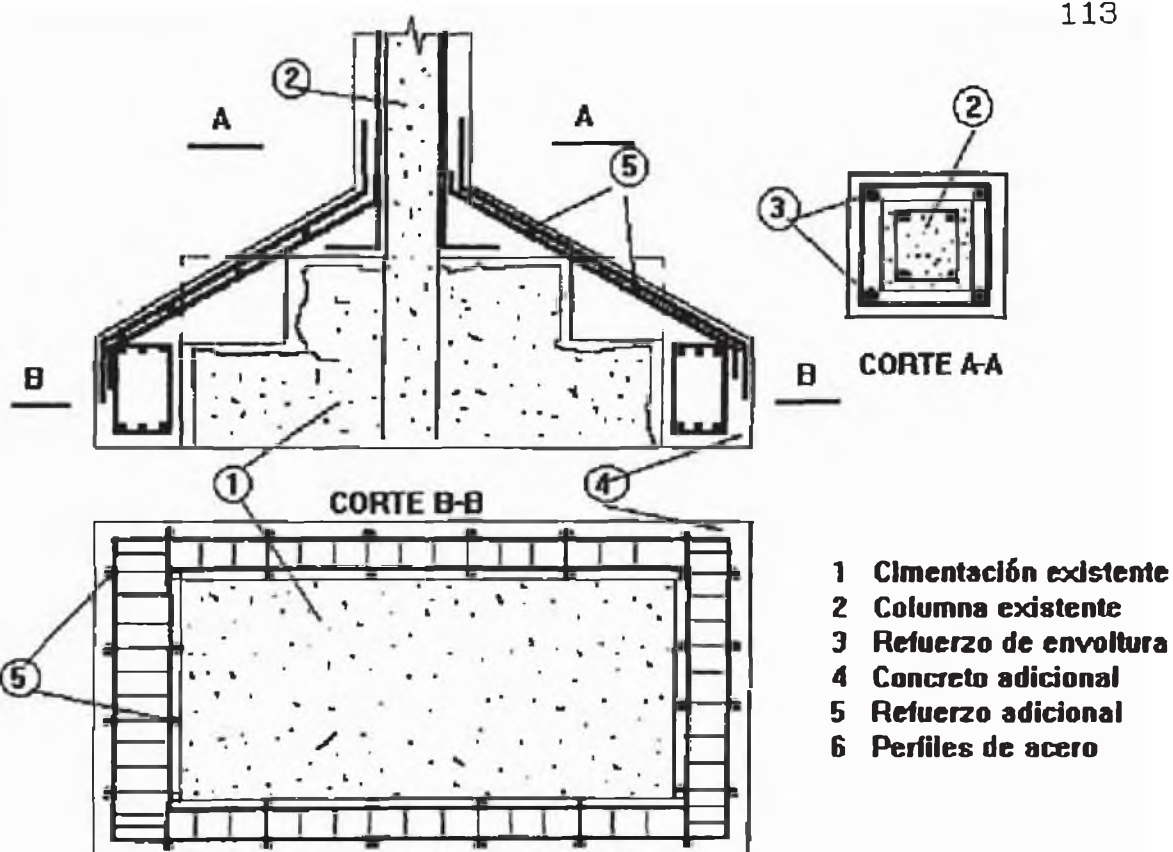


fig 3.18



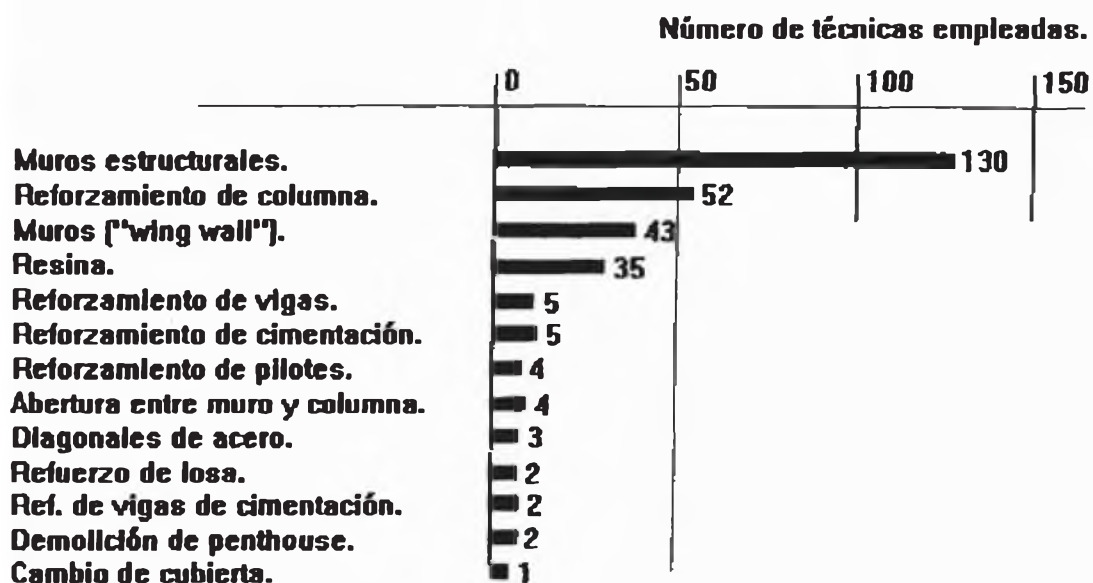
REFORZAMIENTO DE JUNTA VIGA-COLUMNA

fig 3.19



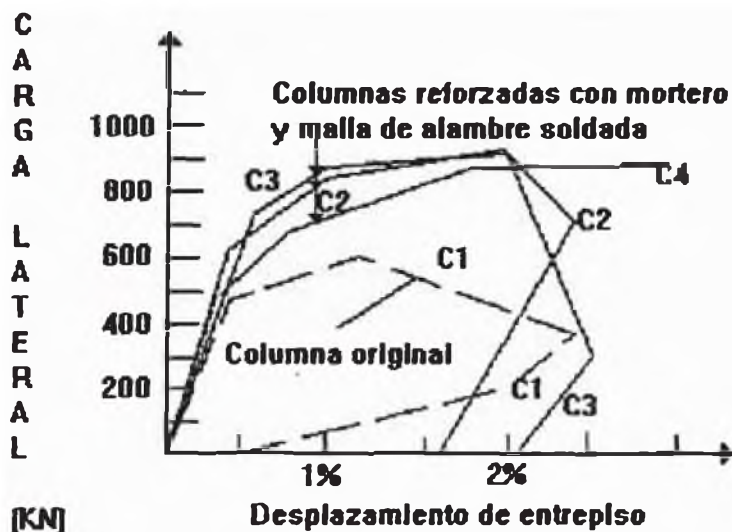
REFORZAMIENTO DE CIMENTACION EN CASO DE COLUMNA REFORZADA

fig 3.20



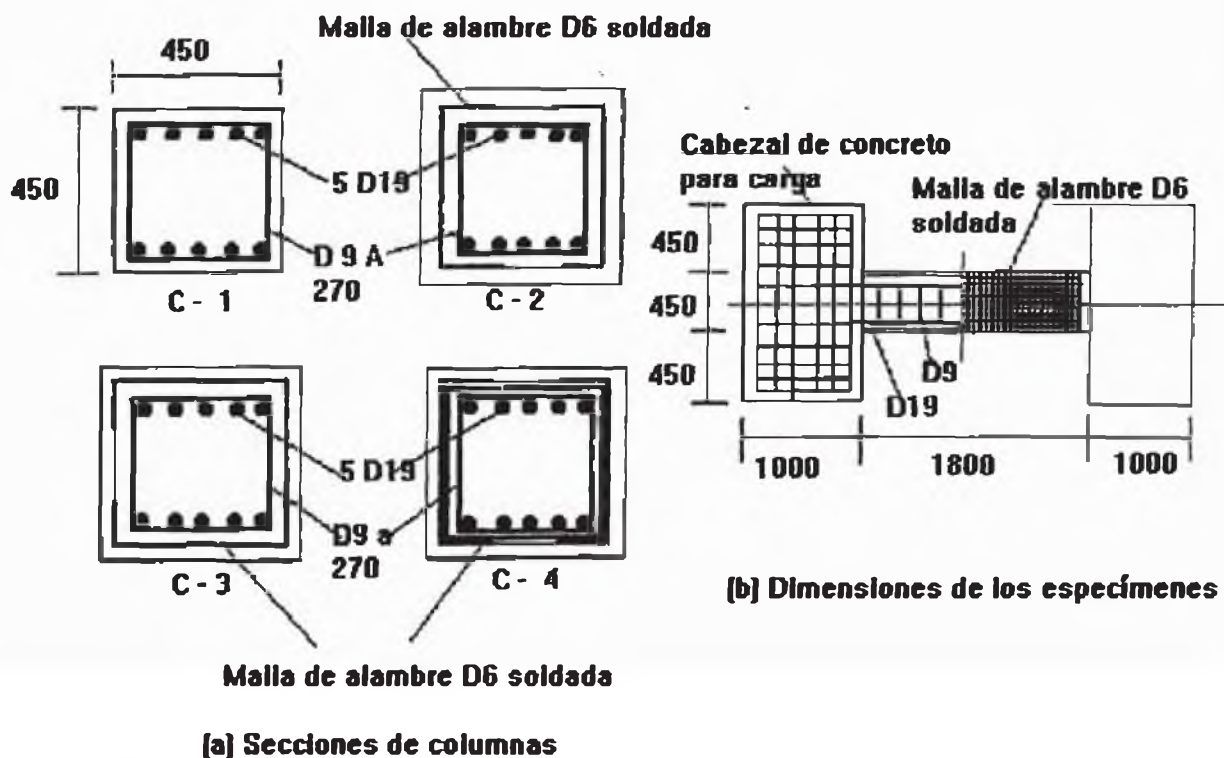
TECNICAS DE REHABILITACION SISMICA EMPLEADAS EN JAPON

fig 3.21



ENVOLVENTES CARGA LATERAL-DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO EN ESPECIMENES CON MALLA DE ALAMBRE SOLDADA.

fig 3.22



CARACTERÍSTICAS DE ESPECIMENES EMPLEANDO MALLA DE ALAMBRE SOLDADA

fig 3.23

CAPITULO IV

APLICACION A UNA EDIFICACION EXISTENTE

4.1 Objetivos.-

Se realizará una aplicación de los métodos estudiados para verificar la aplicabilidad de estos en edificaciones reales, que hayan tenido alguna experiencia de sismos pasados. Se ha escogido uno de los edificios ubicados en la Universidad Nacional Agraria afectado por el sismo de 1974.

4.2 Investigacion preliminar.-

El edificio de concreto armado consta de 4 pisos y tiene elementos estructurales verticales con algunos pocos muros de corte.

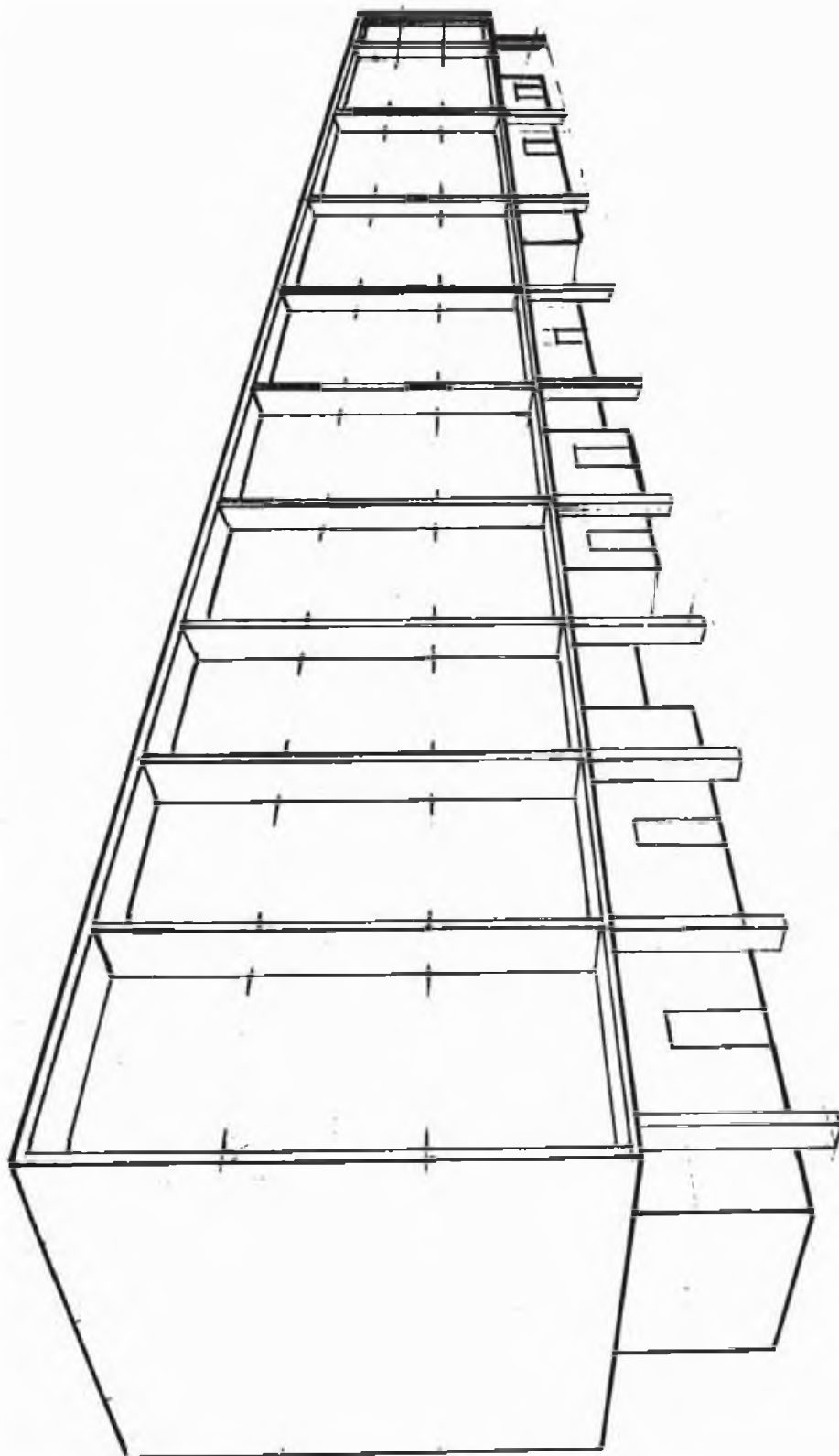
4.3 Características del edificio.-

Todas las características de la edificación se muestran en los planos siguientes.

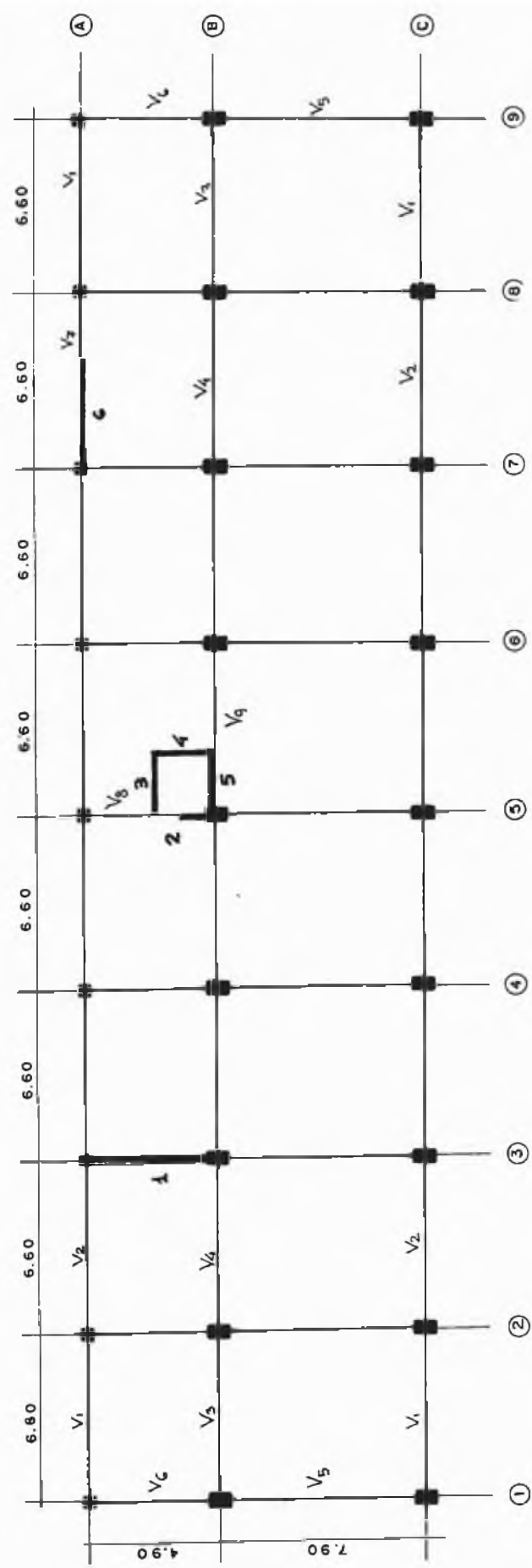
Materiales Usados:

Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

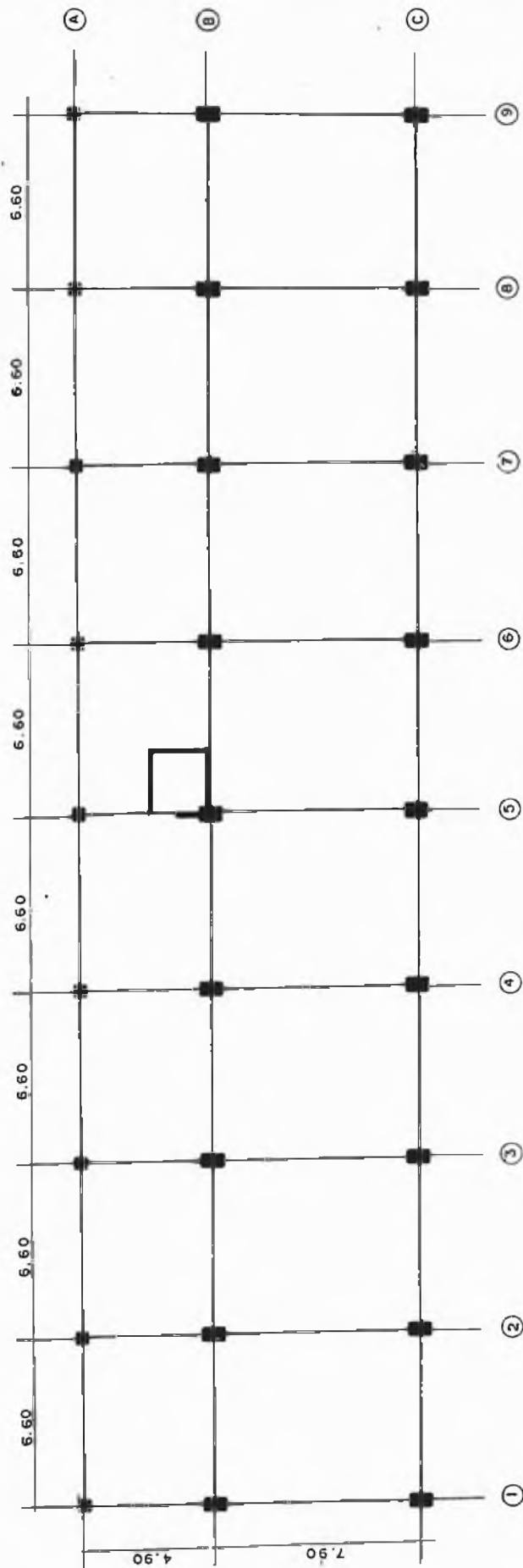
Refuerzo $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$



ISOMETRIA DE LA EDIFICACION A EVALUAR

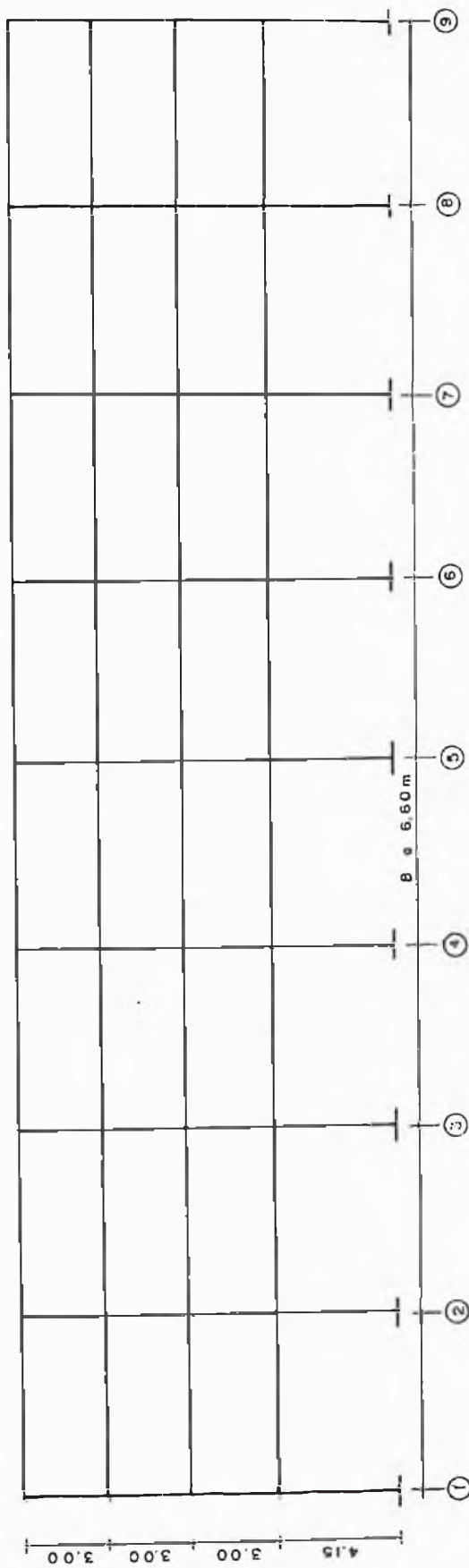


PLANTA 1ER, 2DO , 3ER NIVEL

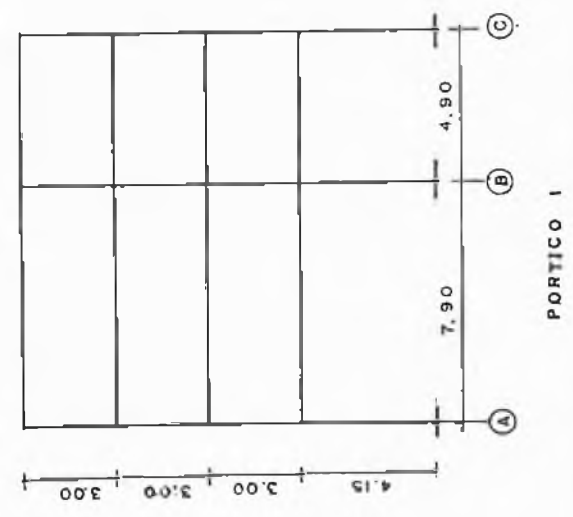


PLANTA 4TO NIVEL

ELEVACION

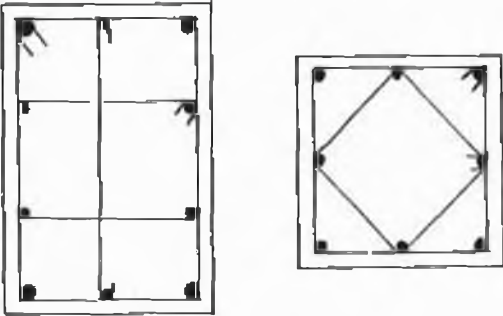


PORTICO A

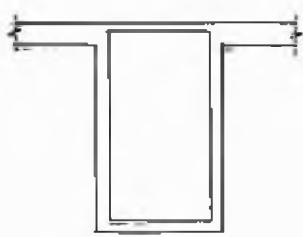



PORTICO I

COLUMNAS TÍPICAS C1 - C2

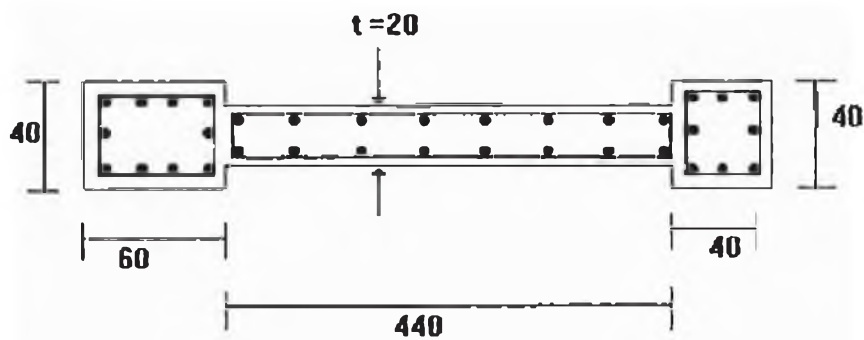
COLUMNA	C1	C2
NIVEL	1 a 4	1 a 4
SECCION		
b.D	40 * 60	40 * 40
REFUERZO	4 ϕ 1" + 6 ϕ 3/4"	4 ϕ 1" + 4 ϕ 3/4"
ESTRIBOS	3/8 @ .30	3/8 @ .30

VIGAS TÍPICAS

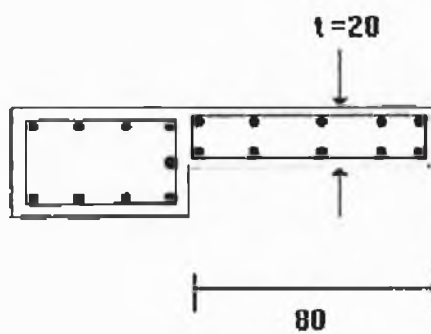
VIGA	V1, V2, V5, V6, V7, V8	V3, V4, V9			
h.B	65*40	25*45			
SECCION					
VIGA	REFUERZ	P I S O			
	(CM2)	1 y	2	3 y	4
V1	SUP	25.02	28.98	23.28	25.02
	INF	19.32	19.32	17.34	17.34
V2	SUP	28.98	28.98	25.02	25.02
	INF	19.32	19.32	17.34	17.34
V3	SUP	19.32	28.98	17.34	25.02
	INF	19.32	19.32	17.34	17.34
V4	SUP	28.98	28.98	25.02	25.02
	INF	19.32	19.32	17.34	17.34
V5	SUP	25.02	25.02	13.62	19.32
	INF	13.62	13.62	9.66	9.66
V6	SUP	25.02	19.32	19.32	13.62
	INF	13.62	13.62	7.68	7.68
V7	SUP	19.32	28.98	19.32	28.98
	INF	19.32	19.32	19.32	19.32
V8	SUP	19.32	19.32	17.34	17.34
	INF	13.62	13.62	9.66	9.66
V9	SUP	19.32	28.98	17.34	25.02
	INF	19.32	19.32	17.34	17.34

CARACTERISTICAS DE LOS MUROS DE CONCRETO

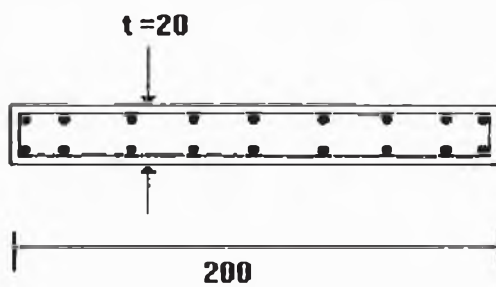
MURO 1



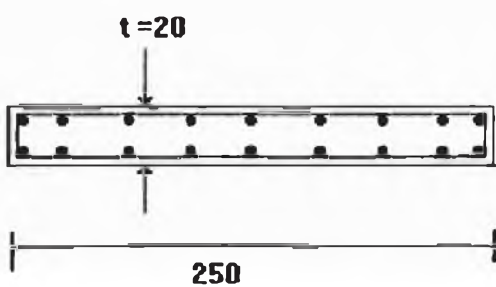
MURO 2



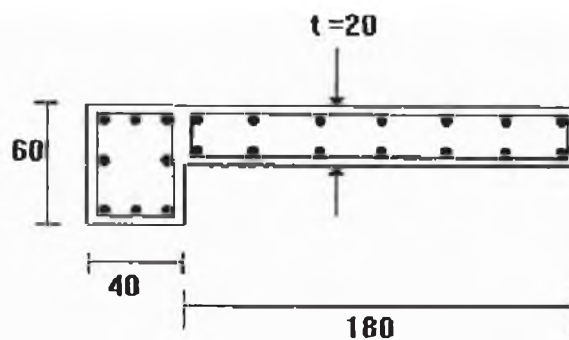
MURO 3



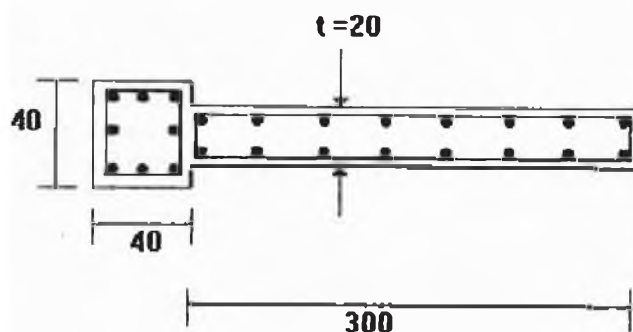
MURO 4



MURO 5



MURO 6

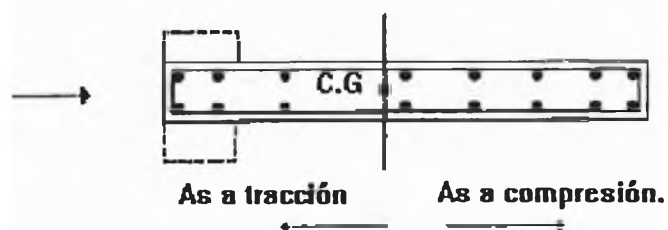


Las características de acero de refuerzo longitudinal transversal de los muros de concreto se describen en la parte de la creación del archivo del 2do método de evaluación.

Para determinar el área de acero a tracción del muro se ha determinado el C.G. de la sección.

Ej:

MURO



Cargas Axiales de Muros :

Piso	Carga Axial (tn)					
	m1	m2	m3	m4	m5	m6
1	209.5	122.9	49.9	54.9	127.1	103.8
2	152.9	88.2	35.7	39.2	91.6	73.9
3	96.9	54.3	21.9	24.2	56.5	44.5
4	--	25.3	10.3	10.8	25.6	--

Cargas axiales de columnas en toneladas.

Ejes	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
A-1	71.2	52.4	33.9	16.1
A-2	74.3	54.9	35.5	18.6
A-3	80.9	57.6	34.5	15.8
A-4	74.4	54.1	33.8	15.6
A-5	68.9	49.9	31.2	15.6
A-6	81.7	59.5	37.6	19.0
A-7	107.2	76.4	45.9	18.9
A-8	77.3	56.3	35.5	18.6
A-9	71.3	52.4	33.9	16.1
B-1	109.9	82.1	54.4	24.3
B-2	123.2	90.8	58.7	27.4
B-3	131.1	96.8	62.7	26.7
B-4	120.2	88.0	56.1	25.1
B-5	102.8	75.4	48.1	22.9
B-6	145.7	103.7	61.9	26.7
B-7	130.7	95.3	60.1	27.8
B-8	122.9	90.5	58.2	27.2
B-9	103.3	78.1	53.1	23.9
C-1	89.7	66.7	43.3	20.6
C-2	127.4	94.9	62.6	31.6

C-4	131.1	96.8	62.7	31.6
C-5	131.1	96.8	62.7	31.6
C-6	131.1	96.8	62.7	31.6
C-7	131.1	96.8	62.7	31.6
C-8	127.4	94.9	62.6	31.6
C-9	89.7	66.7	43.3	20.6

Cargas Totales por Piso:

Piso	Carga (ton)
4	660.7
3	1381.25
2	2159.05
1	2936.85

4.4 Ejecución del programa de computo para el análisis de la seguridad sísmica de la edificación en estudio.

4.4.1 1er Método de evaluación.-

A continuación se procederá a describir el manejo del programa en este 1er método de evaluación.

- Elija en el Menú principal la Opción Nro 2 de crear/abrir un archivo.

- Aparecerá un Sub-Menú de opciones; elija la opción 1er Método de Evaluación.

- Luego de ingresar a la opción del 1er Método de Evaluación, aparecerá el Mensaje:

Drive donde salvar archivo,A:,B:\ Nombre del Archivo, máx. 8 caract:

En donde deberá especificar en qué lugar de su computador quedará almacenado el archivo con los datos de la edificación a analizar, y con que nombre será archivado.

- Los siguientes pasos corresponden a la introducción de datos de la edificación: en cuyo orden detallo a continuación.

Nro de pisos de la Edificación: 4

Cargas Totales por piso:

Carga total piso 1 (ton) = 2936.85
 Carga total piso 2 (ton) = 2159.05
 Carga total piso 3 (ton) = 1381.25
 Carga total piso 4 (ton) = 660.67

Ingreso de Datos de Columnas

Ingreso de Elementos Típicos: *

* Ocurre generalmente que existe un tipo de columna cuya sección se repite constantemente en la edificación, esta columna es denominada típica; y existirán tantas columnas típicas como diferentes secciones de columna tenga el edificio a analizar.

En el caso de la edificación que se está analizando tenemos 2 secciones típicas de columnas; entonces:

Nro de Columnas típicas: 2

Ingreso de Columnas típicas

Datos Columna típica 1

long. eje x (cm) = 40 (ó ancho b de la sección)
 long. eje y (cm) = 40 (ó largo D de la sección)

Datos Columna típica 2

long. eje x (cm) = 40
 long. eje y (cm) = 60

Nro de Columnas en el nivel 1 = 27

Nro	#Col.Típ	ho x	ho y
* ho x :	altura libre de la columna en la dirección x.		
* ho y :	altura libre de la columna en la dirección y.		

1	1	3.5	3.5
2	1	3.5	3.5
3	1	3.5	3.5
4	1	3.5	3.5
5	1	3.5	3.5
6	1	3.5	3.5
7	1	3.5	3.5
8	1	3.5	3.5
9	1	3.5	3.5
10	2	3.9	3.5
11	2	3.9	3.5
12	2	3.9	3.5
13	2	3.9	3.5
14	2	3.9	3.5
15	2	3.9	3.5
16	2	3.9	3.5
17	2	3.9	3.5
18	2	3.9	3.5
19	2	3.5	3.5
20	2	3.5	3.5
21	2	3.5	3.5
22	2	3.5	3.5
23	2	3.5	3.5
24	2	3.5	3.5
25	2	3.5	3.5
26	2	3.5	3.5
27	2	3.5	3.5

Nro de Columnas en el nivel 2 = 27

Nro	#Col.Típ	ho x	ho y
1	1	2.35	2.35
2	1	2.35	2.35
3	1	2.35	2.35
4	1	2.35	2.35
	1	2.35	2.35
6	1	2.35	2.35
7	1	2.35	2.35
8	1	2.35	2.35
9	1	2.35	2.35
10	2	2.75	2.35
11	2	2.75	2.35
12	2	2.75	2.35

13	2	2.75	2.35
14	2	2.75	2.35
15	2	2.75	2.35
16	2	2.75	2.35
17	2	2.75	2.35
18	2	2.75	2.35
19	2	2.35	2.35
20	2	2.35	2.35
21	2	2.35	2.35
22	2	2.35	2.35
23	2	2.35	2.35
24	2	2.35	2.35
25	2	2.35	2.35
26	2	2.35	2.35
27	2	2.35	2.35

Nro de Columnas en el nivel 3 = 27

* Se repiten los datos del nivel anterior.

Nro de Columnas en el nivel 4 = 27

* Se repiten los datos del nivel anterior.

* Observará que se repiten constantemente los valores; esto ocurre particularmente en esta edificación, debido a la simetría en la parte arquitectónica.

* Observará además que las columnas que están conectadas a las placas de concreto no tienen altura libre = 0, como correspondería, ocurre que el programa le asignará esta altura libre cuando ingrese a los datos que corresponden a los muros de concreto o placas. Por tanto, podría asignar una altura libre cualquiera a estas columnas, el programa lo corregirá.

Ingreso de Datos de Muros

Nro de Muros en el nivel 1 = 6

Datos del Muro 1 del nivel 1:

Tipo de Muro (1,2,3,4): 1
Dirección del muro x/y: y * Paralelo al eje y
Col. conectadas: 3
y 12

Longitud L (m) : 4.40
Espesor del muro (cm) : 20

Datos del Muro 2 del nivel 1:

Tipo de Muro (1,2,3,4): 2
Dirección del muro x/y: y
Col. conectada: 14
Longitud L (m) : 0.80
Espesor del muro (cm) : 20

Datos del Muro 3 del nivel 1:

Tipo de Muro (1,2,3,4): 4
Dirección del muro x/y: x
Longitud L (m) : 2.0
Espesor del muro (cm) : 20

Datos del Muro 4 del nivel 1:

Tipo de Muro (1,2,3,4): 4
Dirección del muro x/y: y
Longitud L (m) : 2.50
Espesor del muro (cm) : 20

Datos del Muro 5 del nivel 1:

Tipo de Muro (1,2,3,4): 2
Dirección del muro x/y: x
Col. conectada: 14
Longitud L (m) : 1.80
Espesor del muro (cm) : 20

Datos del Muro 6 del nivel 1:

Tipo de Muro (1,2,3,4): 2
Dirección del muro x/y: x
Col. conectada: 7
Longitud L (m) : 3.00
Espesor del muro (cm) : 20
Nro de muros en el nivel 2 = 6

Se repiten los datos del piso anterior.

Nro de muros en el nivel 3 = 6

Se repiten los datos del piso anterior.

Nro de muros en el nivel 4 = 4

Datos del muro 1 del nivel 4:

Tipo de muro (1,2,3,4): 2

Dirección del muro x/y : y
 # Col. conectada : 14
 Longitud L (m) : 0.80
 Espesor del muro (cm): 0.20

Datos del muro 2 del nivel 4:

Tipo de muro (1,2,3,4): 4
 Dirección del muro x/y : x
 Longitud L (m) : 2.00
 Espesor del muro (cm) : 20

Datos del muro 3 del nivel 4:

Tipo de muro (1,2,3,4): 4
 Dirección del muro x/y : y
 Longitud L (m) : 2.50
 Espesor del muro (cm) : 20

Datos del muro 4 del nivel 4:

Tipo de muro (1,2,3,4): 2
 Dirección del muro x/y : x
 # Col. conectada : 14
 Longitud L (m) : 1.80
 Espesor del muro (cm) : 20

Ingreso de Características del Perfil Estructural

Concerniente a la planta de cada piso.

Piso : 1

factor a: Irregularidad del plano
 valor que considera apropiado: 1.0

factor b: Relación longitud/ancho
 valor que considera apropiado: 1.0

factor c: Abolladuras
 valor que considera apropiado: 1.0

factor d: Espacio entre juntas de expansión
 valor que considera apropiado: 1.0

factor e: Tamaño de ambientes abiertos
 valor que considera apropiado: 1.0

factor f: Excentricidad de ambientes abiertos
 valor que considera apropiado: 1.0

Piso : 2

Se repiten los datos hasta el cuarto nivel.

Concerniente a la Elevación de la Edificación

factor i: Uniformidad de altura de piso
 piso : 1 valor apropiado: 0.9

piso : 2 valor apropiado: 1.0
 piso : 3 valor apropiado: 1.0
 piso : 4 valor apropiado: 1.0

factor h: Presencia de sótanos
 valor que considera apropiado: 1.0 (no hay sótano)

factor j: Presencia de pilotes
 valor que considera apropiado: 1.0 (no hay pilotes)

Ingreso de Características de Deterioro de la Edificación

Considera Ud. que la edificación está en buen estado y no es necesario esta sección del análisis sísmico (S/N).
 Rpta: No

Ingreso de Características de Deterioro Estructural

Concerniente a la Edificación

Nivel de Deterioro.

Defectos por Deflexión y/o alteración del terreno.

El edificio está inclinado o se ha presentado un asentamiento diferencial notorio. (Si/No): No

El terreno presenta alteraciones o se ha producido levantamiento anteriormente. (Si/No): No

Las deflexiones de vigas y columnas son notorias a simple vista. (Si/No): No

Aspectos exterior de Grietas de muros y columnas.

Se observa que el refuerzo se encuentra deteriorado debido a la corrosión. (Si/No): No

Las grietas inclinadas de las columnas son claramente notorias a simple vista. (Si/No): Si

Existe gran número de grietas en la parte exterior del muro. (Si/No): Si

Daños ocasionados por incendio o uso.

Existen huellas notorias de daños presuntamente debido a incendios. (Si/No): No

El edificio fue dañado por un incendio, pero no existen huellas o rastros notorios. (Si/No): No

Se han usado o usarán productos químicos, o materiales altamente inflamables. (Si/No): No

Años de uso de la Edificación

Más de 30 años de uso. (Si/No): Si

RESULTADOS DEL PRIMER METODO DE EVALUACION.

Piso		Dirección		
		x	y	
1	Area corte: columnas cm ²	53600.00	51200.00	
	Area corte: muros cm ²	tipo 1	0.00	9800.00
		tipo 2	11200.00	2800.00
		tipo 3	0.00	0.00
		tipo 4	4000.00	5000.00
	Indice C columnas	0.17	0.12	
	Indice C muros	0.09	0.14	
	Sub Indice Sísmico Eo	0.21	0.22	
2	Area corte: columnas cm ²	53600.00	51200.00	
	Area corte: muros cm ²	tipo 1	0.00	9800.00
		tipo 2	11200.00	2800.00
		tipo 3	0.00	0.00
		tipo 4	4000.00	5000.00
	Indice C columnas	0.25	0.21	
	Indice C muros	0.12	0.19	
	Sub Indice Sísmico Eo	0.25	0.28	
3	Area corte: columnas cm ²	53600.00	51200.00	
	Area corte: muros cm ²	tipo 1	0.00	9800.00
		tipo 2	11200.00	2800.00
		tipo 3	0.00	0.00
		tipo 4	4000.00	5000.00

	Indice C columnas	0.39	0.33
	Indice C muros	0.19	0.29
	Sub Indice Sísmico Eo	0.33	0.37
4	Area corte: columnas cm ²	55200.00	55200.00
	Area corte: tipo 1	0.00	0.00
	muros cm ² tipo 2	4400.00	2800.00
	tipo 3	0.00	0.00
	tipo 4	4000.00	5000.00
	Indice C columnas	0.84	0.75
	Indice C muros	0.19	0.16
	Sub Indice Sísmico Eo	0.49	0.43

Resumen

Eo piso 1 eje x = 0.21 eje y = 0.22

Eo piso 2 eje x = 0.25 eje y = 0.28

Eo piso 3 eje x = 0.33 eje y = 0.37

Eo piso 4 eje x = 0.49 eje y = 0.43

Indice Sd de la edificación = 1.14

Indice T de la edificación = 0.80

Is x (1) = 0.19 Is y (1) = 0.20

Is x (2) = 0.23 Is y (2) = 0.25

Is x (3) = 0.30 Is y (3) = 0.34

Is x (4) = 0.44 Is y (4) = 0.39

4.4.2 2do Método de evaluación.-

De manera similar al 1er Método de Evaluación elegimos en el Menu Principal la Opción Nro 2 de crear/abrir un archivo.

- En el Sub-Menú de opciones elegimos el 2do Método de Evaluación
- Especificamos el nombre del archivo que contendrá los datos de la edificación que deseamos analizar.
- El detalle de introducción de datos para la edificación que analizaremos es el siguiente.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

recubrimiento en columnas = 4 cm

recubrimiento en muros = 4 cm

Nro de Pisos de la Edificación : 4

CARGAS TOTALES POR PISO:

Carga total piso 1 (ton) = 2936.85

Carga total piso 2 (ton) = 2159.05

Carga total piso 3 (ton) = 1381.25

Carga total piso 4 (ton) = 660.67

INGRESO DE DATOS DE COLUMNAS:

Ingreso de Elementos típicos:

Nro de Columnas típicas: 2

Datos Columna típica 1:

Longitud eje x (cm) = 40

Longitud eje y (cm) = 40

Acero axial total (cm³) = 31.4

Acero a tracción eje x (cm³) = 12.85

Acero a tracción eje y (cm³) = 12.85

Area acero por corte eje x (cm²) = 2.84

Area acero por corte eje y (cm²) = 2.84

Espaciamiento promedio de estribos (cm) = 30

Datos Columna típica 2:

Longitud eje x (cm) = 40

Longitud eje y (cm) = 60

Acero axial total (cm³) = 37.10

Acero a tracción eje x (cm³) = 15.70

Acero a tracción eje y (cm³) = 18.55

Area acero por corte eje x (cm²) = 2.84

Area acero por corte eje y (cm²) = 2.13

Espaciamiento promedio de estribos (cm) = 30

NRO DE COLUMNAS 1ER NIVEL = 27

Cargas axiales por nivel (Nax)

col	tip	hx	hy	(1er)	(2do)	(3er)	(4to)
1	1	3.5	3.5	71.2	52.4	33.9	16.1
2	1	3.5	3.5	74.3	54.9	35.5	18.6
3	1	3.5	3.5	80.9	57.6	34.5	15.8
4	1	3.5	3.5	74.4	54.1	33.8	15.6
5	1	3.5	3.5	68.9	49.9	31.2	15.6
6	1	3.5	3.5	81.7	59.5	37.6	19.0
	1	3.5	3.5	107.2	76.4	45.9	18.9
8	1	3.5	3.5	77.3	56.3	35.5	18.6
9	1	3.5	3.5	71.3	52.4	33.9	16.1
10	2	3.9	3.5	109.9	82.1	54.4	24.3
11	?	3.9	3.5	123.2	90.8	58.7	27.4
12	?	3.9	3.5	131.1	96.8	62.7	26.7
13	2	3.9	3.5	120.2	88.0	56.1	25.1
14	2	3.9	3.5	102.8	75.4	48.1	22.9
15	2	3.9	3.5	145.7	103.7	61.9	26.7
16	2	3.9	3.5	130.7	95.3	60.1	27.8
17	?	3.9	3.5	122.9	90.5	58.2	27.2
18	2	3.9	3.5	102.3	78.1	53.1	23.9
19	2	3.5	3.5	89.7	66.7	43.3	20.6
20	2	3.5	3.5	127.4	94.9	62.6	31.6
21	2	3.5	3.5	131.1	96.8	62.7	31.6
22	2	3.5	3.5	131.1	96.8	62.7	31.6
23	2	3.5	3.5	131.1	96.8	62.7	31.6
24	?	3.5	3.5	131.1	96.8	62.7	31.6
25	2	3.5	3.5	131.1	96.8	62.7	31.6
26	2	3.5	3.5	127.4	94.9	62.6	31.6
27	2	3.5	3.5	89.7	66.7	43.3	20.6

INGRESO DE DATOS DE MUROS

Nro de muros en el nivel 1 : 6

Datos del Muro 1 Nivel 1

Tipo de muro: 1

Dirección : y

Col. conectadas : 3 y 12

As vertical del muro (cm²) = 40.64

As horizontal (cm²) = 1.42

Espaciamiento acero (cm) = 20

Longitud (m) = 4.4

Espesor (cm) = 20

Altura del Muro (m) = 3.5

Carga axial (tn) = 209.5

Datos del Muro 2 Nivel 1

Tipo de muro: 2

Dirección : y

Col. conectada : 14

As vertical 1 (cm²) = 37.1

As vertical 2 (cm²) = 10.16

As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.13
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 0.8
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 3.5
 Carga axial (tn) = 122.9

Datos del Muro 3 Nivel 1

Tipo de muro: 4
 Dirección : x
 As vertical (cm²) = 12.7
 As a tracción (cm²) = 5.08
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.0
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 13.15
 Carga axial (tn) = 49.9

Datos del Muro 4 Nivel 1

Tipo de muro: 4
 Dirección : y
 As vertical (cm²) = 17.78
 As a tracción (cm²) = 5.08
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.5
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 13.15
 Carga axial (tn) = 54.9

Datos del Muro 5 Nivel 1

Tipo de muro: 2
 Dirección : x
 # Col. conectada : 14
 As vertical 1 (cm²) = 39.64
 As vertical 2 (cm²) = 15.24
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.84
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 1.80
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 3.5
 Carga axial (tn) = 127.1

Datos del Muro 6 Nivel 1

Tipo de muro: 2
 Dirección : x
 # Col. conectada : 7
 As vertical 1 (cm²) = 41.56
 As vertical 2 (cm²) = 15.24
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 1.42

As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 3.00
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 3.5
 Carga axial (tn) = 103.8

Nro de muros en el nivel 2 = 6

Datos del Muro 1 Nivel 2

Tipo de muro: 1
 Dirección : y
 # Col. conectadas : 3 y 12
 As vertical del muro (cm²) = 40.64
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 4.4
 Espesor (cm) = 20
 Altura del Muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 152.9

Datos del Muro 2 Nivel 2

Tipo de muro: 2
 Dirección : y
 # Col. conectada : 14
 As vertical 1 (cm²) = 37.1
 As vertical 2 (cm²) = 10.16
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.13
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 0.8
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 88.20

Datos del Muro 3 Nivel 2

Tipo de muro: 4
 Dirección : x
 As vertical (cm²) = 12.7
 As a tracción (cm²) = 5.08
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.0
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 9.00
 Carga axial (tn) = 35.7

Datos del Muro 4 Nivel 2

Tipo de muro: 4
 Dirección : y
 As vertical (cm²) = 17.78
 As a tracción (cm²) = 5.08

As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.5
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 9.00
 Carga axial (tn) = 39.2

Datos del Muro 5 Nivel 2

Tipo de muro: 2
 Dirección : x
 # Col. conectada : 14
 As vertical 1 (cm²) = 39.64
 As vertical 2 (cm²) = 15.24
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.84
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 1.80
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 91.60

Datos del Muro 6 Nivel 1

Tipo de muro: 2
 Dirección : x
 # Col. conectada : 7
 As vertical 1 (cm²) = 41.56
 As vertical 2 (cm²) = 15.24
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 1.42
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 3.00
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 73.9

Nro de muros en el nivel 3 = 6

Datos del Muro 1 Nivel 3

Tipo de muro: 1
 Dirección : y
 # Col. conectadas : 3 y 12
 As vertical del muro (cm²) = 40.64
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 4.4
 Espesor (cm) = 20
 Altura del Muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 96.9

Datos del Muro 2 Nivel 3

Tipo de muro: 2
 Dirección : y
 # Col. conectada : 14

As vertical 1 (cm²) = 37.1
 As vertical 2 (cm²) = 10.16
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.13
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 0.8
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 54.30

* Datos del Muro 3 Nivel 3

Tipo de muro: 4
 Dirección : x
 As vertical (cm²) = 12.7
 As a tracción (cm²) = 5.08
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.0
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 6.00
 Carga axial (tn) = 21.9

Datos del Muro 4 Nivel 3

Tipo de muro: 4
 Dirección : y
 As vertical (cm²) = 17.78
 As a tracción (cm²) = 5.08
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.5
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 6.00
 Carga axial (tn) = 24.2

Datos del Muro 5 Nivel 3

Tipo de muro: 2
 Dirección : x
 # Col. conectada : 14
 As vertical 1 (cm²) = 39.64
 As vertical 2 (cm²) = 15.24
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.84
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 1.80
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 56.50

Datos del Muro 6 Nivel 1

Tipo de muro: 2
 Dirección : x
 # Col. conectada : 7
 As vertical 1 (cm²) = 41.56

As vertical 2 (cm²) = 15.24
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 1.42
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 3.00
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 44.5

Nro de muros en el nivel 4 = 4

Datos del Muro 1 Nivel 4
 Tipo de muro: 2

Dirección : y
 # Col. conectada : 14
 As vertical 1 (cm²) = 37.1
 As vertical 2 (cm²) = 10.16
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.13
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 0.8
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 25.30

Datos del Muro 2 Nivel 4

Tipo de muro: 4
 Dirección : x
 As vertical (cm²) = 12.7
 As a tracción (cm²) = 5.08
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.0
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 3.00
 Carga axial (tn) = 10.3

Datos del Muro 3 Nivel 4

Tipo de muro: 4
 Dirección : y
 As vertical (cm²) = 17.78
 As a tracción (cm²) = 5.08
 As horizontal (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 2.5
 Espesor (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 3.00
 Carga axial (tn) = 10.8

Datos del Muro 4 Nivel 4

Tipo de muro: 2
 Dirección : x

Col. conectada : 14
 As vertical 1 (cm²) = 39.64
 As vertical 2 (cm²) = 15.24
 As refuerzo horizontal 1 (cm²) = 2.84
 As refuerzo horizontal 2 (cm²) = 1.42
 Espaciamiento acero (cm) = 20
 Longitud (m) = 1.80
 Espesor del muro (cm) = 20
 Altura del muro (m) = 2.35
 Carga axial (tn) = 25.60

INGRESO DE CARACTERISTICAS DEL PERFIL ESTRUCTURAL

Niveles	1	2	3	4
a	1.0	1.0	1.0	1.0
b	1.0	1.0	1.0	1.0
c	1.0	1.0	1.0	1.0
d	1.0	1.0	1.0	1.0
e	1.0	1.0	1.0	1.0
f	0.9	0.9	0.9	0.9
lx	1.0	1.0	1.0	1.0
ly	0.8*	0.8*	0.8*	1.0
RVx	1.0	1.0	1.0	1.0
RVy	1.0	0.9	0.9	0.9
i	0.9	1.0	1.0	1.0
h			0.8	
j			1.0	

* Elementos que producen excesiva excentricidad : 3
 muros : 1, 2 y 4

INGRESO DE CARACTERISTICAS DE DETERIORO DE LA EDIFICACION

CONCERNIENTE A LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

GRIETAS ESTRUCTURALES Y DEFLEXIONES EN LOSAS

Respuestas iguales en todos los niveles:

Las grietas de las losas se encuentran siguiendo una
 disposición irregular? Si

En 1/3 a 1/9 del total de elementos estructurales.

Las deflexiones de losas interfieren con los elementos no

estructurales (son notorias) ? No

GRIETAS ESTRUCTURALES Y DEFLEXIONES EN VIGAS

Las grietas producidas por cortante o las grietas inclinadas de vigas son claramente notorias ? Si

En menos de 1/9 del total de elementos estructurales.

Las grietas de vigas producidas por flexión o grietas verticales son claramente notorias ? Si

En menos de 1/9 del total de elementos estructurales.

GRIETAS ESTRUCTURALES Y DEFLEXIONES EN MUROS Y/O COLUMNAS

Las grietas producidas por cortante en muros y/o columnas son claramente notorias ? Si

En menos de 1/9 del total de elementos estructurales.

Las grietas producidas por flexión en columnas son claramente notorias a simple vista ? Si

En menos de 1/9 del total de elementos estructurales.

DETERIORO Y ESTADO ACTUAL EN LOSAS

Se presentan grietas de expansión en el concreto debido a la corrosión del refuerzo ? Si

Entre 1/3 y 1/9 del total.

Se ha producido corrosión en el refuerzo ? Si

En mas de 1/3.

Se ha producido grietas debido a incendio y/o productos quimicos u otros ? No

Existe deterioro del concreto alrededor del refuerzo? Si

En menos de 1/9.

Se aprecia notable separación con los materiales de acabado ?
No

DETERIORO Y ESTADO ACTUAL EN VIGAS

Se presentan grietas de expansión en el concreto debido a la
· corrosión del refuerzo ? Si

En menos de 1/9.

Se ha producido corrosión en el refuerzo ? Si.

En más de 1/3.

Se ha producido grietas debido a incendio y/o productos quimicos u otros ? No.

Existe deterioro del concreto alrededor del refuerzo ? Si

En menos de 1/9.

Se aprecia notable separación con los materiales de acabado ?
No.

DETERIORO Y ESTADO ACTUAL EN MUROS Y/O COLUMNAS

Se presentan grietas de expansión en el concreto debido a la corrosión del refuerzo ? Si

En menos de 1/9.

Se ha producido corrosión en el refuerzo ? Si.

En más de 1/3.

Se ha producido grietas debido a incendio y/o productos quimicos u otros ? No.

Existe deterioro del concreto alrededor del refuerzo ? Si.

En menos de 1/9.

Se aprecia notable separación con los materiales de acabado ? No.

RESULTADOS DEL SEGUNDO METODO DE EVALUACION.

Primer Nivel

#Col.	Eje	Mu t-m	Vfu ton	Vcu ton	Vu ton	Tipo Falla	Ind. Duct.
1	x	28.49	16.28	24.65	16.28	1	2.65
	y	28.49	16.28	24.65	16.28	1	2.65
2	x	28.84	16.48	24.90	16.48	1	2.64
	y	28.84	16.48	24.90	16.48	1	2.64
3	x	29.55	16.89	25.43	16.89	1	2.62
	y	29.55	16.89	25.43	16.89	1	2.62
4	x	28.86	16.49	24.91	16.49	1	2.64
	y	28.86	16.49	24.91	16.49	1	2.64

5	x	28.22	16.13	24.47	16.13	1	2.66
	y	28.22	16.13	24.47	16.13	1	2.66
6	x	29.64	16.94	25.49	16.94	1	2.61
	y	29.64	16.94	25.49	16.94	1	2.61
7	x	31.87	18.21	27.53	18.21	1	2.64
	y	31.87	18.21	27.53	18.21	1	2.64
8	x	29.17	16.67	25.14	16.67	1	2.63
	y	29.17	16.67	25.14	16.67	1	2.63
9	x	28.50	16.29	24.66	16.29	1	2.65
	y	28.50	16.29	24.66	16.29	1	2.65
10	x	38.29	19.63	33.67	19.63	1	3.20
	y	63.18	36.10	34.93	34.93	2	1.00
11	x	39.72	20.37	34.74	20.37	1	3.20
	y	65.32	37.33	36.00	36.00	2	1.00
12	x	40.50	20.77	35.37	20.77	1	3.20
	y	66.50	38.00	36.63	36.63	2	1.00
13	x	39.41	20.21	34.50	20.21	1	3.20
	y	64.86	37.06	35.76	35.76	2	1.00
14	x	37.47	19.21	33.11	19.21	1	3.20
	y	61.95	35.40	34.37	34.37	2	1.00
15	x	41.82	21.44	36.54	21.44	1	3.20
	y	68.47	39.13	37.80	37.80	2	1.00
16	x	40.46	20.75	35.34	20.75	1	3.20
	y	66.44	37.96	36.60	36.60	2	1.00
17	x	39.69	20.35	34.71	20.35	1	3.20
	y	65.28	37.30	35.97	35.97	2	1.00
18	x	37.53	19.24	33.15	19.24	1	3.20
	y	62.04	35.45	34.41	34.41	2	1.00
19	x	35.85	20.48	32.06	20.48	1	2.83
	y	59.52	34.01	33.32	33.32	2	1.00
20	x	40.14	22.94	35.07	22.94	1	2.71
	y	65.96	37.69	36.33	36.33	2	1.00
21	x	40.50	23.14	35.37	23.14	1	2.70
	y	66.50	38.00	36.63	36.63		1.00
22	x	40.50	23.14	35.37	23.14	1	2.70
	y	66.50	38.00	36.63	36.63		1.00
23	x	40.50	23.14	35.37	23.14	1	2.70
	y	66.50	38.00	36.63	36.63	2	1.00

24	x	40.50	23.14	35.37	23.14	1	2.70
	y	66.50	38.00	36.63	36.63	2	1.00
25	x	40.50	23.14	35.37	23.14	1	2.70
	y	66.50	38.00	36.63	36.63	2	1.00
26	x	40.14	22.94	35.07	22.94	1	2.71
	y	62.96	37.69	36.33	36.33	2	1.00
27	x	35.85	20.48	32.06	20.48	1	2.83
	y	59.52	34.01	33.32	33.32	2	1.00

Segundo Nivel

#Col.	Eje	Mu t-m	Vfu ton	Vcu ton	Vu ton	Tipo Falla	Ind. Duct.
1	x	26.12	22.23	23.15	22.23	1	1.27
	y	26.12	22.23	23.15	22.23	1	1.27
2	x	26.46	22.52	23.35	22.52	1	1.27
	y	26.46	22.52	23.35	22.52	1	1.27
3	x	26.82	22.82	23.57	22.82	1	1.27
	y	26.82	22.82	23.57	22.82	1	1.27
4	x	26.35	22.42	23.29	22.42	1	1.27
	y	26.35	22.42	23.29	22.42	1	1.27
5	x	25.77	21.93	22.95	21.93	1	1.27
	y	25.77	21.93	22.95	21.93	1	1.27
6	x	27.06	23.03	23.72	23.03	1	1.27
	y	27.06	23.03	23.72	23.03	1	1.27
7	x	29.08	24.75	25.07	24.75	1	1.27
	y	29.08	24.75	25.07	24.75	1	1.27
8	x	26.64	22.68	23.46	22.68	1	1.27
	y	26.64	22.68	23.46	22.68	1	1.27
9	x	26.12	22.23	23.15	22.23	1	1.27
	y	26.12	22.23	23.15	22.23	1	1.27
10	x	35.25	25.63	31.69	25.63	1	1.27
	y	58.62	49.89	37.82	37.82	2	1.00
11	x	35.99	26.17	32.15	26.17	1	1.27
	y	59.73	50.83	38.28	38.28	2	1.00
12	x	36.74	26.72	32.63	26.72	1	1.27
	y	60.86	51.80	38.76	38.76	2	1.00
13	x	35.63	25.91	31.92	25.91	1	1.27

	y	59.19	50.37	38.06	38.06	2	1.00
14	x	33.92	24.67	30.91	24.67	1	1.27
	y	56.63	48.20	37.05	37.05	2	1.00
15	x	37.57	27.33	33.18	27.33	1	1.27
	y	62.11	52.86	39.31	39.31	2	1.00
16	x	36.56	26.59	32.51	26.59	1	1.27
	y	60.58	51.56	38.64	38.64	2	1.00
17	x	35.95	26.15	32.12	26.15	1	1.27
	y	59.67	50.78	38.26	38.26	2	1.00
18	x	34.30	24.95	31.13	24.95	1	1.27
	y	57.20	48.68	37.26	37.26	2	1.00
19	x	32.68	27.81	30.22	27.81	1	1.27
	y	54.76	46.60	36.35	36.35	2	1.00
20	x	36.51	31.07	32.47	31.07	1	1.27
	y	60.51	51.49	38.61	38.61	2	1.00
21	x	36.74	31.27	32.63	31.27	1	1.27
	y	60.86	51.80	38.76	38.76	2	1.00
22	x	36.74	31.27	32.63	31.27	1	1.27
	y	60.86	51.80	38.76	38.76	2	1.00
23	x	36.74	31.27	32.63	31.27	1	1.27
	y	60.86	51.80	38.76	38.76	2	1.00
24	x	36.74	31.27	32.63	31.27	1	1.27
	y	60.86	51.80	38.76	38.76	2	1.00
25	x	36.74	31.27	32.63	31.27	1	1.27
	y	60.86	51.80	38.76	38.76	2	1.00
26	x	36.51	31.07	32.47	31.07	1	1.27
	y	60.51	51.49	38.61	38.61	2	1.00
27	x	32.68	27.81	30.22	27.81	1	1.27
	y	54.76	46.60	36.35	36.35	2	1.00

Tercer Nivel

#Col.	Eje	Mu t-m	Vfu ton	Vcu ton	Vu ton	Tipo Falla	Ind. Duct.
1	x	23.37	19.89	21.67	19.89	1	1.27
	y	23.37	19.89	21.67	19.89	1	1.27
2	x	23.62	20.10	21.80	20.10	1	1.27
	y	23.62	20.10	21.80	20.10	1	1.27

3	x	23.46	19.97	21.72	19.97	1	1.27
	y	23.46	19.97	21.72	19.97	1	1.27
4	x	23.35	19.87	21.66	19.87	1	1.27
	y	23.35	19.87	21.66	19.87	1	1.27
5	x	22.93	19.52	21.45	19.52	1	1.27
	y	22.93	19.52	21.45	19.52	1	1.27
6	x	23.95	20.38	21.97	20.38	1	1.27
	y	23.95	20.38	21.97	20.38	1	1.27
7	x	25.20	21.44	22.63	21.44	1	1.27
	y	25.20	21.44	22.63	21.44	1	1.27
8	x	23.62	20.10	21.80	20.10	1	1.27
	y	23.62	20.10	21.80	20.10	1	1.27
9	x	23.37	19.89	21.67	19.89	1	1.27
	y	23.37	19.89	21.67	19.89	1	1.27
10	x	30.81	22.40	29.23	22.40	1	1.33
	y	51.96	44.22	35.37	35.37	2	1.00
11	x	31.47	22.89	29.58	22.89	1	1.27
	y	52.96	45.07	35.71	35.71	2	1.00
12	x	32.08	23.33	29.90	23.33	1	1.27
	y	53.87	45.84	36.03	36.03	2	1.00
13	x	31.07	22.60	29.37	22.60	1	1.27
	y	52.35	44.56	35.50	35.50	2	1.00
14	x	29.80	21.67	28.73	21.67	1	1.54
	y	50.45	42.94	34.86	34.86	2	1.00
15	x	31.96	23.24	29.83	23.24	1	1.27
	y	53.69	45.69	35.97	35.97	2	1.00
16	x	31.69	23.05	29.69	23.05	1	1.27
	y	53.28	45.34	35.82	35.82	2	1.00
17	x	31.40	22.83	29.54	22.83	1	1.27
	y	52.84	44.97	35.67	35.67	2	1.00
18	x	30.60	22.26	29.13	22.26	1	1.37
	y	51.65	43.96	35.26	35.26	2	1.00
19	x	29.02	24.70	28.35	24.70	1	1.27
	y	49.27	41.93	34.48	34.48		1.00
20	x	32.07	27.29	29.89	27.29	1	1.27
	y	53.84	45.82	36.02	36.02	2	1.00
21	x	32.08	27.30	29.90	27.30	1	1.27
	y	53.87	45.84	36.03	36.03	2	1.00

22	x	32.08	27.30	29.90	27.30	1	1.27
	y	53.87	45.84	36.03	36.03	2	1.00
23	x	32.08	27.30	29.90	27.30	1	1.27
	y	53.87	45.84	36.03	36.03	2	1.00
24	x	32.08	27.30	29.90	27.30	1	1.27
	y	53.87	45.84	36.03	36.03	2	1.00
25	x	32.08	27.30	29.90	27.30	1	1.27
	y	53.87	45.84	36.03	36.03	2	1.00
26	x	32.07	27.29	29.89	27.29	1	1.27
	y	53.84	45.82	36.02	36.02	2	1.00
27	x	29.02	24.70	28.35	24.70	1	1.27
	y	49.27	41.93	34.48	34.48	2	1.00

Cuarto Nivel

#Col.	Eje	Mu t-m	Vfu ton	Vcu ton	Vu ton	Tipo Falla	Ind. Duct.
1	x	20.34	17.31	20.25	17.31	1	1.27
	y	20.34	17.31	20.25	17.31	1	1.27
2	x	20.78	17.69	20.45	17.69	1	1.27
	y	20.78	17.69	20.45	17.69	1	1.27
3	x	20.28	17.26	20.22	17.26	1	1.27
	y	20.28	17.26	20.22	17.26	1	1.27
4	x	20.25	17.23	20.21	17.23	1	1.27
	y	20.25	17.23	20.21	17.23	1	1.27
5	x	20.25	17.23	20.21	17.23	1	1.27
	y	20.25	17.23	20.21	17.23	1	1.27
6	x	20.86	17.75	20.48	17.75	1	1.27
	y	20.86	17.75	20.48	17.75	1	1.27
7	x	20.84	17.73	20.47	17.73	1	1.27
	y	20.84	17.73	20.47	17.73	1	1.27
8	x	20.78	17.69	20.45	17.69	1	1.27
	y	20.78	17.69	20.45	17.69	1	1.27
9	x	20.34	17.31	20.25	17.31	1	1.27
	y	20.34	17.31	20.25	17.31	1	1.27
10	x	25.73	18.71	26.83	18.71	1	2.29
	y	44.34	37.73	32.96	32.96		1.00
11	x	26.28	19.11	27.07	19.11	1	2.19
	y	45.17	38.44	33.21	33.21	2	1.00

12	x	26.16	19.02	27.02	19.02	1	2.22
	y	44.98	38.28	33.15	33.15	2	1.00
13	x	25.87	18.82	26.89	18.82	1	2.26
	y	44.55	37.92	33.02	33.02	2	1.00
14	x	25.47	18.53	26.71	18.53	1	2.33
	y	43.95	37.41	32.85	32.85	2	1.00
15	x	26.16	19.02	27.02	19.02	1	2.22
	y	44.98	38.28	33.15	33.15	2	1.00
16	x	26.35	19.17	27.11	19.17	1	2.18
	y	45.28	38.53	33.24	33.24	2	1.00
17	x	26.25	19.09	27.06	19.09	1	2.20
	y	45.12	38.40	33.19	33.19	2	1.00
18	x	25.65	18.66	26.79	18.66	1	2.30
	y	44.23	37.64	32.93	32.93	2	1.00
19	x	25.05	21.32	26.53	21.32	1	1.27
	y	43.32	36.87	32.66	32.66	2	1.00
20	x	27.02	23.00	27.41	23.00	1	1.27
	y	46.28	39.39	33.54	33.54	2	1.00
21	x	27.02	23.00	27.41	23.00	1	1.27
	y	46.28	39.39	33.54	33.54	2	1.00
22	x	27.02	23.00	27.41	23.00	1	1.27
	y	46.28	39.39	33.54	33.54	2	1.00
23	x	27.02	23.00	27.41	23.00	1	1.27
	y	46.28	39.39	33.54	33.54	2	1.00
24	x	27.02	23.00	27.41	23.00	1	1.27
	y	46.28	39.39	33.54	33.54	2	1.00
25	x	27.02	23.00	27.41	23.00	1	1.27
	y	46.28	39.39	33.54	33.54	2	1.00
26	x	27.02	23.00	27.41	23.00	1	1.27
	y	46.28	39.39	33.54	33.54	2	1.00
27	x	25.05	21.32	26.53	21.32	1	1.27
	y	43.32	36.87	32.66	32.66	2	1.00

MUROS:

Nivel 1

#Muro	Eje	Mu (t-m)	Vfu (ton)	Vcu (ton)	tipo falla	Ind. Duct.
1	a	836.41	477.95	169.01	2	1.00
	b	836.41	477.95	169.01	2	1.00
2	a	130.90	74.80	39.43	2	1.00
	b	58.49	33.42	33.01	2	1.00
3	a	131.32	19.97	19.97	1	2.00
	b	131.32	19.97	19.97	1	2.00
4	a	198.09	30.13	30.13	1	2.00
	b	198.09	30.13	30.13	1	2.00
5	a	334.90	191.37	106.97	2	1.00
	b	187.33	107.05	83.81	2	1.00
6	a	561.80	321.03	139.76	2	1.00
	b	296.49	169.42	122.98	2	1.00

Nivel 2

#Muro	Eje	Mu (t-m)	Vfu (ton)	Vcu (ton)	tipo falla	Ind. Duct.
1	a	711.89	605.87	165.35	2	1.00
	b	711.89	605.87	165.35	2	1.00
2	a	125.74	107.02	42.67	2	1.00
	b	53.33	45.39	34.71	2	1.00
3	a	118.54	26.34	26.34	1	2.00
	b	118.54	26.34	26.34	1	2.00
4	a	180.03	40.01	40.01	1	2.00
	b	180.03	40.01	40.01	1	2.00
5	a	312.19	265.70	104.13	2	1.00
	b	164.62	140.10	80.97	2	1.00
6	a	523.27	445.34	137.37	2	1.00
	b	257.97	219.55	120.59	2	1.00

Nivel 3

#Muro	Eje	Mu (t-m)	Vfu (ton)	Vcu (ton)	tipo falla	Ind. Duct.
1	a	588.69	501.02	157.75	2	1.00
	b	588.69	501.02	157.75	2	1.00
2	a	117.93	100.37	39.96	2	1.00
	b	45.52	38.74	31.99	2	1.00
3	a	106.12	35.37	35.37	1	2.00
	b	106.12	35.37	35.37	1	2.00

4	a	162.78	54.26	54.26	1	2.00
	b	162.78	54.26	54.26	1	2.00
5	a	286.79	244.08	101.33	2	1.00
	b	139.22	118.49	78.16	2	1.00
6	a	483.32	411.33	135.01	2	1.00
	b	218.01	185.54	118.24	2	1.00

Nivel 4

#Muro	Eje	Mu (t-m)	Vfu (ton)	Vcu (ton)	tipo falla	Ind. Duct.
1	a	109.08	46.42	37.64	2	1.00
	b	36.67	15.60	15.60	1	2.00
2	a	95.68	31.89	31.89	1	2.00
	b	95.68	31.89	31.89	1	2.00
3	a	147.37	49.12	49.12	1	2.00
	b	147.37	49.12	49.12	1	2.00
4	a	262.00	111.49	98.85	?	1.00
	b	114.43	48.69	48.69	1	2.00

SEGUNDO METODO DE EVALUACION

PRIMER NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
1	16.26	2.65	3			0.0055
2	16.46	2.64	3			0.0058
3	16.69	2.62	3			0.0056
4	16.49	2.64	3			0.0055
5	16.13	2.66	3			0.0058
6	16.94	2.61	3			0.0062
7	16.67	2.63	3			0.0055
8	16.28	2.65	3			0.0067
10	19.63	3.20	3			0.0069
11	20.37	3.20	3			0.0071
12	20.77	3.20	3			0.0069
13	20.21	3.20	3			0.0065
14	19.21	3.20	3			0.0073
15	21.44	3.20	3			0.0071
16	20.75	3.20	3			0.0069
17	20.35	3.20	3			0.0068
18	19.24	3.20	3			0.0070
19	20.48	2.83	3			0.0076
20	22.94	2.71	3			0.0079
21	23.14	2.70	3			0.0079
22	23.14	2.70	3			0.0079
23	23.14	2.70	3			0.0079
24	23.14	2.70	3			0.0078
25	22.94	2.71	3			0.0070
26	20.48	2.83	3			
27						
#MURO						
3 a	19.97	2.00	2		0.0066	
3 b	19.97	2.00	2		0.0068	
5 a	106.97	1.00	1	0.0564		
5 b	83.81	1.00	1	0.0285		
6a	138.76	1.00	1	0.0476		
6b	122.96	1.00	1	0.0419		
		Dir a		0.0640	0.0066	0.1621
		Dir b		0.0704	0.0068	0.1621

Eo a = 0.486

Eo b = 0.463

SEGUNDO METODO DE EVALUACION

SEGUNDO NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
1	22.23	1.27	2			0.0103
2	22.52	1.27	2			0.0104
3	22.82	1.27	2			0.0108
4	22.42	1.27	2			0.0104
5	21.83	1.27	2			0.0102
6	23.03	1.27	2			0.0107
7	24.75	1.27	2			0.0115
8	22.68	1.27	2			0.0105
9	22.23	1.27	2			0.0103
10	25.83	1.27	2			0.0119
11	26.17	1.27	2			0.0121
12	26.72	1.27	2			0.0124
13	25.81	1.27	2			0.0120
14	24.87	1.27	2			0.0114
15	27.33	1.27	2			0.0127
16	26.59	1.27	2			0.0123
17	26.15	1.27	2			0.0121
18	24.95	1.27	2			0.0116
19	27.81	1.27	2			0.0129
20	31.07	1.27	2			0.0144
21	31.27	1.27	2			0.0145
22	31.27	1.27	2			0.0145
23	31.27	1.27	2			0.0145
24	31.27	1.27	2			0.0145
25	31.27	1.27	2			0.0145
26	31.07	1.27	2			0.0144
27	27.81	1.27	2			0.0129
#MURO						
3 a	26.34	2.00	3		0.0122	
3 b	26.34	2.00	3		0.0122	
5 a	104.13	1.00	1	0.0462		
5 b	80.97	1.00	1	0.0375		
6a	137.37	1.00	1	0.0636		
6b	120.58	1.00	1	0.0559		
		Dir a		0.1119	0.0122	0.3302
		Dir b		0.0934	0.0122	0.3302

$$Eo a = 0.362$$

$$Eo b = 0.356$$

SEGUNDO METODO DE EVALUACION

TERCER NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
1	19.89	1.27	2			0.0144
2	20.10	1.27	2			0.0148
3	19.97	1.27	2			0.0145
4	19.87	1.27	2			0.0144
5	19.52	1.27	2			0.0141
6	20.38	1.27	2			0.0148
7	21.44	1.27	2			0.0155
8	20.10	1.27	2			0.0148
9	19.89	1.27	2			0.0144
10	22.40	1.33	2			0.0182
11	22.89	1.27	2			0.0188
12	23.33	1.27	2			0.0189
13	22.80	1.27	2			0.0184
14	21.67	1.54	2			0.0157
15	23.24	1.27	2			0.0188
16	23.05	1.27	2			0.0187
17	22.83	1.27	2			0.0185
18	22.28	1.37	2			0.0181
19	24.70	1.27	2			0.0179
20	27.29	1.27	2			0.0198
21	27.30	1.27	2			0.0198
22	27.30	1.27	2			0.0198
23	27.30	1.27	2			0.0198
24	27.30	1.27	2			0.0198
25	27.30	1.27	2			0.0198
26	27.29	1.27	2			0.0198
27	24.70	1.27	2			0.0179
#MURC						
3 a	35.37	2.00	3		0.0258	
3 b	35.37	2.00	3		0.0258	
5 a	101.33	1.00	1	0.0734		
5 b	78.18	1.00	1	0.0566		
8a	135.01	1.00	1	0.0877		
8b	118.24	1.00	1	0.0858		
		Dir a		0.1711	0.0258	0.4531
		Dir b		0.1422	0.0258	0.4531

EO a = 0.459

EO b = 0.436

SEGUNDO METODO DE EVALUACION

CUARTO NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
1	17.31	1.27	2		0.0262	
2	17.69	1.27	2		0.0268	
3	17.28	1.27	2		0.0261	
4	17.23	1.27	2		0.0261	
5	17.23	1.27	2		0.0261	
6	17.75	1.27	2		0.0269	
7	17.73	1.27	2		0.0268	
8	17.69	1.27	2		0.0268	
9	17.31	1.27	2		0.0262	
10	18.71	2.29	3			0.0283
11	19.11	2.19	3			0.0269
12	19.02	2.22	3			0.0288
13	18.82	2.26	3			0.0285
14	18.53	2.33	3			0.0280
15	19.02	2.22	3			0.0288
16	19.17	2.18	3			0.0290
17	19.09	2.20	3			0.0289
18	18.66	2.30	3			0.0282
19	21.32	1.27	2		0.0323	
20	23.00	1.27	2		0.0348	
21	23.00	1.27	2		0.0348	
22	23.00	1.27	2		0.0348	
23	23.00	1.27	2		0.0348	
24	23.00	1.27	2		0.0348	
25	23.00	1.27	2		0.0348	
26	23.00	1.27	2		0.0348	
27	21.32	1.27	2		0.0323	
#MURO						
2 a	49.12	2.00	3			0.0743
2 b	49.12	2.00	3			0.0743
4 a	101.33	1.00	1	0.1534		
4 b	118.49	1.00	1	0.1793		
		Dir a		0.1534	0.5113	0.3318
		Dir b		0.1793	0.4791	0.3318

$$Eo a = 0.586$$

$$Eo b = 0.574$$

SEGUNDO METODO DE EVALUACION

PRIMER NIVEL EJE Y

# col	Vu y	F	Grupo	C1	C2	C3
1	16.26	2.65	3			0.0055
2	16.48	2.64	3			0.0056
3	16.89	2.82	3			0.0058
4	16.49	2.64	3			0.0058
5	16.13	2.66	3			0.0055
6	16.94	2.61	3			0.0058
7	18.21	2.64	3			0.0062
8	16.67	2.63	3			0.0057
9	16.29	2.65	3			0.0055
10	34.93	1.00	1	0.0119		
11	36.00	1.00	1	0.0123		
12	36.63	1.00	1	0.0125		
13	35.76	1.00	1	0.0122		
14	34.37	1.00	1	0.0117		
15	37.60	1.00	1	0.0129		
16	36.60	1.00	1	0.0125		
17	35.97	1.00	1	0.0122		
18	34.41	1.00	1	0.0117		
19	33.32	1.00	1	0.0113		
20	36.33	1.00	1	0.0124		
21	36.63	1.00	1	0.0125		
22	36.63	1.00	1	0.0125		
23	36.63	1.00	1	0.0125		
24	36.63	1.00	1	0.0125		
25	36.63	1.00	1	0.0125		
26	36.33	1.00	1	0.0124		
27	33.32	1.00	1	0.0113		
# MURO						
1 a	169.01	1.00	1	0.0783		
1 b	169.01	1.00	1	0.0783		
2 a	39.43	1.00	1	0.0134		
2 b	33.01	1.00	1	0.0112		
4 a	30.13	2.00	2		0.0103	
4 b	30.13	2.00	2		0.0103	
		Dir a		0.3113	0.0103	0.0512
		Dir b		0.3081	0.0103	0.0512

$$Eo a = 0.369$$

$$Eo b = 0.368$$

SEGUNDO METODO DE EVALUACION

SEGUNDO NIVEL EJE Y

# col	Vu y	F	Grupo	C1	C2	C3
1	22.23	1.27	2		0.0103	
2	22.52	1.27	2		0.0104	
3	22.82	1.27	2		0.0108	
4	22.42	1.27	2		0.0104	
5	21.93	1.27	2		0.0102	
6	23.03	1.27	2		0.0107	
7	24.75	1.27	2		0.0115	
8	22.68	1.27	2		0.0105	
9	22.23	1.27	2		0.0103	
10	37.82	1.00	1	0.0175		
11	38.28	1.00	1	0.0177		
12	38.76	1.00	1	0.0180		
13	38.06	1.00	1	0.0176		
14	37.05	1.00	1	0.0172		
15	39.31	1.00	1	0.0182		
16	38.64	1.00	1	0.0179		
17	38.26	1.00	1	0.0177		
18	37.26	1.00	1	0.0173		
19	38.35	1.00	1	0.0188		
20	38.61	1.00	1	0.0179		
21	38.76	1.00	1	0.0180		
22	38.76	1.00	1	0.0180		
23	38.76	1.00	1	0.0180		
24	38.76	1.00	1	0.0180		
25	38.76	1.00	1	0.0180		
26	38.61	1.00	1	0.0179		
27	38.35	1.00	1	0.0188		
#MURO						
1 a	165.35	1.00	1	0.0766		
1 b	165.35	1.00	1	0.0766		
2 a	42.67	1.00	1	0.0198		
2 b	34.71	1.00	1	0.0161		
4 a	40.01	2.00	3			0.0185
4 b	40.01	2.00	3			0.0185
		Dir a		0.4146	0.0948	0.0185
		Dir b		0.4109	0.0948	0.0185

$$Eo a = 0.416$$

$$Eo b = 0.413$$

SEGUNDO METODO DE EVALUACION
TERCER NIVEL EJE Y

# Col	Vu y	F	Grupo	C1	C2	C3
1	19.89	1.27	2		0.0144	
2	20.10	1.27	2		0.0146	
3	19.97	1.27	2		0.0145	
4	19.87	1.27	2		0.0144	
5	19.52	1.27	2		0.0141	
6	20.38	1.27	2		0.0148	
7	21.44	1.27	2		0.0155	
8	20.10	1.27	2		0.0148	
9	19.89	1.27	2		0.0144	
10	35.37	1.00	1	0.0256		
11	35.71	1.00	1	0.0259		
12	36.03	1.00	1	0.0281		
13	35.50	1.00	1	0.0257		
14	34.86	1.00	1	0.0252		
15	35.97	1.00	1	0.0280		
16	35.82	1.00	1	0.0259		
17	35.67	1.00	1	0.0256		
18	35.26	1.00	1	0.0255		
19	34.48	1.00	1	0.0250		
20	36.02	1.00	1	0.0281		
21	36.03	1.00	1	0.0281		
22	36.03	1.00	1	0.0281		
23	36.03	1.00	1	0.0281		
24	36.03	1.00	1	0.0281		
25	36.03	1.00	1	0.0281		
26	36.02	1.00	1	0.0281		
27	34.48	1.00	1	0.0250		
#MURO						
1 a	157.75	1.00	1	0.1142		
1 b	157.75	1.00	1	0.1142		
2 a	39.96	1.00	1	0.0289		
2 b	31.99	1.00	1	0.0232		
4 a	54.26	2.00	3			0.0393
4 b	54.26	2.00	3			0.0393
		Dir a		0.8075	0.1312	0.0393
		Dir b		0.8017	0.1312	0.0393

$$Eo a = 0.528$$

$$Eo b = 0.523$$

SEGUNDO METODO DE EVALUACION
CUARTO NIVEL EJE

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
1	17.31	1.27	2		0.0262	
2	17.69	1.27	2		0.0268	
3	17.26	1.27	2		0.0261	
4	17.23	1.27	2		0.0261	
5	17.23	1.27	2		0.0261	
6	17.75	1.27	2		0.0269	
7	17.73	1.27	2		0.0268	
8	17.69	1.27	2		0.0268	
9	17.31	1.27	2		0.0262	
10	32.96	1.00	1	0.0499		
11	33.21	1.00	1	0.0503		
12	33.15	1.00	1	0.0502		
13	33.02	1.00	1	0.0500		
14	32.85	1.00	1	0.0497		
15	33.15	1.00	1	0.0502		
16	33.24	1.00	1	0.0503		
17	33.19	1.00	1	0.0502		
18	32.93	1.00	1	0.0496		
19	32.88	1.00	1	0.0494		
20	33.54	1.00	1	0.0508		
21	33.54	1.00	1	0.0508		
22	33.54	1.00	1	0.0508		
23	33.54	1.00	1	0.0508		
24	33.54	1.00	1	0.0508		
25	33.54	1.00	1	0.0508		
26	33.54	1.00	1	0.0508		
27	32.66	1.00	1	0.0494		
#MURO						
1 a	37.64	1.00	1	0.0570		
1 b	15.8	2.00	3			0.0236
3 a	49.12	2.00	3			0.0743
3 b	49.12	2.00	3			0.0743
		Dir a		0.9618	0.2379	0.0743
		Dir b		0.9046	0.2379	0.0980

$$Eo a = 0.752$$

$$Eo b = 0.716$$

RESULTADOS OBTENIDOS

2DO METODO DE EVALUACION

 $I_s = E_o \cdot S_d \cdot T \cdot G$

NIVEL	EJE	DIR	E_o	S_d	T	I_s
1	x	a	0.486	0.950	0.930	0.429
		b	0.483			0.427
	y	a	0.369			0.326
		b	0.368			0.325
2	x	a	0.362			0.320
		b	0.358			0.316
	y	a	0.416			0.368
		b	0.413			0.365
3	x	a	0.459			0.406
		b	0.438			0.387
	y	a	0.528			0.466
		b	0.523			0.462
4	x	a	0.586			0.518
		b	0.574			0.507
	y	a	0.752			0.664
		b	0.716			0.633

4.4.3 3er Método de evaluación.-

De manera similar a los dos métodos anteriores elegimos la opción de crear/abrir un archivo, para el 3er método de evaluación.

- Especificamos el nombre del archivo que contendrá los datos necesarios de la edificación a analizar.
- A continuación detallamos como se realiza el ingreso de datos.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Nro de pisos de la Edificación: 4

CARGAS TOTALES POR PISO:

Carga total piso 1 (ton) = 2936.85

Carga total piso 2 (ton) = 2159.05

Carga total piso 3 (ton) = 1381.25

Carga total piso 4 (ton) = 660.67

INGRESO DE SECCIONES TIPICAS

Nro de secciones de Columna Típicas: 2

Nro de secciones de Viga Típica: 9

Datos de Columna típica:	1	2
Longitud eje x (cm) =	40	40
Longitud eje y (cm) =	40	60
Acero axial total (cm ²) =	31.4	37.1
Acero a tracción eje x (cm ²) =	12.85	15.70
Acero a tracción eje y (cm ²) =	12.85	18.55
Area acero por corte eje x (cm ²) =	2.84	2.84
Area acero por corte eje y (cm ²) =	2.84	2.13
Espacio promedio estribos(cm)=	30.0	30.0

Datos de Vigas Típicas:

Datos viga típica 1:

h(peralte de viga)(cm) = 65
 B(ancho de la viga)(cm) = 40
 As superior (cm²) = 25.02
 rec. superior (cm) = 4
 As inferior (cm²) = 19.32
 rec. inferior (cm) = 3
 Aw, area de estribo (cm²) = 0.95
 Espacio promedio estribos (cm) = 30

(La introducción de datos es como se ha mostrado, pero para resumir se presenta el siguiente cuadro de todas las vigas típicas existentes).

TIP	h*B (cm*cm)	As sup. (cm ²)	rec sup. (cm)	As inf. (cm ²)	rec inf. (cm)	Aw cm ²	S cm
1	65*40	25.02	3	19.32	3	.95	30
2	65*40	28.98	3	19.32	3	.95	30
3	65*40	23.28	3	17.34	3	.95	30
4	65*40	25.02	3	17.34	3	.95	30
5	25*45	19.32	3	19.32	3	.95	30
6	25*45	28.98	3	19.32	3	.95	30
7	25*45	17.34	3	17.34	3	.95	30
8	25*45	25.02	3	17.34	3	.95	30
9	65*40	25.02	3	13.62	3	.95	30
10	65*40	13.62	3	9.66	3	.95	30
11	65*40	19.32	3	9.66	3	.95	30
12	65*40	19.32	3	13.62	3	.95	30
13	65*40	19.32	3	7.68	3	.95	30
14	65*40	13.62	3	7.68	3	.95	30
15	65*40	19.32	3	19.32	3	.95	30
16	65*40	17.34	3	9.66	3	.95	30

Ingreso de Datos de Columnas.

Nro de col. piso 1 = 27

Enumere las columnas del nivel 1 de 1 a 27

Nro de col. piso 2 = 27

Enumere las columnas del nivel 2 de 28 a 54

Nro de col. piso 3 = 27

Enumere las columnas del nivel 3 de 55 a 81

Nro de col. piso 4 = 27

Enumere las columnas del nivel 4 de 82 a 108

A continuación Ingrese los datos de todas las columnas del nivel 1 identificadas con numeros desde 1 hasta 27

(S.T.S : Sección Típica Superior)

(S.T.I : Sección Típica Inferior)

(hx : Altura libre en la dirección X)

(hy : Altura libre en la dirección Y)

#col	S.T.S.	S.T.I.	hx(m)	hy(m)	Carga Axial(ton)
1	1	1	3.5	3.5	71.2
2	1	1	3.5	3.5	74.3
3	1	1	3.5	3.5	80.9
4	1	1	3.5	3.5	74.4
5	1	1	3.5	3.5	68.9
6	1	1	3.5	3.5	81.7
7	1	1	3.5	3.5	107.2
8	1	1	3.5	3.5	77.3
9	1	1	3.5	3.5	71.3
10	2	2	3.9	3.5	109.9
11	2	2	3.9	3.5	123.2
12	2	2	3.9	3.5	131.1
13	2	2	3.9	3.5	120.2
14	2	2	3.9	3.5	102.8
15	2	2	3.9	3.5	145.7
16	2	2	3.9	3.5	130.7
17	2	2	3.9	3.5	122.9
18	2	2	3.9	3.5	103.3
19	2	2	3.5	3.5	89.7
20	2	2	3.5	3.5	127.4
21	2	2	3.5	3.5	131.1
22	2	2	3.5	3.5	131.1
23	2	2	3.5	3.5	131.1
24	2	2	3.5	3.5	131.1
25	2	2	3.5	3.5	131.1
26	2	2	3.5	3.5	127.4
27	2	2	3.5	3.5	89.7

A continuación Ingrese los datos de todas las columnas del nivel 2 identificadas con numeros desde 28 hasta 54

#col	S.T.S.	S.T.I.	hx(m)	hy(m)	Carga Axial(ton)
28	1	1	2.35	2.35	52.4
29	1	1	2.35	2.35	54.9
30	1	1	2.35	2.35	57.6
31	1	1	2.35	2.35	54.1
32	1	1	2.35	2.35	49.9
33	1	1	2.35	2.35	59.5
34	1	1	2.35	2.35	76.4
35	1	1	2.35	2.35	56.3
36	1	1	2.35	2.35	52.4
37	2	2	2.75	2.35	82.1
38	2	2	2.75	2.35	90.8
39	2	2	2.75	2.35	96.8
40	2	2	2.75	2.35	88.0
41	2	2	2.75	2.35	75.4
42	2	2	2.75	2.35	103.7
43	2	2	2.75	2.35	95.3
44	2	2	2.75	2.35	90.5
45	2	2	2.75	2.35	78.1
46	2	2	2.35	2.35	66.7
47	2	2	2.35	2.35	94.9
48	2	2	2.35	2.35	96.8
49	2	2	2.35	2.35	96.8
50	2	2	2.35	2.35	96.8
51	2	2	2.35	2.35	96.8
52	2	2	2.35	2.35	96.8
53	2	2	2.35	2.35	94.9
54	2	2	2.35	2.35	66.7

A continuación Ingrese los datos de todas las columnas del nivel 3 identificadas con numeros desde 55 hasta 81

#col	S.T.S.	S.T.I.	hx(m)	hy(m)	Carga Axial(ton)
55	1	1	2.35	2.35	33.9
56	1	1	2.35	2.35	35.5
57	1	1	2.35	2.35	34.5
58	1	1	2.35	2.35	33.8
59	1	1	2.35	2.35	31.2
60	1	1	2.35	2.35	37.6
61	1	1	2.35	2.35	45.9
62	1	1	2.35	2.35	35.5
63	1	1	2.35	2.35	33.9
64	2	2	2.75	2.35	54.4
65	2	2	2.75	2.35	58.7
66	2	2	2.75	2.35	62.7
67	2	2	2.75	2.35	56.1
68	2	2	2.75	2.35	48.1

69	2	2	2.75	2.35	61.9
70	2	2	2.75	2.35	60.1
71	2	2	2.75	2.35	58.2
72	2	2	2.75	2.35	53.1
73	2	2	2.35	2.35	43.3
74	2	2	2.35	2.35	62.6
75	2	2	2.35	2.35	62.7
76	2	2	2.35	2.35	62.7
77	2	2	2.35	2.35	62.7
78	2	2	2.35	2.35	62.7
79	2	2	2.35	2.35	62.7
80	2	2	2.35	2.35	62.6
81	2	2	2.35	2.35	43.3

A continuación Ingrese los datos de todas las columnas del nivel 4 identificadas con numeros desde 82 hasta 108

#col	S.T.S.	S.T.I.	hx(m)	hy(m)	Carga Axial(ton)
82	1	1	2.35	2.35	16.1
83	1	1	2.35	2.35	18.6
84	1	1	2.35	2.35	15.8
85	1	1	2.35	2.35	15.6
86	1	1	2.35	2.35	15.6
87	1	1	2.35	2.35	19.0
88	1	1	2.35	2.35	18.9
89	1	1	2.35	2.35	18.6
90	1	1	2.35	2.35	16.1
91	2	2	2.75	2.35	24.3
92	2	2	2.75	2.35	27.4
93	2	2	2.75	2.35	26.7
94	2	2	2.75	2.35	25.1
95	2	2	2.75	2.35	22.9
96	2	2	2.75	2.35	26.7
97	2	2	2.75	2.35	27.8
98	2	2	2.75	2.35	27.2
99	2	2	2.75	2.35	23.9
100	2	2	2.35	2.35	20.6
101	2	2	2.35	2.35	31.6
102	2	2	2.35	2.35	31.6
103	2	2	2.35	2.35	31.6
104	2	2	2.35	2.35	31.6
105	2	2	2.35	2.35	31.6
106	2	2	2.35	2.35	31.6
107	2	2	2.35	2.35	31.6
108	2	2	2.35	2.35	20.6

Ingreso de Datos de Vigas.

Nro de Vigas en el piso 1: 42

Enumere las vigas del piso 1 desde 1 hasta 42

Nro de Vigas en el piso 2: 42

Enumere las vigas del piso 2 desde 43 hasta 84

Nro de Vigas en el piso 3: 42

Enumere las vigas del piso 3 desde 85 hasta 126

Nro de Vigas en el piso 4: 42

Enumere las vigas del piso 4 desde 126 hasta 168

A continuación Ingrese los datos de todas las vigas del nivel 1 identificadas con números desde 1 hasta 42.

(S.T.I. : Sección Típica Izquierda)

(S.T.D. : Sección Típica Derecha)

#viga	S.T.I	S.T.D.	Longitud
1	1	2	6.20
2	2	2	6.20
3	2	2	6.20
4	2	2	6.20
5	2	2	6.20
6	2	2	6.20
7	15	2	6.20
8	2	1	6.20
9	9	12	4.40
10	9	12	4.40
11	9	12	4.40
12	9	12	4.40
13	12	12	4.40
14	9	12	4.40
15	9	12	4.40
16	9	12	4.40
17	9	12	4.40
18	5	6	6.20
19	6	6	6.20
20	6	6	6.20
21	6	6	6.20
22	5	6	6.20
23	6	6	6.20
24	6	6	6.20
25	6	5	6.20
26	9	9	7.30
27	9	9	7.30
28	9	9	7.30
29	9	9	7.30

30	9	9	7.30
31	9	9	7.30
32	9	9	7.30
33	9	9	7.30
34	9	9	7.30
35	1	2	6.20
36	2	2	6.20
37	2	2	6.20
38	2	2	6.20
39	2	2	6.20
40	2	2	6.20
41	2	2	6.20
42	2	1	6.20

A continuación Ingrese los datos de todas las vigas del nivel 2 identificadas con números desde 43 hasta 84.

#viga	S.T.I	S.T.D.	Longitud
43	1	2	6.20
44	2	2	6.20
45	2	2	6.20
46	2	2	6.20
47	2	2	6.20
48	2	2	6.20
49	15	2	6.20
50	2	1	6.20
51	9	12	4.40
52	9	12	4.40
53	9	12	4.40
54	9	12	4.40
55	12	12	4.40
56	9	12	4.40
57	9	12	4.40
58	9	12	4.40
59	9	12	4.40
60	5	6	6.20
61	6	6	6.20
62	6	6	6.20
63	6	6	6.20
64	5	6	6.20
65	6	6	6.20
66	6	6	6.20
67	6	5	6.20
68	9	9	7.30
69	9	9	7.30
70	9	9	7.30
71	9	9	7.30
72	9	9	7.30
73	9	9	7.30
74	9	9	7.30
75	9	9	7.30

76	9	9	7.30
77	1	2	6.20
78	2	2	6.20
79	2	2	6.20
80	2	2	6.20
81	2	2	6.20
82	2	2	6.20
83	2	2	6.20
84	2	1	6.20

A continuación Ingrese los datos de todas las vigas del nivel
3 identificadas con números desde 85 hasta 126.

#viga	S.T.I	S.T.D.	Longitud
85	3	4	6.20
86	4	4	6.20
87	4	4	6.20
88	4	4	6.20
89	4	4	6.20
90	4	4	6.20
91	15	2	6.20
92	4	3	6.20
93	13	14	4.40
94	13	14	4.40
95	13	14	4.40
96	13	14	4.40
97	16	16	4.40
98	13	14	4.40
99	13	14	4.40
100	13	14	4.40
101	13	14	4.40
102	7	8	6.20
103	8	8	6.20
104	8	8	6.20
105	8	8	6.20
106	7	8	6.20
107	8	8	6.20
108	8	8	6.20
109	8	8	6.20
110	10	11	7.30
111	10	11	7.30
112	10	11	7.30
113	10	11	7.30
114	10	11	7.30
115	10	11	7.30
116	10	11	7.30
117	10	11	7.30
118	10	11	7.30
119	3	4	6.20
120	4	4	6.20
121	4	4	6.20
122	4	4	6.20

123	4	4	6.20
124	4	4	6.20
125	4	4	6.20
126	4	3	6.20

A continuación Ingrese los datos de todas las vigas del nivel 4 identificadas con números desde 127 hasta 168.

#viga	S.T.I	S.T.D.	Longitud
127	3	4	6.20
128	4	4	6.20
129	4	4	6.20
130	4	4	6.20
131	4	4	6.20
132	4	4	6.20
133	4	4	6.20
134	4	3	6.20
135	13	14	4.40
136	13	14	4.40
137	13	14	4.40
138	13	14	4.40
139	16	16	4.40
140	13	14	4.40
141	13	14	4.40
142	13	14	4.40
143	13	14	4.40
144	7	8	6.20
145	8	8	6.20
146	8	8	6.20
147	8	8	6.20
148	7	8	6.20
149	8	8	6.20
150	8	8	6.20
151	8	8	6.20
152	10	11	7.30
153	10	11	7.30
154	10	11	7.30
155	10	11	7.30
156	10	11	7.30
157	10	11	7.30
158	10	11	7.30
159	10	11	7.30
160	10	11	7.30
161	3	4	6.20
162	4	4	6.20
163	4	4	6.20
164	4	4	6.20
165	4	4	6.20
166	4	4	6.20
167	4	4	6.20
168	4	3	6.20

Ingreso de Conexión de elementos

Nro de pórticos // al eje X : 3
Nro de pórticos // al eje Y : 9

Pórtico Nro: 1 eje X
Nro. de Nudos: 36

Pórtico Nro: 2 eje X
Nro. de Nudos: 36

Pórtico Nro: 3 eje X
Nro. de Nudos: 36

Pórtico Nro: 1 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 2 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 3 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 4 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 5 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 6 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 7 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 8 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Pórtico Nro: 9 eje Y
Nro. de Nudos: 12

Ingreso de Elementos del Nudo

Pórtico 1 Eje X

Nudo 1
Nro de Col. Sup.: 28
Nro de Col. Inf.: 1
Nro de Viga Izq.: 0
Nro de Viga Der.: 1

Se continúa así en el programa. Aquí presentaremos los datos de la siguiente manera.

Pórtico 1 Eje X

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	28	1	0	1
2	29	2	1	2
3	30	3	2	3
4	31	4	3	4
5	32	5	4	5
6	33	6	5	6
7	34	7	6	7
8	35	8	7	8
9	36	9	8	0
10	55	28	0	43
11	56	29	43	44
12	57	30	44	45
13	58	31	45	46
14	59	32	46	47
15	60	33	47	48
16	61	34	48	49
17	62	35	49	50
18	63	36	50	0
19	82	55	0	85
20	83	56	85	86
21	84	57	86	87
22	85	58	87	88
23	86	59	88	89
24	87	60	89	90
25	88	61	90	91
26	89	62	91	92
27	90	63	92	0
28	0	82	0	127
29	0	83	127	128
30	0	84	128	129
31	0	85	129	130
32	0	86	130	131
33	0	87	131	132
34	0	88	132	133
35	0	89	133	134
36	0	90	134	0

Pórtico 2 Eje X

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	37	10	0	18
2	38	11	18	19
3	39	12	19	20
4	40	13	20	21
5	41	14	21	22
6	42	15	22	23
7	43	16	23	24

8	44	17	24	25
9	45	18	25	0
10	64	37	0	60
11	65	38	60	61
12	66	39	61	62
13	67	40	62	63
14	68	41	63	64
15	69	42	64	65
16	70	43	65	66
17	71	44	66	67
18	72	45	67	0
19	91	64	0	102
20	92	65	102	103
21	93	66	103	104
22	94	67	104	105
23	95	68	105	106
24	96	69	106	107
25	97	70	107	108
26	98	71	108	109
27	99	72	109	0
28	0	91	0	144
29	0	92	144	145
30	0	93	145	146
31	0	94	146	147
32	0	95	147	148
33	0	96	148	149
34	0	97	149	150
35	0	98	150	151
36	0	99	151	0

Pórtico 3 Eje X

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
	46	19	0	35
2	47	20	35	36
3	48	21	36	37
4	49	22	37	38
5	50	23	38	39
6	51	24	39	40
7	52	25	40	41
8	53	26	41	42
9	54	27	42	0
10	73	46	0	77
11	74	47	77	78
12	75	48	78	79
13	76	49	79	80
14	77	50	80	81
15	78	51	81	82
16	79	52	82	83
17	80	53	83	84
18	81	54	84	0
19	100	73	0	119
20	101	74	119	120
21	102	75	120	121

22	103	76	121	122
23	104	77	122	123
24	105	78	123	124
25	106	79	124	125
26	107	80	125	126
27	108	81	126	0
28	0	100	0	161
29	0	101	161	162
30	0	102	162	163
31	0	103	163	164
32	0	104	164	165
33	0	105	165	166
34	0	106	166	167
35	0	107	167	168
36	0	108	168	0

Pórtico 1 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	46	19	0	26
2	37	10	26	9
3	28	1	9	0
4	73	46	0	68
5	64	37	68	51
6	55	28	51	0
7	100	73	0	110
8	91	64	110	93
9	82	55	93	0
10	0	100	0	152
11	0	91	152	135
12	0	82	135	0

Pórtico 2 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	47	20	0	27
2	38	11	27	10
3	29	2	10	0
4	74	47	0	69
5	65	38	69	52
6	56	29	52	0
7	101	74	0	111
8	92	65	111	94
9	83	56	94	0
10	0	101	0	153
11	0	92	153	136
12	0	83	136	0

Pórtico 3 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
------	----------------------	----------------------	-----------------------	---------------------

1	48	21	0	28
2	39	12	28	11
3	30	3	11	0
4	75	48	0	70
5	66	39	70	53
6	57	30	53	0
7	102	75	0	112
8	93	66	112	95
9	84	57	95	0
10	0	102	0	154
11	0	93	154	137
12	0	84	137	0

Pórtico 4 Eje y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	49	22	0	29
2	40	13	29	12
3	31	4	12	0
4	76	49	0	71
5	67	40	71	54
6	58	31	54	0
7	103	76	0	113
8	94	67	113	96
9	85	58	96	0
10	0	103	0	155
11	0	94	155	138
12	0	85	138	0

Pórtico 5 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	50	23	0	30
2	41	14	30	13
3	32	5	13	0
4	77	50	0	72
5	68	41	72	55
6	59	32	55	0
7	104	77	0	114
8	95	68	114	97
9	86	59	97	0
10	0	104	0	156
11	0	95	156	139
12	0	86	139	0

Pórtico 6 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	51	24	0	31
2	42	15	31	14
3	33	6	14	0

1	48	21	0	28
2	39	12	28	11
3	30	3	11	0
4	75	48	0	70
5	66	39	70	53
6	57	30	53	0
7	102	75	0	112
8	93	66	112	95
9	84	57	95	0
10	0	102	0	154
11	0	93	154	137
12	0	84	137	0

Pórtico 4 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig Derecha
1	49	22	0	29
2	40	13	29	12
3	31	4	12	0
4	76	49	0	71
5	67	40	71	54
6	58	31	54	0
7	103	76	0	113
8	94	67	113	96
9	85	58	96	0
10	0	103	0	155
11	0	94	155	138
12	0	85	138	0

Pórtico 5 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	50	23	0	30
2	41	14	30	13
3	32	5	13	0
4	77	50	0	72
5	68	41	72	55
6	59	32	55	0
7	104	77	0	114
8	95	68	114	97
9	86	59	97	0
10	0	104	0	156
11	0	95	156	139
12	0	86	139	0

Pórtico 6 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	51	24	0	31
2	42	15	31	14
3	33	6	14	0

4	78	51	0	73
5	69	42	73	56
6	60	33	56	0
7	105	78	0	115
8	96	69	115	98
9	87	60	98	0
10	0	105	0	157
11	0	96	157	140
12	0	87	140	0

Pórtico 7 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	52	25	0	32
2	43	16	32	15
3	34	7	15	0
4	79	52	0	74
5	70	43	74	57
6	61	34	57	0
7	106	79	0	116
8	97	70	116	99
9	88	61	99	0
10	0	106	0	158
11	0	97	158	141
12	0	88	141	0

Pórtico 8 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	53	26	0	33
2	44	17	33	16
3	35	8	16	0
4	80	53	0	75
5	71	44	75	58
6	62	35	58	0
7	107	80	0	117
8	98	71	117	100
9	89	62	100	0
10	0	107	0	159
11	0	98	159	142
12	0	89	142	0

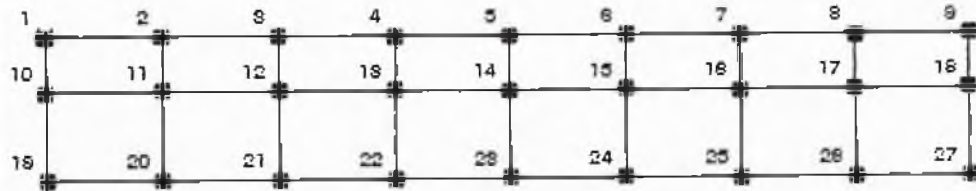
Pórtico 9 Eje Y

Nudo	Nro.Col. Superior	Nro.Col. Inferior	Nro.Vig. Izquierda	Nro.Vig. Derecha
1	54	27	0	34
2	45	18	34	17
3	36	9	17	0
4	81	54	0	76
5	72	45	76	59
6	63	36	59	0

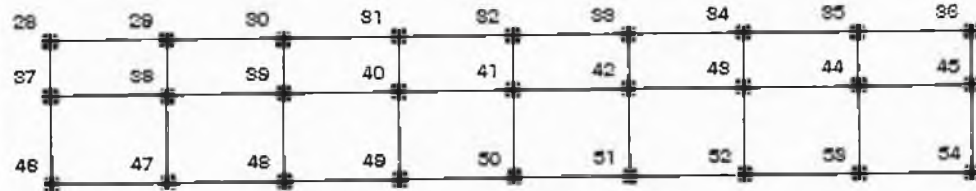
7	108	81	0	118
8	99	72	118	101
9	90	63	101	0
10	0	108	0	160
11	0	99	160	143
12	0	90	143	0

Concluida la creación del archivo de datos, se procederá a ejecutar la opción de ejecución del 3er método de evaluación cuyos resultados se muestran en la pag. 184.

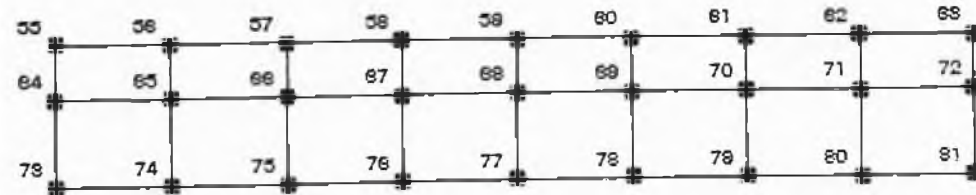
ENUMERACION DE COLUMNAS



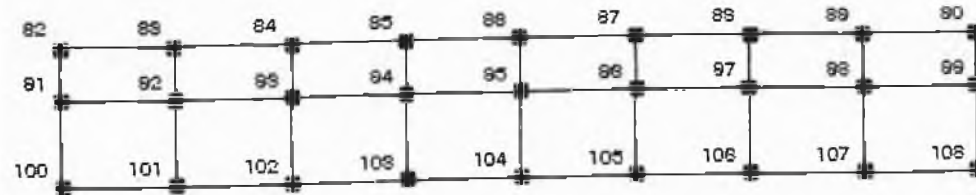
1ER NIVEL



2DO NIVEL

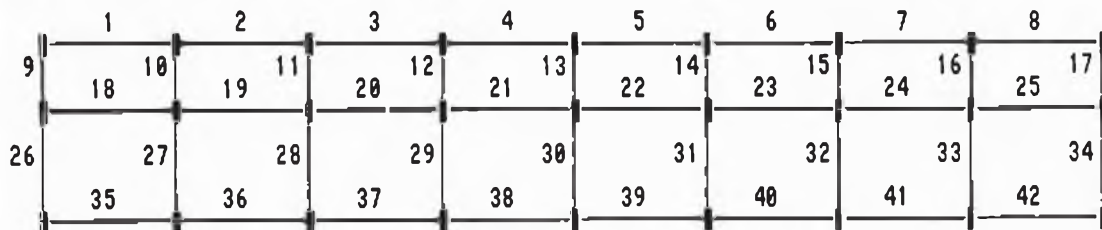


3ER NIVEL

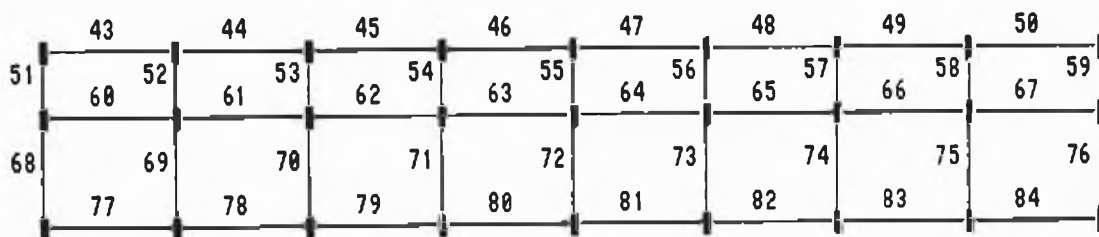


4TO NIVEL

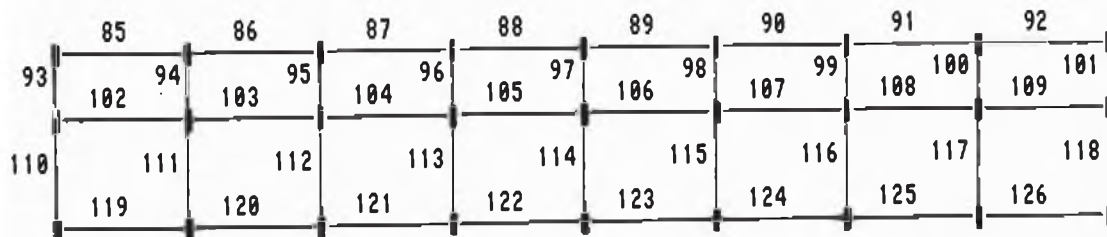
ENUMERACION DE VIGAS



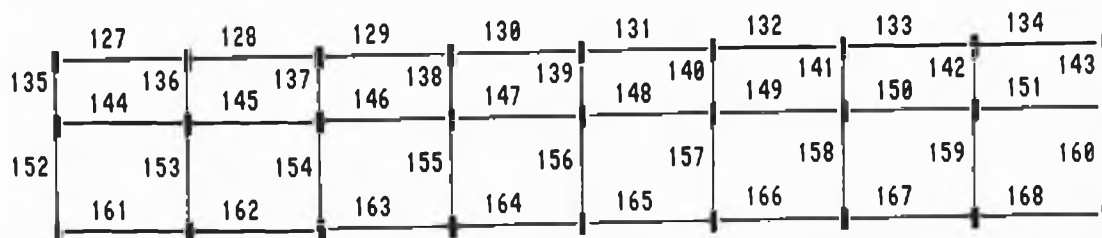
1ER NIVEL



2DO NIVEL

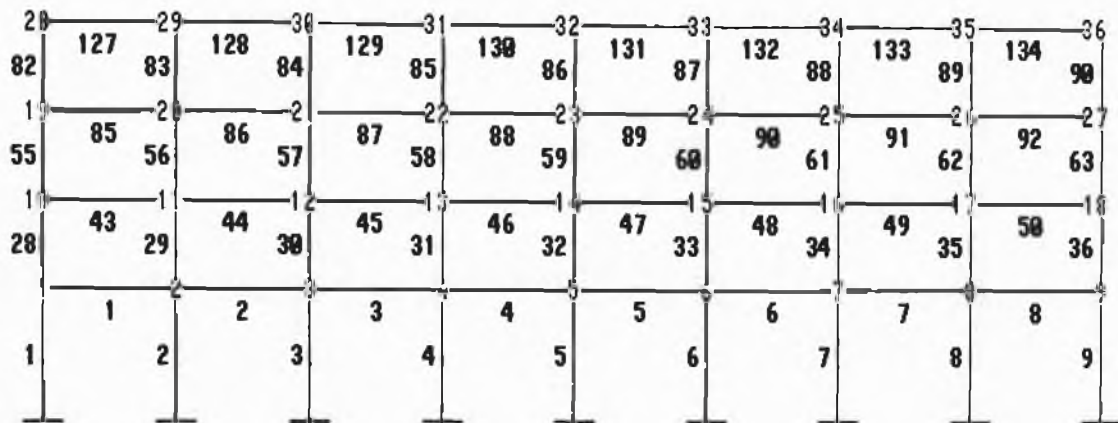


3ER NIVEL

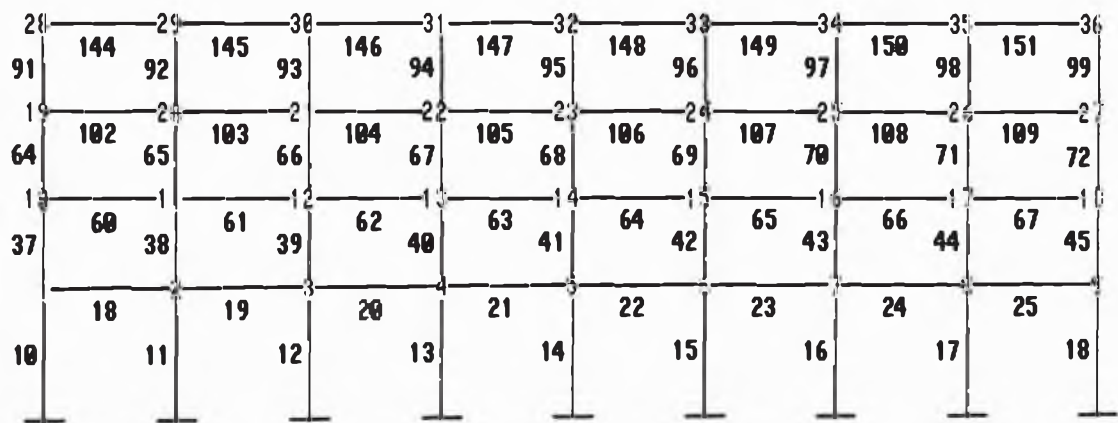


4TO NIVEL

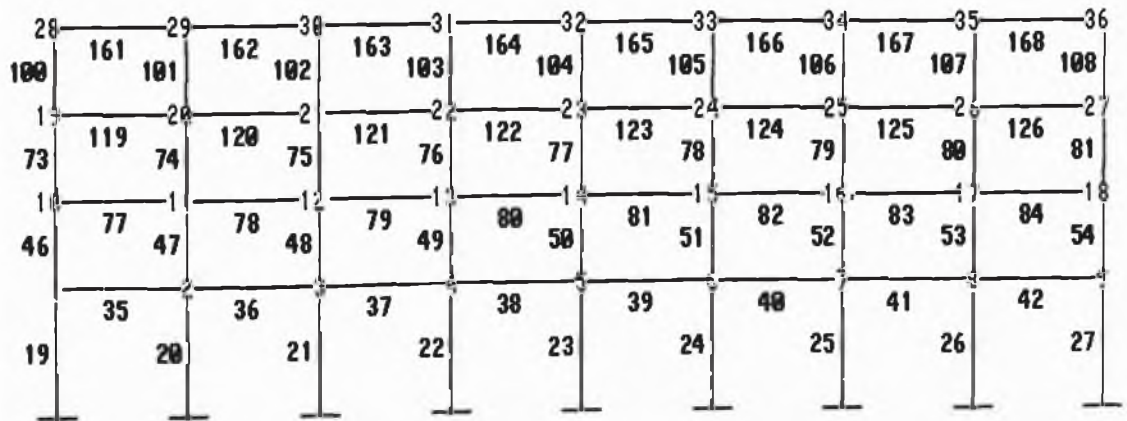
ENUMERACION DE VIGAS, COLUMNAS Y NUDOS POR PORTICOS



PORTICO A

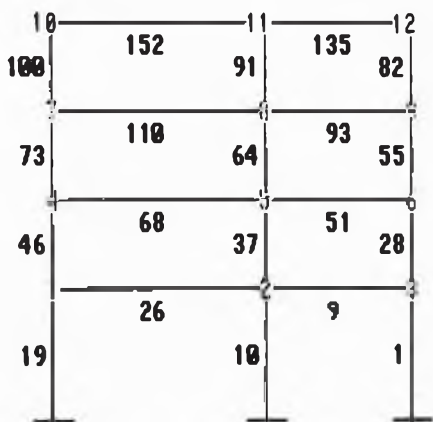


PORTICO B

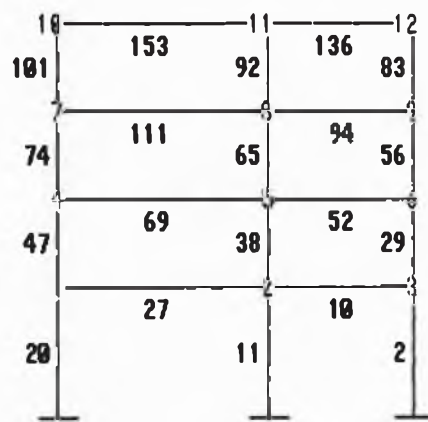


PORTICO C

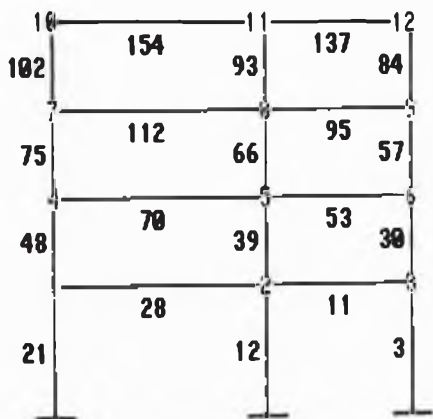
ENUMERACION DE VIGAS, COLUMNAS Y NUDOS POR PORTICOS



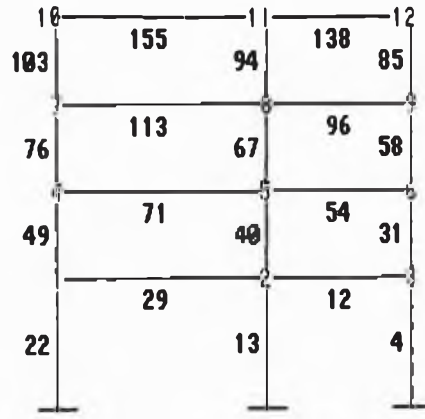
PORTICO NRO 1



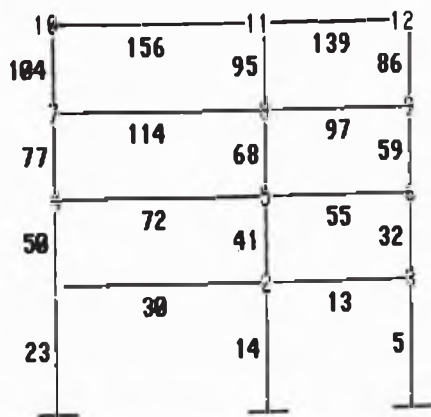
PORTICO NRO 2



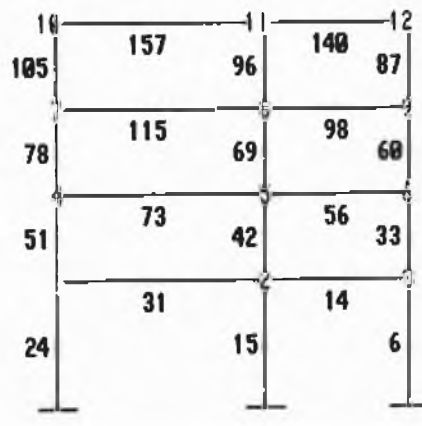
PORTICO NRO 3



PORTICO NRO 4

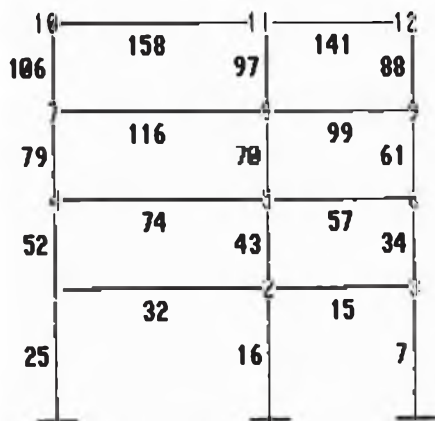


PORTICO NRO 5

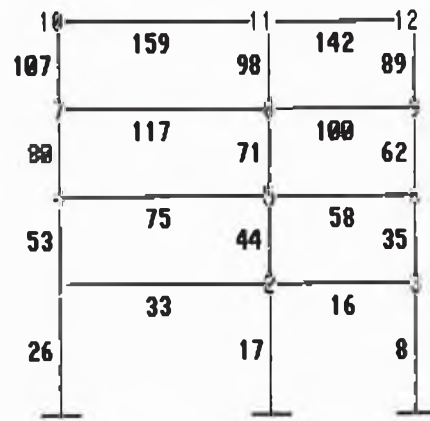


PORTICO NRO 6

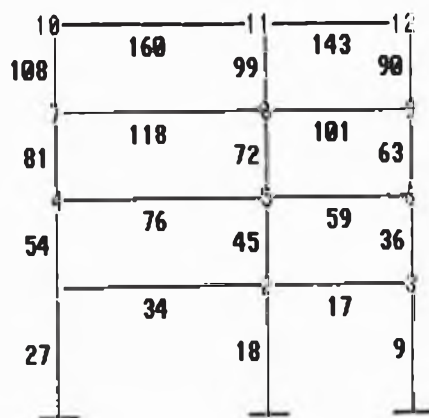
ENUMERACION DE VIGAS, COLUMNAS Y NUDOS POR PORTICOS



PORTICO NRO 7



PORTICO NRO 8



PORTICO NRO 9

Mtos y cortantes de vigas

#viga	Mis (tn-m)	Mii (tn-m)	Mds (tn-m)	Mdi (tn-m)	Vfa (tn)	Vfb (tn)	Vca (tn)	Vcb (tn)
1	58.64	45.28	67.92	45.28	18.26	16.76	21.38	21.18
2	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
3	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
4	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
5	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
6	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
7	45.28	45.28	67.92	45.28	18.26	14.61	21.38	20.86
8	67.92	45.28	58.64	45.28	16.76	18.26	21.18	21.38
9	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
10	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
11	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
12	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
13	45.28	31.92	45.28	31.92	17.55	17.55	24.27	24.27
14	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
15	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
16	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
17	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
18	16.07	16.07	24.10	16.07	6.48	5.18	5.95	5.86
19	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
20	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
21	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
22	16.07	16.07	24.10	16.07	6.48	5.18	5.95	5.86
23	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
24	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
25	24.10	16.07	16.07	16.07	5.18	6.48	5.86	5.95
26	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
27	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
28	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
29	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
30	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
31	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40

#viga	Mis (tn-m)	Mii (tn-m)	Mds (tn-m)	Mdi (tn-m)	Vfa (tn)	Vfb (tn)	Vca (tn)	Vcb (tn)
32	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
33	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
34	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
35	58.64	45.28	67.92	45.28	18.26	16.76	21.38	21.18
36	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
37	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
38	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
39	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
40	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
41	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
42	67.92	45.28	58.64	45.28	16.76	18.26	21.18	21.38
43	58.64	45.28	67.92	45.28	18.26	16.76	21.38	21.18
44	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
45	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
46	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
47	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
48	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
49	45.28	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
50	67.92	45.28	58.64	45.28	16.76	14.61	21.38	20.86
51	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	18.26	21.18	21.38
52	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
53	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
54	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
55	45.28	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
56	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	17.55	24.27	24.27
57	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
58	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
59	58.64	31.92	45.28	31.92	17.55	20.58	24.27	24.77
60	16.07	16.07	24.10	16.07	6.48	5.18	5.95	5.86
61	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
62	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
63	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
64	16.07	16.07	24.10	16.07	6.48	5.18	5.95	5.86

#viga	Mis (tn-m)	Mii (tn-m)	Mds (tn-m)	Mdi (tn-m)	Vfa (tn)	Vfb (tn)	Vca (tn)	Vcb (tn)
65	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
66	24.10	16.07	24.10	16.07	6.48	6.48	5.95	5.95
67	24.10	16.07	16.07	16.07	5.18	6.48	5.86	5.95
68	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
69	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
70	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
71	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
72	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
73	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
74	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
75	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
76	58.64	31.92	58.64	31.92	12.41	12.41	19.40	19.40
77	58.64	45.28	67.92	45.28	18.26	16.76	21.38	21.18
78	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
79	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
80	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
81	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
82	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
83	67.92	45.28	67.92	45.28	18.26	18.26	21.38	21.38
84	67.92	45.28	58.64	45.28	16.76	18.26	21.18	21.38
85	54.56	40.64	58.64	40.64	16.01	15.35	21.07	20.97
86	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
87	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
88	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
89	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
90	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
91	45.28	45.28	67.92	45.28	18.26	14.61	21.38	20.86
92	58.64	40.64	54.56	40.64	15.35	16.01	20.97	21.07
93	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
94	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
95	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
96	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
97	40.64	22.64	40.64	22.64	14.38	14.38	23.68	23.68

#viga	Mis (tn-m)	Mii (tn-m)	Mds (tn-m)	Mdi (tn-m)	Vfa (tn)	Vfb (tn)	Vca (tn)	Vcb (tn)
98	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
99	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
100	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
101	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
102	14.42	14.42	20.81	14.42	5.68	4.65	5.89	5.81
103	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
104	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
105	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
106	14.42	14.42	20.81	14.42	5.68	4.65	5.89	5.81
107	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
108	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
109	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
110	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
111	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
112	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
113	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
114	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
115	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
116	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
117	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
118	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
119	54.56	40.64	58.64	40.64	16.01	15.35	21.07	20.97
120	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
121	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
122	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
123	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
124	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
125	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
126	58.64	40.64	54.56	40.64	15.35	16.01	20.97	21.07
127	54.56	40.64	58.64	40.64	16.01	15.35	21.07	20.97
128	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
129	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
130	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07

#viga	Mis (tn-m)	Mii (tn-m)	Mds (tn-m)	Mdi (tn-m)	Vfa (tn)	Vfb (tn)	Vca (tn)	Vcb (tn)
131	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
132	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
133	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
134	58.64	40.64	54.56	40.64	15.35	16.01	20.97	21.07
135	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
136	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
137	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
138	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
139	40.64	22.64	40.64	22.64	14.38	14.38	23.68	23.68
140	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
141	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
142	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
143	45.28	18.00	31.92	18.00	11.35	14.38	23.00	23.68
144	14.42	14.42	20.81	14.42	5.68	4.65	5.89	5.81
145	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
146	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
147	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
148	14.42	14.42	20.81	14.42	5.68	4.65	5.89	5.81
149	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
150	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
151	20.81	14.42	20.81	14.42	5.68	5.68	5.89	5.89
152	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
153	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
154	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
155	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
156	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
157	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
158	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
159	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
160	31.92	22.64	45.28	22.64	9.30	7.47	18.86	18.48
161	54.56	40.64	58.64	40.64	16.01	15.35	21.07	20.97
162	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
163	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07

#viga	Mis (tn-m)	Mii (tn-m)	Mds (tn-m)	Mdi (tn-m)	Vfa (tn)	Vfb (tn)	Vca (tn)	Vcb (tn)
164	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
165	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
166	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
167	58.64	40.64	58.64	40.64	16.01	16.01	21.07	21.07
168	58.64	40.64	54.56	40.64	15.35	16.01	20.97	1.07

Mtos en Nudos

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
1	1	48.93	0.00	30.56	31.75	62.31	48.93
1	2	48.93	0.00	29.27	19.66	63.10	120.50
1	3	48.93	71.57	30.96	32.14	64.31	120.50
1	4	31.55	31.55	30.96	32.14	62.98	120.50
1	5	48.93	71.57	31.38	32.93	61.60	121.42
1	6	32.16	32.16	31.38	32.93	64.69	121.42
1	7	48.93	71.57	30.83	32.15	69.54	121.42
1	8	31.49	31.49	30.83	32.15	63.69	121.08
1	9	49.39	72.03	30.15	31.45	62.32	61.99
1	10	30.80	30.80	30.15	31.45	57.90	47.56
1	11	49.39	72.03	31.67	33.02	58.60	117.76
1	12	32.35	32.35	31.67	33.02	58.84	115.68
1	13	49.39	72.03	34.03	35.51	58.15	116.72
1	14	34.77	34.77	34.03	35.51	56.98	116.72
1	15	49.05	72.03	31.18	32.51	59.70	116.72
1	16	31.84	31.84	31.18	32.51	31.67	31.67
1	17	0.00	61.99	30.56	31.76	28.03	28.03
1	18	0.00	61.99	37.09	24.90	28.03	28.03
1	19	47.56	0.00	27.34	30.56	28.03	28.03
1	20	47.56	0.00	23.78	23.78	28.03	28.03
1	21	47.56	70.20	27.64	30.96	28.03	28.03
1	22	29.30	29.30	27.64	30.96	28.03	28.03
1	23	46.52	69.16	27.46	31.38	28.03	28.03
1	24	29.42	29.42	27.46	31.38	28.03	28.03
1	25	47.04	69.68	27.32	30.83	28.03	28.03
1	26	29.08	29.08	27.32	30.83	28.03	28.03
1	27	47.04	69.68	26.83	30.15	28.03	28.03
1	28	28.49	28.49	26.83	30.15	28.03	28.03
1	29	47.04	69.68	28.03	31.67	28.03	28.03
1	30	29.85	29.85	28.03	31.67	28.03	28.03

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
1	16	46.52	69.16	29.49	34.03	63.52	115.68
		31.76	31.76	29.49	34.03		
1	17	46.90	69.68	27.64	31.18	58.82	116.58
		29.41	29.41	27.64	31.18		
1	18	0.00	60.09	27.34	30.56	57.90	60.09
		0.00	57.90	27.34	30.56		
1	19	40.88	0.00	23.80	27.34	51.14	40.88
		40.88	0.00	20.44	20.44		
1	20	40.88	58.88	24.32	27.64	51.96	99.76
		25.98	25.98	24.32	27.64		
1	21	40.88	58.88	23.73	27.46	51.19	99.76
		25.59	25.59	23.73	27.46		
1	22	40.88	58.88	23.69	27.32	51.01	99.76
		25.51	25.51	23.69	27.32		
1	23	40.88	58.88	23.69	26.83	50.52	99.76
		25.26	25.26	23.69	26.83		
1	24	40.88	58.88	24.41	28.03	52.44	99.76
		26.22	26.22	24.41	28.03		
1	25	47.04	60.18	24.38	29.49	53.87	107.22
		26.94	26.94	24.38	29.49		
1	26	42.12	69.68	24.32	27.64	51.96	111.80
		25.98	25.98	24.32	27.64		
1	27	0.00	55.89	23.80	27.34	51.14	55.89
		0.00	51.14	23.80	27.34		
1	28	40.88	0.00	0.00	23.80	23.80	40.88
		23.80	0.00	0.00	23.80		
1	29	40.88	58.88	0.00	24.32	24.32	99.76
		12.16	12.16	0.00	24.32		
1	30	40.88	58.88	0.00	23.73	23.73	99.76
		11.86	11.86	0.00	23.73		
1	31	40.88	58.88	0.00	23.69	23.69	99.76
		11.84	11.84	0.00	23.69		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
1	32	40.88	58.88	0.00	23.69	23.69	99.76
1	33	11.84	11.84	0.00	23.69	24.41	99.76
1	34	40.88	58.88	0.00	24.41	24.38	99.76
1	35	12.20	12.20	0.00	24.38	24.32	99.75
1	36	40.87	58.88	0.00	24.32	23.80	54.79
2	1	12.16	12.16	0.00	23.80	83.26	17.36
2	2	0.00	23.80	0.00	42.71	86.18	42.76
2	3	17.36	0.00	40.55	7.18	87.92	42.76
2	4	17.36	0.00	10.18	44.30	85.41	42.76
2	5	17.36	25.40	41.88	17.68	81.27	42.76
2	6	17.36	25.40	25.08	45.17	90.36	42.76
2	7	17.36	25.40	42.75	17.68	87.67	42.76
2	8	17.36	25.40	25.08	43.95	86.10	40.34
2	9	16.14	24.20	41.46	17.68	81.77	16.14
2	10	17.36	25.40	25.08	41.79	76.40	16.63
2	11	17.36	25.40	39.48	17.68	78.50	41.42
		17.36	25.40	25.08	46.64		
		17.36	25.40	43.72	17.68		
		17.36	25.40	25.08	45.13		
		17.36	25.40	42.54	17.68		
		17.36	25.40	25.08	44.27		
		16.14	24.20	41.83	16.68		
		16.14	24.20	23.66	16.68		
		0.00	16.14	39.91	41.86		
		0.00	16.14	9.47	6.67		
		16.63	0.00	35.85	40.55		
		16.63	0.00	8.32	8.32		
		16.69	24.73	36.62	41.88		
		16.69	24.73	20.71	20.71		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
2	12	16.69	24.73	37.33	42.75	80.08	41.42
2	13	16.69	24.73	20.71	20.71	77.62	41.29
2	14	16.63	24.66	36.16	41.46	74.16	40.36
2	15	16.63	24.66	20.65	20.65	80.91	40.36
2	16	16.16	24.20	34.68	39.48	79.41	40.36
2	17	16.16	24.20	20.18	20.18	78.36	40.34
2	18	16.16	24.20	36.87	42.54	75.52	16.14
2	19	16.14	24.20	20.18	20.18	65.79	14.91
2	20	16.14	24.20	36.53	41.83	67.20	36.33
2	21	16.14	24.20	20.17	20.17	67.77	36.33
2	22	0.00	16.14	35.61	39.91	66.26	36.21
2	23	0.00	16.14	8.07	8.07	64.32	36.21
2	24	14.91	0.00	29.94	35.85	67.63	36.00
2	25	14.91	0.00	7.46	7.46	67.54	35.77
2	26	14.97	21.36	30.58	36.62	67.07	35.77
2	27	14.97	21.36	18.17	18.17	65.46	21.19
2	28	14.97	21.36	30.44	37.33	10.59	
2	29	14.97	21.36	18.17	18.17		
2	30	14.91	21.30	30.10	36.16		
2	31	14.91	21.30	18.11	18.11		
2	32	14.91	21.30	29.64	34.68		
2	33	14.91	21.30	18.11	18.11		
2	34	14.81	21.19	30.44	37.19		
2	35	14.81	21.19	18.00	18.00		
2	36	14.69	21.08	30.67	36.87		
2	37	14.69	21.08	17.89	17.89		
2	38	14.69	21.08	30.54	36.53		
2	39	14.69	21.08	17.89	17.89		
2	40	0.00	21.19	29.85	35.61		
2	41	0.00	21.19	10.59	10.59		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	MCS (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
2	28	14.51	0.00	0.00	29.94	29.94	14.51
		14.51	0.00	0.00	14.51		
2	29	14.51	20.89	0.00	30.58	30.58	35.40
		15.29	15.29	0.00	30.58		
2	30	14.51	20.89	0.00	30.44	30.44	35.40
		15.22	15.22	0.00	30.44		
2	31	14.51	20.89	0.00	30.10	30.10	35.40
		15.05	15.05	0.00	30.10		
2	32	14.51	20.89	0.00	29.64	29.64	35.40
		14.82	14.82	0.00	29.64		
2	33	14.51	20.89	0.00	30.44	30.44	35.40
		15.22	15.22	0.00	30.44		
2	34	14.42	20.81	0.00	30.67	30.67	35.23
		15.34	15.34	0.00	30.67		
2	35	14.42	20.81	0.00	30.54	30.54	35.23
		15.27	15.27	0.00	30.54		
2	36	0.00	20.81	0.00	29.85	29.85	20.81
		0.00	20.81	0.00	20.81		
3	1	45.55	0.00	38.24	39.94	78.18	45.55
		45.55	0.00	27.25	18.30		
3	2	45.55	68.19	42.72	44.73	87.45	113.74
		43.72	43.72	42.72	44.73		
3	3	47.56	70.20	43.00	45.13	88.13	117.76
		44.06	44.06	43.00	45.13		
3	4	47.92	70.56	43.00	45.13	88.13	118.48
		44.06	44.06	43.00	45.13		
3	5	47.40	70.04	43.00	45.13	88.13	117.44
		44.06	44.06	43.00	45.13		
3	6	47.56	70.20	43.00	45.13	88.13	117.76
		44.06	44.06	43.00	45.13		
3	7	47.04	69.68	43.00	45.13	88.13	116.72
		44.06	44.06	43.00	45.13		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
3	8	47.71	70.56	42.72	44.73	87.45	118.27
		43.72	43.72	42.72	44.73		
3	9	0.00	60.09	38.24	39.94	78.18	60.09
		0.00	60.09	35.95	24.14		
3	10	45.55	0.00	33.96	38.24	72.20	45.55
		45.55	0.00	22.78	22.78		
3	11	45.55	68.19	37.52	42.72	80.24	113.74
		40.12	40.12	37.52	42.72		
3	12	45.55	68.19	37.54	43.00	80.54	113.74
		40.27	40.27	37.54	43.00		
3	13	45.55	68.19	37.54	43.00	80.54	113.74
		40.27	40.27	37.54	43.00		
3	14	45.55	68.19	37.54	43.00	80.54	113.74
		40.27	40.27	37.54	43.00		
3	15	45.55	68.19	37.54	43.00	80.54	113.74
		40.27	40.27	37.54	43.00		
3	16	45.55	68.19	37.54	43.00	80.54	113.74
		40.27	40.27	37.54	43.00		
3	17	45.53	68.19	37.52	42.72	80.24	113.72
		40.12	40.12	37.52	42.72		
3	18	0.00	58.89	33.96	38.24	72.20	58.89
		0.00	58.89	29.45	29.45		
3	19	41.25	0.00	29.32	33.96	63.28	41.25
		41.25	0.00	20.63	20.63		
3	20	41.25	59.25	31.62	37.52	69.14	100.50
		34.57	34.57	31.62	37.52		
3	21	42.18	60.18	31.62	37.54	69.16	102.36
		34.58	34.58	31.62	37.54		
3	22	41.41	59.41	31.62	37.54	69.16	100.82
		34.58	34.58	31.62	37.54		
3	23	40.71	58.71	31.62	37.54	69.16	99.42
		34.58	34.58	31.62	37.54		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
3	24	40.71	58.71	31.62	37.54	69.16	99.42
3	25	34.58	34.58	31.62	37.54	69.16	99.42
3	26	40.71	58.71	31.62	37.54	69.14	99.42
3	27	34.57	34.57	31.62	37.52	63.28	54.79
3	28	0.00	54.79	29.32	33.96	29.32	40.64
3	29	0.00	54.79	27.39	27.39	31.62	99.42
3	30	40.64	0.00	0.00	29.32	31.62	99.42
3	31	29.32	0.00	0.00	29.32	31.62	99.42
3	32	40.71	58.71	0.00	31.62	31.62	99.42
3	33	15.81	15.81	0.00	31.62	31.62	99.42
3	34	40.71	58.71	0.00	31.62	31.62	99.42
3	35	15.81	15.81	0.00	31.62	31.62	99.42
3	36	40.71	58.71	0.00	31.62	29.32	54.63
1	1	0.00	54.63	0.00	29.32	130.40	32.11
1	2	0.00	29.32	0.00	29.32	138.29	96.55
1	3	32.11	0.00	64.08	66.32	62.31	48.79
1	3	32.11	0.00	19.21	12.90		
1	3	35.43	61.12	67.89	70.40		
1	3	35.43	61.12	57.76	38.79		
1	3	0.00	48.79	30.56	31.75		
1	3	0.00	48.79	29.19	19.60		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
1	4	32.11	0.00	57.66	64.08	121.74	32.11
1	5	32.11	0.00	16.05	16.05	128.69	93.15
1	6	33.44	59.71	60.80	67.89	57.90	47.47
1	7	33.44	59.71	46.58	46.58	108.36	23.00
1	8	0.00	47.47	27.34	30.56	112.68	65.06
1	9	0.00	47.47	23.73	23.73	51.14	32.09
1	10	23.00	0.00	50.70	57.66	50.70	22.64
1	11	23.00	0.00	11.50	11.50	51.88	63.59
1	12	18.98	46.08	51.88	60.80	23.80	32.09
1	1	18.98	46.08	32.53	32.53	144.29	32.11
2	2	0.00	32.09	23.80	27.34	142.69	96.55
2	3	0.00	32.09	16.05	16.05	63.10	48.79
2	4	22.64	0.00	0.00	50.70	133.81	32.11
2	5	22.64	0.00	0.00	22.64	131.87	93.45
2	6	18.17	45.42	0.00	51.88	58.60	47.47
2	7	32.37	19.51	0.00	51.88	117.17	23.00
2	1	0.00	32.09	0.00	23.80	11.50	11.50
2	2	0.00	23.80	0.00	23.80	63.01	70.80
2	3	32.11	0.00	70.80	73.49	16.05	16.05
2	4	32.11	0.00	19.21	12.90	61.97	69.90
2	5	35.43	61.12	69.90	72.79	46.73	46.73
2	6	35.43	61.12	57.76	38.79	27.64	27.64
2	7	0.00	48.79	30.96	32.14	23.73	23.73
2	1	0.00	48.79	29.19	19.60	54.16	11.50
2	2	32.11	0.00	63.01	70.80	11.50	11.50
2	3	32.11	0.00	16.05	16.05	0.00	0.00
2	4	33.61	59.84	61.97	69.90	0.00	0.00
2	5	33.61	59.84	46.73	46.73	0.00	0.00
2	6	0.00	47.47	27.64	30.96	0.00	0.00
2	7	0.00	47.47	23.73	23.73	0.00	0.00
2	1	23.00	0.00	54.16	63.01	0.00	0.00
2	2	23.00	0.00	11.50	11.50	0.00	0.00

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
1	4	32.11	0.00	57.66	64.08	121.74	32.11
		32.11	0.00	16.05	16.05		
1	5	33.44	59.71	60.80	67.89	128.69	93.15
		33.44	59.71	46.58	46.58		
1	6	0.00	47.47	27.34	30.56	57.90	47.47
		0.00	47.47	23.73	23.73		
1	7	23.00	0.00	50.70	57.66	108.36	23.00
		23.00	0.00	11.50	11.50		
1	8	18.98	46.08	51.88	60.80	112.68	65.06
		18.98	46.08	32.53	32.53		
1	9	0.00	32.09	23.80	27.34	51.14	32.09
		0.00	32.09	16.05	16.05		
1	10	22.64	0.00	0.00	50.70	50.70	22.64
		22.64	0.00	0.00	22.64		
1	11	18.17	45.42	0.00	51.88	51.88	63.59
		32.37	19.51	0.00	51.88		
1	12	0.00	32.09	0.00	23.80	23.80	32.09
		0.00	23.80	0.00	23.80		
2	1	32.11	0.00	70.80	73.49	144.29	32.11
		32.11	0.00	19.21	12.90		
2	2	35.43	61.12	69.90	72.79	142.69	96.55
		35.43	61.12	57.76	38.79		
2	3	0.00	48.79	30.96	32.14	63.10	48.79
		0.00	48.79	29.19	19.60		
2	4	32.11	0.00	63.01	70.80	133.81	32.11
		32.11	0.00	16.05	16.05		
2	5	33.61	59.84	61.97	69.90	131.87	93.45
		33.61	59.84	46.73	46.73		
2	6	0.00	47.47	27.64	30.96	58.60	47.47
		0.00	47.47	23.73	23.73		
2	7	23.00	0.00	54.16	63.01	117.17	23.00
		23.00	0.00	11.50	11.50		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	MCS (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
2	8	19.09	46.18	52.86	61.97	114.83	65.27
2	9	19.09	46.18	32.64	32.64	51.96	32.09
2	10	0.00	32.09	24.32	27.64	54.16	22.68
2	11	0.00	32.09	16.05	16.05	52.86	63.59
2	12	22.68	0.00	0.00	54.16	24.32	32.09
3	1	22.68	0.00	0.00	22.68	145.32	33.47
3	2	18.17	45.42	0.00	52.86	145.32	96.55
3	3	32.98	19.88	0.00	52.86	64.31	48.79
3	4	0.00	32.09	0.00	24.32	134.26	32.11
3	5	0.00	24.32	0.00	24.32	134.26	93.45
3	6	33.47	0.00	71.22	74.10	58.84	46.47
3	7	33.47	0.00	20.02	13.45	117.20	23.54
3	8	35.43	61.12	71.22	74.10	115.68	65.27
3	9	35.43	61.12	57.76	38.79	51.19	32.09
3	10	0.00	48.79	31.38	32.93	54.16	22.68
3	11	0.00	48.79	29.19	19.60	54.16	22.68
3	11	32.11	0.00	63.04	71.22	54.16	63.59
3	11	32.11	0.00	16.05	16.05	54.16	22.68
3	11	33.61	59.84	63.04	71.22	54.16	22.68
3	11	33.61	59.84	46.73	46.73	54.16	22.68
3	11	0.00	46.47	27.46	31.38	54.16	22.68
3	11	0.00	46.47	23.23	23.23	54.16	22.68
3	11	23.54	0.00	54.16	63.04	54.16	22.68
3	11	23.54	0.00	11.77	11.77	54.16	22.68
3	11	19.09	46.18	52.64	63.04	54.16	22.68
3	11	19.09	46.18	32.64	32.64	54.16	22.68
3	11	0.00	32.09	23.73	27.46	54.16	22.68
3	11	0.00	32.09	16.05	16.05	54.16	22.68
3	11	22.68	0.00	0.00	54.16	54.16	22.68
3	11	22.68	0.00	0.00	22.68	54.16	22.68
3	11	18.17	45.42	0.00	52.64	54.16	22.68
3	11	32.84	19.80	0.00	52.64	54.16	22.68

#portico redistribuidos	#Nudo distribuidos	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
3	12	0.00	32.09	0.00	23.73	23.73	32.09
4	1	0.00	23.73	0.00	23.73	145.32	33.72
4	2	33.72	0.00	71.22	74.10	141.53	96.55
4	3	33.72	0.00	20.17	13.55	62.98	48.79
4	4	35.43	61.12	69.26	72.27	134.26	32.11
4	5	35.43	61.12	57.76	38.79	130.52	93.15
4	6	0.00	48.79	30.83	32.15	58.15	46.97
4	7	0.00	48.79	29.19	19.60	117.20	23.09
4	8	32.11	0.00	63.04	71.22	113.40	65.06
4	9	32.11	0.00	16.05	16.05	51.01	32.09
4	10	33.44	59.71	61.26	69.26	54.16	22.68
4	11	33.44	59.71	46.58	46.58	52.14	63.59
4	12	0.00	46.97	27.32	30.83	23.69	32.09
4	1	0.00	46.97	23.49	23.49	145.32	33.36
4	2	23.09	0.00	54.16	63.04	135.30	96.55
4	3	23.09	0.00	11.55	11.55	61.60	49.23
4	4	18.98	46.08	52.14	61.26	29.45	19.78
4	5	18.98	46.08	32.53	32.53	19.78	19.78
4	6	0.00	32.09	23.69	27.32	145.32	33.36
4	7	0.00	32.09	16.05	16.05	135.30	96.55
4	8	22.68	0.00	0.00	54.16	61.60	49.23
4	9	22.68	0.00	0.00	22.68	29.45	19.78
4	10	18.17	45.42	0.00	52.14	145.32	33.36
4	11	32.53	19.61	0.00	52.14	135.30	96.55
4	12	0.00	32.09	0.00	23.69	61.60	49.23
5	1	0.00	23.69	0.00	23.69	145.32	33.36
5	2	33.36	0.00	71.22	74.10	135.30	96.55
5	3	33.36	0.00	19.96	13.40	61.60	49.23
5	4	35.43	61.12	66.27	69.03	29.45	19.78
5	5	35.43	61.12	57.76	38.79	145.32	33.36
5	6	0.00	49.23	30.15	31.45	135.30	96.55
5	7	0.00	49.23	29.45	19.78	61.60	49.23

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
5	4	32.11	0.00	63.04	71.22	134.26	32.11
		32.11	0.00	16.05	16.05		
5	5	32.18	58.82	59.04	66.27	125.31	91.00
		32.18	58.82	45.50	45.50		
5	6	0.00	46.97	26.83	30.15	56.98	46.97
		0.00	46.97	23.49	23.49		
5	7	22.68	0.00	54.16	63.04	117.20	22.68
		22.68	0.00	11.34	11.34		
5	8	23.89	46.08	51.44	59.04	110.48	69.97
		23.89	46.08	34.99	34.99		
5	9	0.00	40.85	23.69	26.83	50.52	40.85
		0.00	40.85	20.42	20.42		
5	10	22.68	0.00	0.00	54.16	54.16	22.68
		22.68	0.00	0.00	22.68		
5	11	22.85	45.42	0.00	51.44	51.44	68.27
		32.10	19.34	0.00	51.44		
5	12	0.00	40.85	0.00	23.69	23.69	40.85
		0.00	23.69	0.00	23.69		
6	1	33.47	0.00	71.22	74.10	145.32	33.47
		33.47	0.00	20.02	13.45		
6	2	35.43	61.12	72.68	76.30	148.98	96.55
		35.43	61.12	57.76	38.79		
6	3	0.00	49.23	31.67	33.02	64.69	49.23
		0.00	49.23	29.45	19.78		
6	4	32.11	0.00	63.04	71.22	134.26	32.11
		32.11	0.00	16.05	16.05		
6	5	32.18	58.82	62.82	72.68	135.50	91.00
		32.18	58.82	45.50	45.50		
6	6	0.00	46.97	28.03	31.67	59.70	46.97
		0.00	46.97	23.49	23.49		
6	7	22.68	0.00	54.16	63.04	117.20	22.68
		22.68	0.00	11.34	11.34		

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
6	8	18.77	45.91	52.64	62.82	115.46	64.68
6	9	18.77	45.91	32.34	32.34	52.44	32.09
6	10	0.00	32.09	24.41	28.03	54.16	22.68
6	11	0.00	32.09	16.05	16.05	52.64	63.59
6	12	22.68	0.00	0.00	22.68	24.41	32.09
7	1	22.68	0.00	0.00	52.64	145.32	33.12
7	2	18.17	45.42	0.00	52.64	144.92	96.55
7	3	32.84	19.80	0.00	24.41	69.54	49.23
7	4	0.00	32.09	0.00	24.41	134.26	32.11
7	5	0.00	24.41	0.00	74.10	133.24	91.00
7	6	33.12	0.00	71.22	74.10	63.52	46.47
7	7	33.12	0.00	19.82	13.30	117.20	22.68
7	8	35.43	61.12	70.89	74.03	115.33	64.28
7	9	35.43	61.12	57.76	38.79	53.87	33.02
7	10	0.00	49.23	34.03	35.51	54.16	22.68
7	11	0.00	49.23	29.45	19.78	54.16	22.68
7	12	32.11	0.00	63.04	71.22	54.16	22.68
7	13	32.11	0.00	16.05	16.05	11.34	64.28
7	14	32.18	58.82	62.35	70.89	62.35	64.28
7	15	32.18	58.82	45.50	45.50	115.33	64.28
7	16	0.00	46.47	29.49	34.03	53.87	33.02
7	17	0.00	46.47	23.23	23.23	53.87	33.02
7	18	22.68	0.00	54.16	63.04	54.16	22.68
7	19	22.68	0.00	11.34	11.34	54.16	22.68
7	20	18.55	45.73	52.98	62.35	54.16	22.68
7	21	18.55	45.73	32.14	32.14	54.16	22.68
7	22	0.00	33.02	24.38	29.49	54.16	22.68
7	23	0.00	33.02	16.51	16.51	54.16	22.68
7	24	22.68	0.00	0.00	54.16	54.16	22.68
7	25	22.68	0.00	0.00	54.16	54.16	22.68
7	26	18.00	45.28	0.00	52.98	52.98	63.28
7	27	33.06	19.92	0.00	52.98	52.98	63.28

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	Mcs (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
7	12	0.00	32.09	0.00	24.38	24.38	32.09
8	1	0.00	24.38	0.00	24.38	144.29	33.72
8	2	33.72	0.00	70.80	73.49	142.57	91.00
8	3	33.72	0.00	20.17	13.55	63.69	49.23
8	4	32.18	58.82	69.83	72.74	133.81	32.11
8	5	32.18	58.82	54.44	36.56	131.66	91.00
8	6	0.00	49.23	31.18	32.51	58.82	46.97
8	7	0.00	49.23	29.45	19.78	117.17	22.68
8	8	32.11	0.00	63.01	70.80	114.63	64.28
8	9	32.11	0.00	16.05	16.05	51.96	33.02
8	10	32.18	58.82	61.83	69.83	54.16	22.68
8	11	32.18	58.82	45.50	45.50	52.80	63.28
8	12	0.00	46.97	27.64	31.18	24.32	32.09
9	1	0.00	46.97	23.49	23.49	24.32	32.09
9	2	22.68	0.00	54.16	63.01	130.40	33.00
9	3	22.68	0.00	11.34	11.34	136.05	91.00
9	4	18.55	45.73	52.80	61.83	62.32	48.79
9	5	18.55	45.73	32.14	32.14	48.79	48.79
9	6	0.00	33.02	24.32	27.64	19.74	19.60
9	7	0.00	33.02	16.51	16.51	66.32	36.56
9	8	22.68	0.00	0.00	54.16	31.76	31.76
9	9	22.68	0.00	0.00	22.68	19.60	19.60
9	10	18.00	45.28	0.00	52.80	48.79	48.79
9	11	32.94	19.86	0.00	52.80	48.79	48.79
9	12	0.00	32.09	0.00	24.32	48.79	48.79
9	1	0.00	24.32	0.00	24.32	48.79	48.79
9	2	33.00	0.00	64.08	66.32	48.79	48.79
9	3	33.00	0.00	19.74	13.26	48.79	48.79
9	4	32.18	58.82	66.93	69.12	48.79	48.79
9	5	32.18	58.82	54.44	36.56	48.79	48.79
9	6	0.00	48.79	30.56	31.76	48.79	48.79
9	7	0.00	48.79	29.19	19.60	48.79	48.79

#portico redistribuidos	#Nudo	Mvd (tn-m)	Mvi (tn-m)	MCS (tn-m)	Mci (tn-m)	S.Mcol (tn-m)	S.Mvig (tn-m)
9	4	32.11	0.00	57.66	64.08	121.74	32.11
		32.11	0.00	16.05	16.05		
9	5	32.18	58.82	60.44	66.93	127.37	91.00
		32.18	58.82	45.50	45.50		
9	6	0.00	46.80	27.34	30.56	57.90	46.80
		0.00	46.80	23.40	23.40		
9	7	22.78	0.00	50.70	57.66	108.36	22.78
		22.78	0.00	11.39	11.39		
9	8	18.77	45.91	51.75	60.44	112.19	64.68
		18.77	45.91	32.34	32.34		
9	9	0.00	32.90	23.80	27.34	51.14	32.90
		0.00	32.90	16.45	16.45		
9	10	22.68	0.00	0.00	50.70	50.70	22.68
		22.68	0.00	0.00	22.68		
9	11	18.00	45.28	0.00	51.75	51.75	63.28
		32.29	19.46	0.00	51.75		
9	12	0.00	32.09	0.00	23.80	23.80	32.09
		0.00	23.80	0.00	23.80		

CORTANTES ULTIMOS E INDICE F DE MUROS

Muro	Nivel	N(tn)	l(m)	P(tn)	Vu(tn)	Ind. F
1	1	209.50	4.40	11.15	57.65	3.00
	2				46.50	3.00
	3				27.32	3.00
2	1	122.90	0.80	0.59	4.92	3.00
	2				4.33	3.00
	3				3.32	3.00
	4				1.86	3.00
3	1	44.90	2.00	0.60	5.04	3.00
	2				4.40	3.00
	3				3.37	3.00
	4				1.89	3.00
4	1	54.90	2.50	0.83	6.92	3.00
	2				6.09	3.00
	3				4.66	3.00
	4				2.61	3.00
5	1	127.10	1.80	1.38	11.51	3.00
	2				10.13	3.00
	3				7.76	3.00
	4				4.35	3.00
6	1	103.80	3.00	3.77	19.49	3.00
	2				15.72	3.00
	3				9.24	3.00

TERCER METODO DE EVALUACION

PRIMER NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
1	13.44	3.00	3			0.0046
2	16.81	1.00	1	0.0057		
3	17.22	1.00	1	0.0059		
4	16.81	1.00	1	0.0057		
5	16.44	1.00	1	0.0058		
6	17.27	1.00	1	0.0059		
7	18.57	1.00	1	0.0063		
8	17.00	1.00	1	0.0058		
9	14.81	3.00	3			0.0050
10	12.39	1.50	2		0.0042	
11	15.40	1.50	2		0.0052	
12	15.62	1.50	2		0.0053	
13	15.31	1.50	2		0.0052	
14	14.78	1.50	2		0.0050	
15	15.98	1.50	2		0.0054	
16	15.61	1.50	2		0.0053	
17	15.14	1.50	2		0.0052	
18	12.08	3.00	3			0.0041
19	15.23	3.00	3			0.0052
20	23.39	1.00	1	0.0080		
21	23.60	1.00	1	0.0080		
22	23.60	1.00	1	0.0080		
23	23.60	1.00	1	0.0080		
24	23.60	1.00	1	0.0080		
25	23.60	1.00	1	0.0080		
26	23.39	1.00	1	0.0080		
27	16.75	3.00	3			0.0057
#MURO						
3	5.04	3.00	3			0.0017
5	11.51	3.00	3			0.0039
6	19.49	3.00	3			0.0066
		Dir		0.0970	0.0409	0.0369

$$E_0 = 0.585$$

TERCER METODO DE EVALUACION

SEGUNDO NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
28	19.83	3.00	3			0.0092
29	23.15	1.00	1	0.0107		
30	23.48	1.00	1	0.0109		
31	23.05	1.00	1	0.0107		
32	22.54	1.00	1	0.0104		
33	23.68	1.00	1	0.0110		
34	25.44	1.00	1	0.0118		
35	23.31	1.00	1	0.0108		
36	25.29	1.00	1	0.0117		
37	8.43	1.50	2		0.0030	
38	15.93	1.50	2		0.0074	
39	15.93	1.50	2		0.0074	
40	15.90	1.50	2		0.0074	
41	15.74	1.50	2		0.0073	
42	15.74	1.50	2		0.0073	
43	15.74	1.50	2		0.0073	
44	15.24	1.50	2		0.0071	
45	8.10	3.00	3			0.0028
46	18.70	3.00	3			0.0087
47	31.94	1.00	1	0.0148		
48	32.15	1.00	1	0.0149		
49	32.15	1.00	1	0.0149		
50	32.15	1.00	1	0.0149		
51	32.15	1.00	1	0.0149		
52	32.15	1.00	1	0.0149		
53	31.94	1.00	1	0.0148		
54	24.45	3.00	3			0.0113
#MURO						
3	4.4	3.00	3			0.0020
5	10.13	3.00	3			0.0047
8	15.72	3.00	3			0.0073
		Dir		0.1920	0.0540	0.0480

$$Eo = 0.8274$$

TERCER METODO DE EVALUACION

TERCER NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
55	18.53	3.00	3			0.0120
56	20.87	1.00	1	0.0150		
57	20.53	1.00	1	0.0149		
58	20.43	1.00	1	0.0148		
59	20.06	1.00	1	0.0145		
60	20.96	1.00	1	0.0152		
61	22.05	1.00	1	0.0180		
62	20.67	1.00	1	0.0150		
63	20.44	1.00	1	0.0148		
64	5.49	1.50	1	0.0040		
65	13.52	1.50	2		0.0096	
66	13.52	1.50	2		0.0096	
67	13.48	1.50	2		0.0096	
68	13.32	1.50	2		0.0096	
69	13.28	1.50	2		0.0096	
70	13.24	1.50	2		0.0096	
71	13.24	1.50	2		0.0096	
72	6.49	3.00	3			0.0047
73	16.22	3.00	3			0.0117
74	28.05	1.00	1	0.0203		
75	28.07	1.00	1	0.0203		
76	28.07	1.00	1	0.0203		
77	28.07	1.00	1	0.0203		
78	28.07	1.00	1	0.0203		
79	28.07	1.00	1	0.0203		
80	28.05	1.00	1	0.0203		
81	21.25	3.00	3			0.0154
#MURO						
3	3.37	3.00	3			0.0024
5	7.76	3.00	3			0.0056
6	9.24	3.00	3			0.0067
		Dir		0.2662	0.0678	0.0585

$$E_0 = 0.957$$

TERCER METODO DE EVALUACION

CUARTO NIVEL EJE X

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
82	16.54	1.00	1	0.0250		
83	18.18	1.00	1	0.0275		
84	17.74	1.00	1	0.0268		
85	17.71	1.00	1	0.0268		
86	17.71	1.00	1	0.0268		
87	18.25	1.00	1	0.0276		
88	18.23	1.00	1	0.0276		
89	18.16	1.00	1	0.0275		
90	17.79	1.00	1	0.0268		
91	7.64	3.00	3			0.0118
92	16.95	2.19	2		0.0257	
93	16.91	2.22	2		0.0256	
94	16.77	2.26	2		0.0254	
95	18.61	2.33	2		0.0251	
96	16.85	2.22	2		0.0255	
97	16.89	2.18	2		0.0256	
98	16.84	2.20	2		0.0255	
99	10.92	3.00	3			0.0165
100	18.67	2.18	2		0.0283	
101	23.64	1.00	1	0.0358		
102	23.64	1.00	1	0.0358		
103	23.64	1.00	1	0.0358		
104	23.64	1.00	1	0.0358		
105	23.64	1.00	1	0.0358		
106	23.64	1.00	1	0.0358		
107	23.64	1.00	1	0.0358		
108	21.20	2.18	2		0.0321	
#MURO						
3	1.89	3.00	3			0.0029
5	4.35	3.00	3			
		Dir		0.4931	0.2367	0.0310

$$E_0 = 1.627$$

TERCER METODO DE EVALUACION

PRIMER NIVEL EJE Y

# col	Vu y	F	Grupo	C1	C2	C3
1	13.42	3.00	1	0.0046		
2	13.53	3.00	1	0.0046		
3	13.73	3.00	1	0.0047		
4	13.53	3.00	1	0.0046		
5	13.39	3.00	1	0.0046		
6	13.80	3.00	1	0.0047		
7	14.45	3.00	1	0.0049		
8	13.67	3.00	1	0.0047		
9	13.43	3.00	1	0.0046		
10	28.55	3.00	1	0.0097		
11	29.17	3.00	1	0.0099		
12	29.51	3.00	1	0.0100		
13	29.03	3.00	1	0.0099		
14	28.19	3.00	1	0.0096		
15	30.09	3.00	1	0.0102		
16	29.49	3.00	1	0.0100		
17	28.57	3.00	1	0.0097		
18	27.63	3.00	1	0.0094		
19	20.71	3.00	1	0.0071		
20	22.59	3.00	1	0.0077		
21	22.89	3.00	1	0.0076		
22	22.91	3.00	1	0.0076		
23	22.68	3.00	1	0.0078		
24	22.89	3.00	1	0.0076		
25	22.65	3.00	1	0.0078		
26	22.75	3.00	1	0.0077		
27	20.80	3.00	1	0.0071		
#MURO						
1	57.65	3.00	1	0.0267		
2	4.92	3.00	1	0.0017		
4	6.92	3.00	1			
		Dir		0.2274		

$$E_o = 0.818$$

TERCER METODO DE EVALUACION
SEGUNDO NIVEL EJE Y

# col	Vu y	F	Grupo	C1	C2	C3
28	19.79	3.00	1	0.0092		
29	19.79	3.00	1	0.0092		
30	19.60	3.00	1	0.0091		
31	19.69	3.00	1	0.0091		
32	19.79	3.00	1	0.0092		
33	19.79	3.00	1	0.0092		
34	19.70	3.00	1	0.0091		
35	19.79	3.00	1	0.0092		
36	19.66	3.00	1	0.0091		
37	39.01	3.00	1	0.0181		
38	39.08	3.00	1	0.0181		
39	39.08	3.00	1	0.0181		
40	39.01	3.00	1	0.0181		
41	38.60	3.00	1	0.0179		
42	38.60	3.00	1	0.0179		
43	38.60	3.00	1	0.0179		
44	37.36	3.00	1	0.0173		
45	37.36	3.00	1	0.0173		
46	13.18	3.00	1	0.0061		
47	13.18	3.00	1	0.0061		
48	13.49	3.00	1	0.0062		
49	13.54	3.00	1	0.0063		
50	13.46	3.00	1	0.0062		
51	13.49	3.00	1	0.0062		
52	13.41	3.00	1	0.0062		
53	13.54	3.00	1	0.0063		
54	13.38	3.00	1	0.0062		
# MURO						
1	46.5	3.00	1	0.0215		
2	4.33	3.00	1	0.0020		
4	6.09	3.00	1			
		Dir		0.3223		

$$Eo = 0.967$$

TERCER METODO DE EVALUACION

TERCER NIVEL EJE Y

# col	Vu y	F	Grupo	C1	C2	C3
55	14.67	3.00	1	0.0106		
56	14.87	3.00	1	0.0108		
57	14.68	3.00	1	0.0108		
58	14.78	3.00	1	0.0107		
59	16.41	3.00	1	0.0119		
60	14.78	3.00	1	0.0107		
61	14.88	3.00	1	0.0106		
62	14.95	3.00	1	0.0108		
63	14.90	3.00	1	0.0108		
64	29.57	3.00	1	0.0214		
65	29.67	3.00	1	0.0215		
66	29.67	3.00	1	0.0215		
67	29.57	3.00	1	0.0214		
68	30.09	3.00	1	0.0216		
69	29.10	3.00	1	0.0211		
70	29.02	3.00	1	0.0210		
71	29.02	3.00	1	0.0210		
72	29.10	3.00	1	0.0211		
73	10.30	3.00	1	0.0075		
74	10.30	3.00	1	0.0075		
75	10.40	3.00	1	0.0075		
76	10.32	3.00	1	0.0075		
77	10.24	3.00	1	0.0074		
78	10.24	3.00	1	0.0074		
79	10.24	3.00	1	0.0074		
80	10.24	3.00	1	0.0074		
81	10.26	3.00	1	0.0074		
#MUPO						
1	27.32	3.00	1	0.0193		
2	3.32	3.00	1	0.0024		
4	4.66	3.00	1			
		Dir		0.3787		

$$Eo = 0.974$$

TERCER METODO DE EVALUACION

CUARTO NIVEL EJE 1

# col	Vu x	F	Grupo	C1	C2	C3
82	14.90	1.27	1	0.0226		
83	15.09	1.27	1	0.0226		
84	17.87	1.27	1	0.0270		
85	14.85	1.27	1	0.0225		
86	16.49	1.27	1	0.0250		
87	15.12	1.27	1	0.0229		
88	15.29	1.27	1	0.0231		
89	15.26	1.27	1	0.0231		
90	15.05	1.27	1	0.0226		
91	31.56	2.18	2		0.0478	
92	31.96	2.19	2		0.0484	
93	31.88	2.22	2		0.0483	
94	31.65	2.26	2		0.0479	
95	32.31	2.33	2		0.0489	
96	31.77	2.22	2		0.0481	
97	31.82	2.18	2		0.0482	
98	31.75	2.20	2		0.0481	
99	31.44	2.18	2		0.0476	
100	12.76	3.00	3			0.0193
101	12.78	3.00	3			0.0193
102	12.86	3.00	3			0.0195
103	12.79	3.00	3			0.0194
104	12.72	3.00	3			0.0193
105	12.72	3.00	3			0.0193
106	12.72	3.00	3			0.0193
107	12.72	3.00	3			0.0193
108	12.74	3.00	3			0.0193
# MURO						
2	1.86	3.00	3			0.0026
4	2.61	3.00	3			0.0040
		Dir		0.2118	0.4331	0.1806

$$Eo = 2.52$$

RESULTADOS OBTENIDOS

3ER METODO DE EVALUACION

$$I_s = E_o \cdot S_d \cdot T \cdot G$$

NIVEL	EJE	DIR	E_o	S_d	T	I_s
1	x	a	0.585	0.950	0.930	0.517
		b	0.583			0.515
	y	a	0.818			0.723
		b	0.816			0.721
2	x	a	0.827			0.731
		b	0.816			0.721
	y	a	0.967			0.854
		b	0.953			0.842
3	x	a	0.957			0.846
		b	0.931			0.823
	y	a	0.974			0.861
		b	0.968			0.855
4	x	a	1.627			1.437
		b	1.423			1.257
	y	a	2.520			2.226
		b	2.320			2.050

4.5 CONCLUSIONES CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de analizar la edificación por los tres métodos de evaluación se observa:

El 1er método de evaluación arroja resultados más bajos y por lo tanto sugiere que la edificación necesita de nuevos elementos verticales para mejorar su comportamiento sísmico.

Con el 2do y 3er método de evaluación los resultados mejoran, pero sin embargo podemos notar que muchas columnas tienen predisposición a fallar por corte antes que por flexión, y que en algunos nudos la falla de las columnas preceden a las fallas de las vigas, lo cual no es deseable que se presente en una edificación.

Por lo tanto se sugiere que la edificación sea reforzada en sus elementos estructurales y debe añadirse nuevos elementos verticales como muros de concreto. Se reforzarán los elementos con tendencia a fallar por corte de manera que aumenten su resistencia y sean más dúctiles. Para el diseño de estos requerimientos podemos utilizar las expresiones del capítulo III

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Concluida la investigación realizada acerca de los métodos de rehabilitación y los métodos de evaluación de la capacidad sísmica de edificaciones podemos obtener las siguientes conclusiones.

1.- La etapa más importante en un proyecto de rehabilitación corresponde a la de la evaluación definitiva de las condiciones de capacidad sísmica de la edificación. Pues no será posible plantear soluciones adecuadas sin tener un conocimiento de los problemas de: resistencia o rigidez, torsión, estructuración deficiente, exceso de asimetría e irregularidades en planta o elevación, etc. Debido a que, para cada situación existen diversas posibles soluciones que pueden mejorar la capacidad sismo-resistente exigida por las normas en rigor.

2.- El uso de los métodos de evaluación de la capacidad sísmica, analizando los resultados obtenidos, permite seleccionar criterios y elaborar un plan de rehabilitación. Pero estos métodos, todavía es necesario asimilarlos a nuestras condiciones locales y ajustarlos de manera que sean más reales acerca del comportamiento de nuestras edificaciones. Con la ayuda del programa elaborado será más

rápido y fácil. someter a diversas edificaciones bien estructuradas y diseñadas los métodos de evaluación y obtener valores de referencia mas confiados al comportamiento real de las estructuras locales.

3.- Muchas veces no solo será necesario proceder a la reparación de los elementos estructurales, sino que se debe aumentar la resistencia sísmica de estos elementos, por lo que, es mejor proceder a reforzar los elementos estructurales. No será suficiente en muchos casos el uso de inyecciones de resina epóxica o lechadas de cemento para reparar las grietas de los elementos dañados, debemos también reforzar al elemento para aumentarle su resistecia y ductilidad.

4.- Tampoco la rehabilitación termina con el reforzamiento de los elementos estructurales, pues debido a ello, el comportamiento futuro de la edificación cambiaría pues se producen modificaciones en las rigideces de los miembros y se generan redistribuciones de las fuerzas internas entre estos elementos. Por tanto se hace necesario evaluar nuevamente la edificación en su comportamiento sísmico.

5.- En forma casi general podemos afirmar que todo edificio dañado por un sismo en el cuál se hace necesario su rehabilitación, se debe proceder de manera tál que se garantice lograr o exceder su nivel original de resistencia, esto será posible conseguir si combinamos adecuadamente las tecnicas estudiadas para lograr mayor efectividad. Las técnicas típicas son:

Demoler los elementos dañados y reemplazarlos por

nuevos.

- Engrosar, agrandar o reforzar elementos.
- Agregar nuevos muros de cortante, riostres y columnas a la estructura.
- Convertir las conexiones de cortante en conexiones para resistir momentos.
- Reducir la masa de la estructura demoliendo los pisos superiores.
- Examinando las características dinámicas de la estructura rehabilitada.

6.- En cuanto a la aplicación práctica del método de evaluación de la capacidad sísmica y la programación de éste método en procedimientos de cómputo, es necesario hacer notar que se hace uso de fórmulas aproximadas empíricas y valores cuantitativos de modo que los resultados que se obtienen y las suposiciones hechas, podemos obtener aproximaciones muy cercanas al comportamiento real, pero que podemos mejorar si ajustamos el método a nuestra realidad.

7.- De los tres métodos de evaluación estudiados podemos concluir que: El primer método de evaluación puede ser aplicado si deseamos evaluar rápidamente edificaciones y clasificarlas de menor a mayor riesgo de seguridad, pero para conseguir información más confiable debemos aplicar el 2do o 3er método de evaluación, si bien la complejidad y la información requerida es mayor, los resultados que se obtienen son mas confiables y permitirán una mejor clasificación del riesgo sísmico de las edificaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) "Repair and Strengthening of Buildings damaged by Earthquakes". Kuroiwa Horiuchi, Julio.
- (2) "Reparación de Estructuras de Concreto y Mampostería". Jesús Iglesias. Universidad Autónoma Metropolitana.
- (3) "Manual para Evaluar daños causados por sismos en edificaciones de concreto reforzado". Loera S. Departamento del Distrito Federal, México.
- (4) "Repair and Strengtning of reinforced concrete". Buildings construccin under seismic conditions, United Nations Development programe, Viena 1983.
- (5) "Damage and Repair of Namioka town Hospital damaged by the Nihonkai-Chubu earthquake and Retrofit Desing of the building Research Institute, Japon". Hirosawa Masaya.
- (6) "A methodology for seismic Evaluation of existing multistory residential buildings". Pinkham, C.W. U.S.A.
- (7) "Repair of buildings demaged by earthquakes". United Nations, New York.
- (8) "Sistemas de pruebas de concreto por medio de la sonda de Windsor". Windsor probe test systems. U.S.A.
- (9) "A guideline to evaluate seismic performance of existing medium and lowrise reinforced concrete buildings and its application". Hajime Umemura.
- (10) "Criterion on the evaluation of seismic safety of existing reinforced concrete buildings". Report was compiled by the Joint Committe Chaired by Dr. H. Umemura.

- (11) "Outline of research on estimation of damages and repairs of the buildings damaged by the Miyagi-Ken-Oki earthquake.
- (12) "Draft og guidelines for post-earthquake inspection and evaluation of earthquake damage in reinforced concrete buildings and its application to the Namioka town hospital building". Okeda, Tsuneo.
- (13) "Reparaciones Antisísmicas". Oshiro Higa.
- (14) "Estructuras de Concreto Reforzado". R. Park - T. Paulay.
- (15) Copias del curso. "Ingeniería Antisísmica". Roberto Morales Morales.