

de comportamiento sísmico del edificio a construir.

Paquetería más común para el análisis y diseño de Estructuras de Acero

SAP 90. Este programa editado por Computer and Structures Inc. es un programa de análisis estructural tridimensional, estático y dinámico a base de elementos, finitos para cualquier tipo de estructura. Sus posprocesadores **SAPSTEEL**, **SAPLOT** y **SAPTIME**, permiten hacer revisiones de los esfuerzos en las estructuras de acero según los criterios **AISC**, **ASD** o **LRFD**; hacer representaciones gráficas, estáticas o animadas de la estructura analizada sin deformar o deformadas bajo cargas, y hacer análisis dinámicos de historia en el tiempo, respectivamente.

Las intensidades de los esfuerzos y las relaciones de interacción se presentan mediante tonalidades cromáticas que permiten hacer iteraciones sucesivas para optimizar el diseño de las estructuras en corto tiempo.

ETABS. Programa de análisis estructural tridimensional, estático y dinámico a base de elementos finitos, desarrollados por Computers and Structures Inc. para el análisis de edificios con columnas verticales y trabes horizontales. Su posprocesadores **STEELER**, **PLOTTER** Y **TIMEH**, permiten hacer las revisiones de los miembros de acero según los Reglamentos **AISC**, **ASD**, y **LRFD**, representar gráficamente figuras sin deformar y deformadas (estática o animada), y realizar análisis dinámicos con historias en el tiempo, respectivamente.

Al igual que en el caso del programa **SAP 90** las relaciones de interacción de esfuerzos combinados se presentan por medio de tonalidades cromáticas que facilitan su interpretación y elaborar las iteraciones sucesivas necesarias.

Las versiones - **PLUS** de estos programas hacen un uso más eficiente de la velocidad de las nuevas microcomputadoras 386,186,586 y Pentium, para el caso de estructuras muy complejas.

Existe un preprocesador llamado **FLOOR**, con el cual se realiza el diseño optimizado de los sistemas de piso bajo consideraciones de cargas estáticas y dinámicas, bajo los criterios de diseño **ASD** y **LRFD** del **AISC**, el cual revisa además los criterios de vibración según Murray (referencias 21 y 22). Este programa genera los patrones de carga para el programa **ETABS** en forma automatizada, lo que representa un ahorro en tiempo bien importante.

SADSAP. Versión avanzada del programa **SAP 90** desarrollada por el Dr. Edward Willson, para el análisis tridimensional de estructuras no lineales. Sus posprocesadores **PLOT** y **TPLOT** permiten visualizar la estructura deformada, ver el comportamiento histerético de los elementos no lineales, y las gráficas fuerza deformación de los mismos, así como también las gráficas de las distintas formas de disipación de energía durante un evento sísmico.

RAMSTEEL. Es un programa para el análisis y diseño optimizado de entrepisos metálicos semejante al **FLOOR**, pero sin quedar dentro del ambiente de **AUTOCAD**.

Este programa aunque de uso mas amigable que el **FLOOR**, no ha sido todavía ligado al **ETABS**, por lo que su utilidad es todavía limitada aunque para los fines que fue creado cumple estupendamente su propósito.

AVANSSE. Es un programa de análisis tridimensional a base de elementos finitos para estructuras de acero exclusivamente, creado en un ambiente totalmente gráfico e interactivo.

Este programa original de Cochabamba Bolivia, por el Dr. Boris Kraljevic, es un ejemplo de eficiencia y simplicidad aunque desafortunadamente su uso no se ha difundido, por restricciones de mercadeo.

El programa permite además de identificar el comportamiento global de la estructura, conocer el comportamiento local de los componentes de los miembros estructurales (patines, almas, atiesadores, placas de base, etc.) bajo distintos tipos de solicitaciones. Sin embargo, su uso esta limitado a estructuras con menos de 3,000 ecuaciones.

DESIGN ADVISOR (antes CONEXPRT)

Es un conjunto de programas desarrollados por Structural Engineers Inc. bajo contrato especial del AISC. El

paquete completo incluye 9 subprogramas

- + SECTIONS
- + CONEXPRT Module I - Double Angles
- + CONEXPRT Module I - Shear End Plate
- + CONEXPRT Module I - Shear Tab
- + CONEXPRT Module I - Single Angles
- + CONEXPRT Module II - LRFD SDI Floor Design
- + FLOOR VIB - Floor Vibrations Evaluation

Con él es posible diseñar la mayor parte de las conexiones estructurales entre miembros de acero, observando los requisitos para que se cumpla el diseño dúctil según los lineamientos **LRFD** o **ASD**.

Referencias

1. AISC. (American Institute of Steel Construction, Inc.) "*Specifications for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel Buildings*". ASD (Allowable Stress Design), 1986.
2. AISC. (American Institute of Steel Construction, Inc.) "*Specifications for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel Buildings*". LRFD (Load and Resistance Factor Design), 1988.
3. AISC. (American Institute of Steel Construction, Inc.) "*Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*". June 15, 1992.
4. DDF. (Departamento del Distrito Federal) "*Reglamento para las Construcciones en el Distrito Federal*". Agosto 1993.
5. DDF. (Departamento del Distrito Federal) "*Notas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas*". 1987.
6. II. (Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México) "*Comentarios y ayudas de Diseño y Ejemplos*". 1993.
7. Martínez Romero, E. "*Mejoramiento de la Respuesta Sísmica de Edificios Dañados por los Sismos. Mediante la Adición de Elementos Disipadores de Energía*". Seminario Internacional. Instrumentación Sísmica y Uso de Elementos Disipadores de Energía en el Comportamiento Estructural. SMIS (Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica) Octubre 1990.
8. Cassaro, M. y Martínez Romero, E. "*The México Earthquakes of 1985 Factors Involved and Lessons Learned*". ASCE (American Society of Engineers), Septiembre 19, 1986.
9. Krar. linker, H. y Martínez Romero, E. "*Performance Evaluation of Steel Structures in México City*". CE 37-86 (N) National Science Foundation; Earthquake Hazard Mitigation Program. March 1986.
10. Martínez Romero, E. "*Comportamiento de las Estructuras de Acero Durante los Sismos de 1985 en la Ciudad de México*". Congreso Latino Americano de Siderúrgica ILAFA 27. Octubre 1986.
11. Roeder, C.W. and Popov, E.P. "*Eccentrically Braced Frames for Earthquakes*" Journal of the Structural Division, Vol. 104, No. 3, American Society of Civil Engineers, March 1978.
12. Libby, J. R. "*Eccentrically Brace Frame Construction A Case History*", Engineering Journal, American Institute of Steel Construction, Chicago IL, Vol. 18, No. 4. 1981.
13. Iyengar, H. "*Recent Developments in Mixed Steel-Concrete Systems. High Rise Buildings*". Recent Progress. Council on Tall Buildings and Urban Habitat. 1986.
14. Griffiths, L. "*Composite Frame Construction*" Capítulo 4.5 del Libro Constructional Steel Design; and International Guide. Elsevier Applied Science. 1992.
15. Bergman, D.M. y Goel, S.C. "*Evaluation of Cyclic Testing of Steel-Plate Devices for Added Damping and Stiffness*". Report UMCE 87-10. The University of Michigan. Ann Arbor. November 1987.

16. Scholl, R.E., y Martínez Romero, E. "*Earthquake Retrofit Design of a R-Story Building using Structural Dampers*".
Proc. of the 2nd. International Engineering and Technology Conference, AMIME/SHPE, México
City, México, Agosto 1986.
17. Martínez Romero E. "*Amortiguamiento*". Capítulo 8 del Libro "Reto Sísmico". Teléfonos de México, 1988.
18. Martínez Romero E. "*Experiences on the Use of Supplementary Energy Dissipators on Building Structures*".
Earthquake Spectra Magazine, Vol. 9, No. 3, August 1993. EERI (Eanhquake Engineering Research Institute).
19. ASCE (American Society of Civil Engineers) "*Minimum Design Load for Buildings and Other Structures*".
ASCE-7-92 (Formerly ANSI A58.1), New York, N.Y., 1992.
20. Kasai, K, y Popov, E.P. "*Cyclic Behavior of WF Steel Shear Link Beams*". Journal of the Structural
Division, Vol. 112, No. 2, American Society of Civil Engineers, February 1986.
21. Murray, T.M. "*Building Floor Vibration*", AISC Engineering Journal, Third Quarter, 1991, pages 102-109.
22. Murray, T.M. "*Acceptability Criterion for Occupant-Induced Floor Vibrations*", AISC Engineering Journal,
Second Quarter, 1981, pages 72-78.

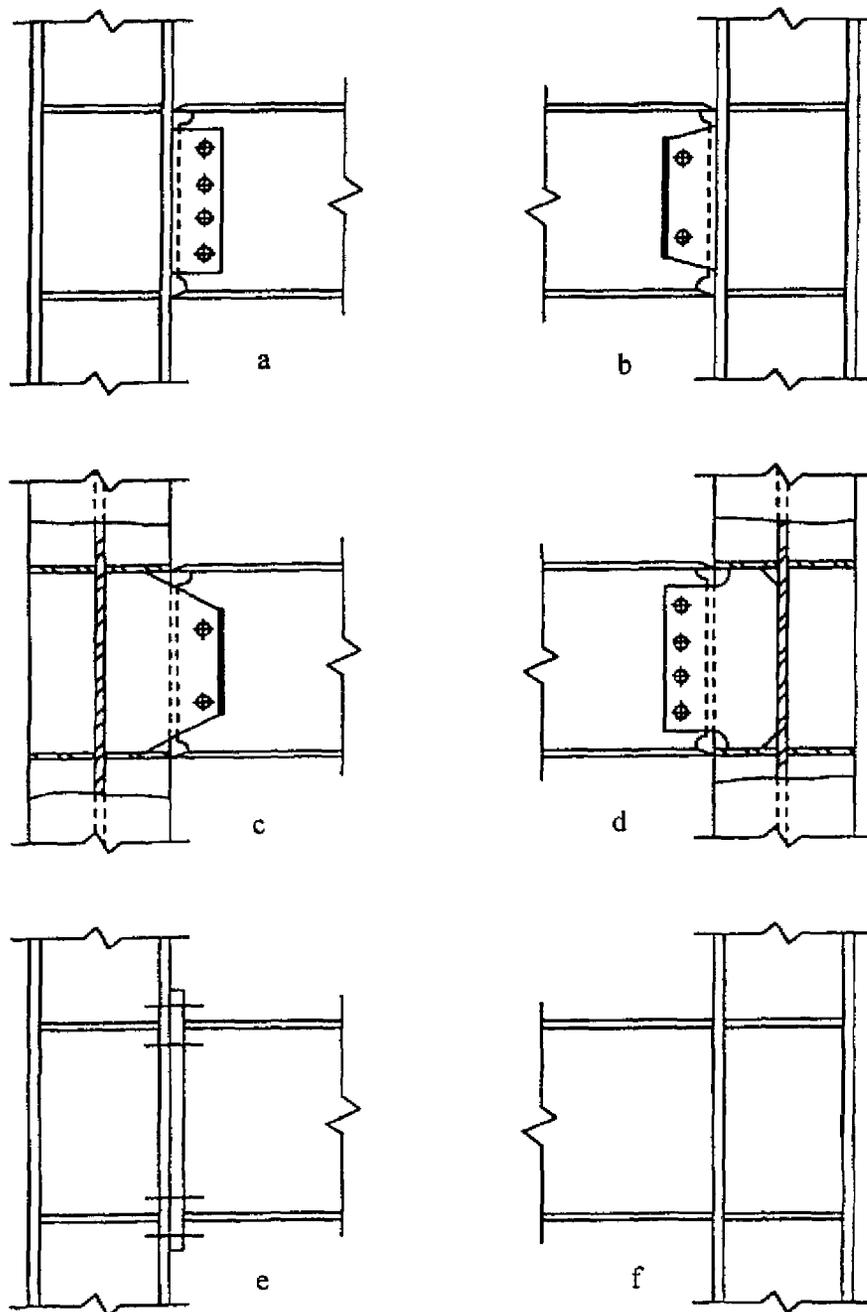


Fig. C-8.1. Conexiones viga-columna.

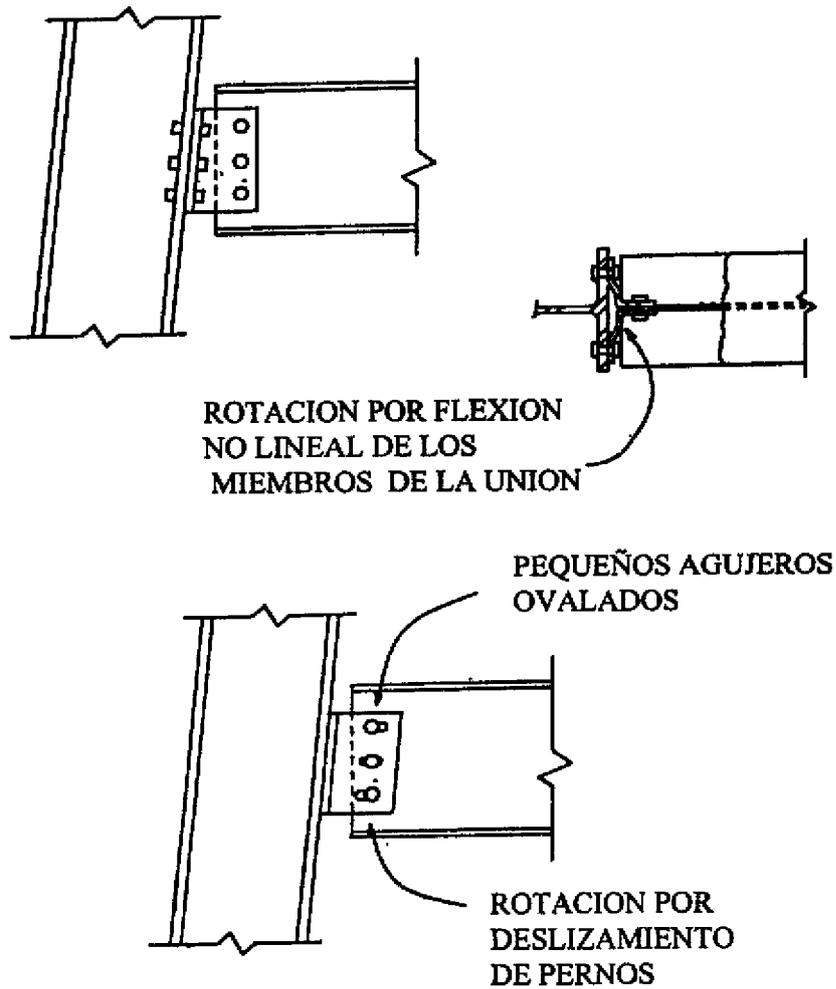


Fig. C-8.2. Conexiones Simples.

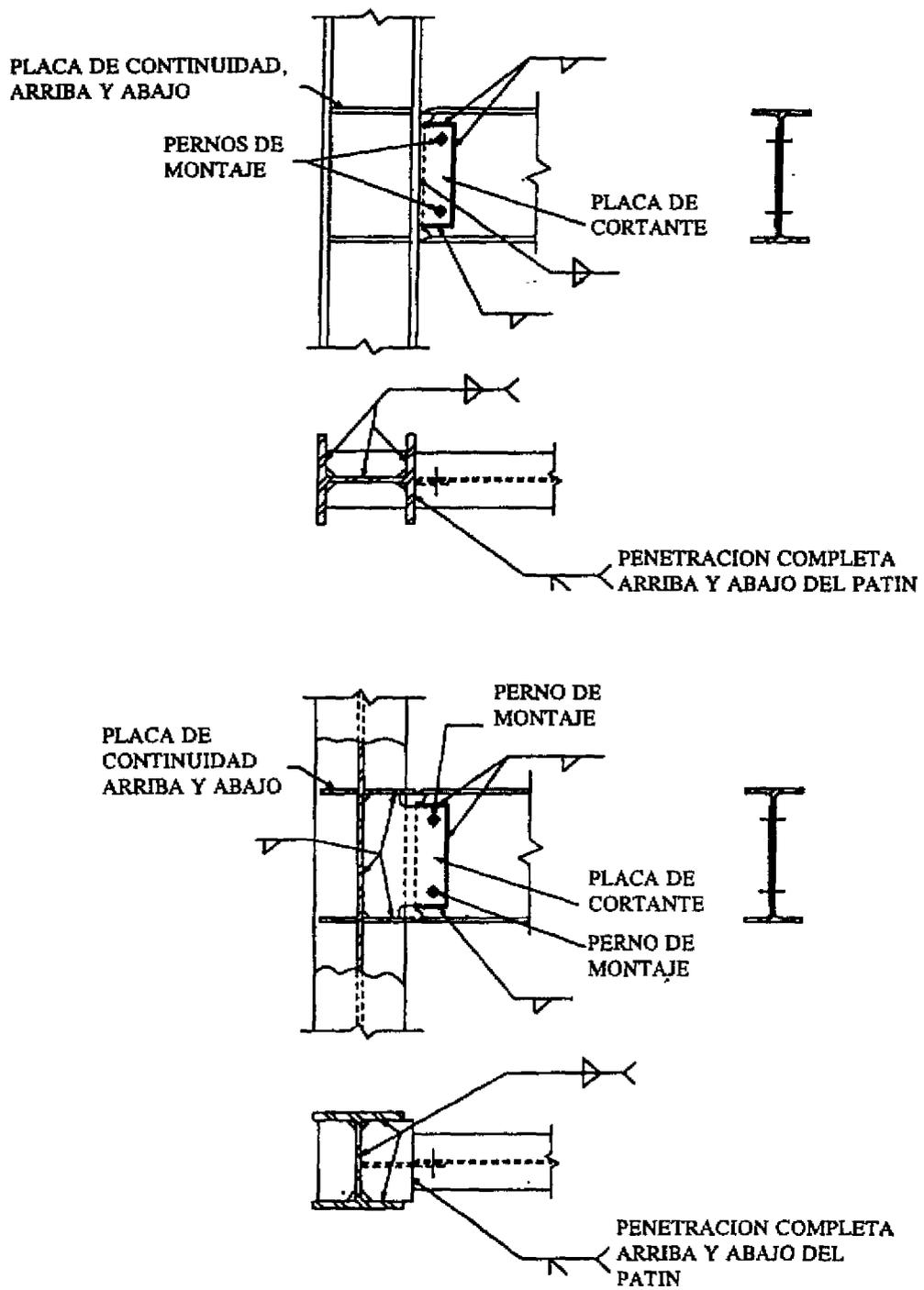
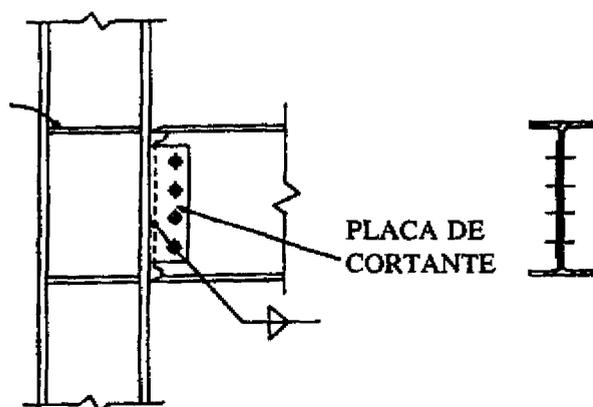
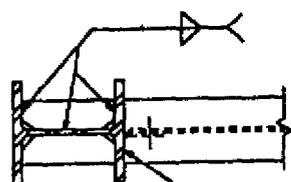


Fig. C.8.3. Unión viga-columna

PLACA DE CONTINUIDAD
ARRIBA Y ABAJO

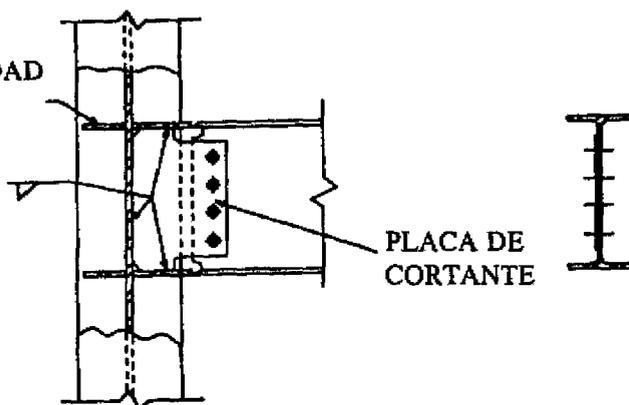


PLACA DE
CORTANTE

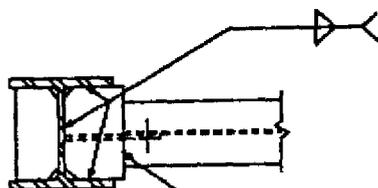


PENETRACION COMPLETA
PATIN SUPERIOR E INFERIOR

PLACA DE CONTINUIDAD
ARRIBA Y ABAJO

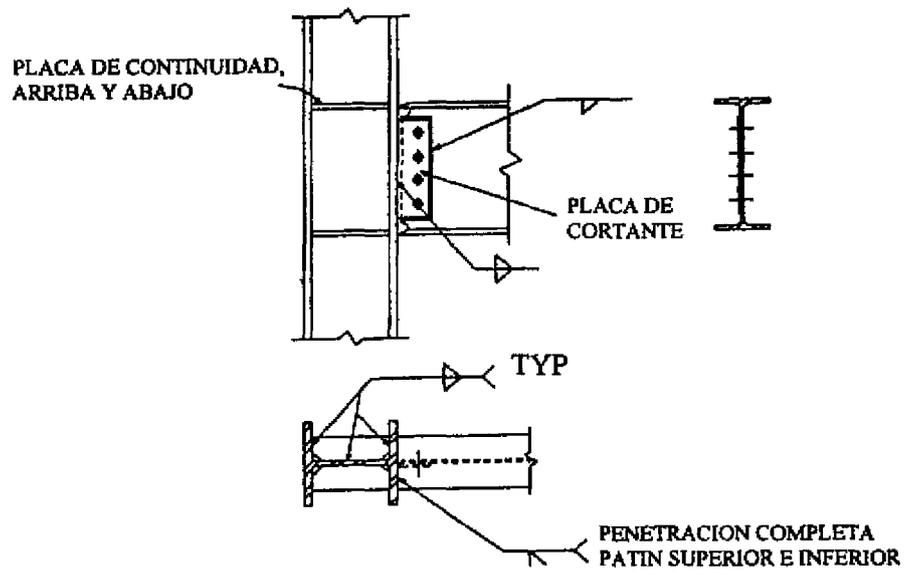


PLACA DE
CORTANTE

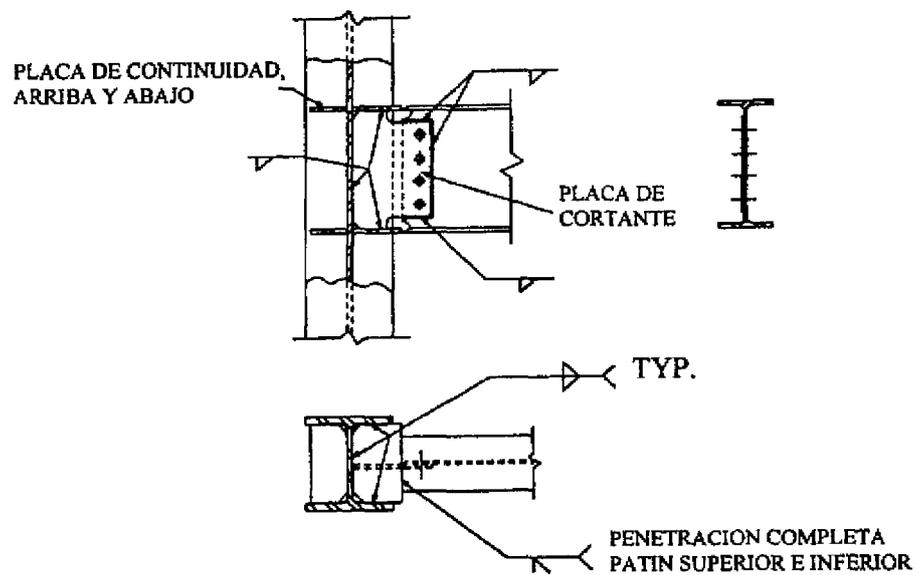


PENETRACION COMPLETA
PATIN SUPERIOR E INFERIOR

Fig. C.8.4. Unión viga-columna



(a)



(b)

Fig. C-8.5. Unión Viga-Columna, $btr (d_b - t_r) F_y < 0.7F_y Z_x$

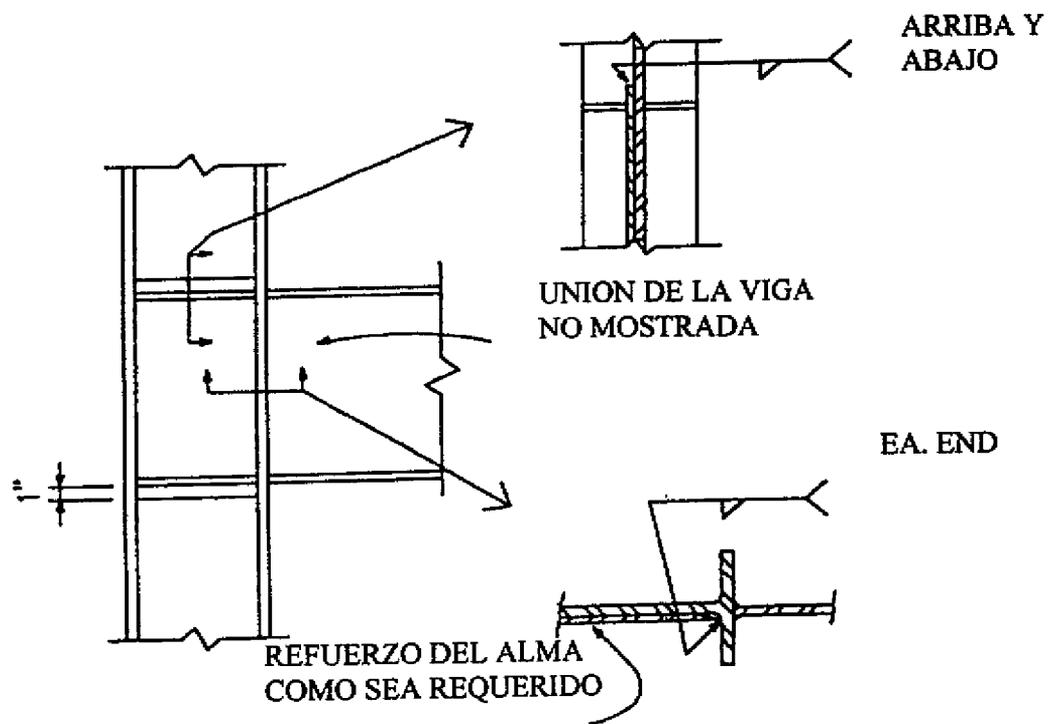
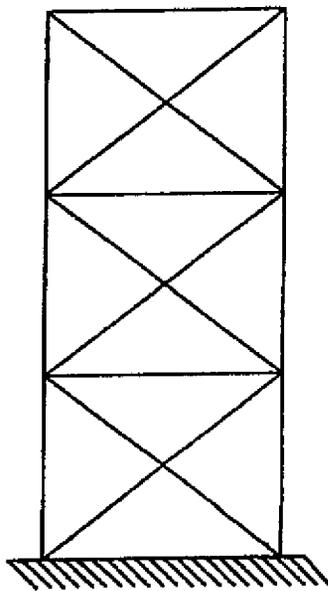
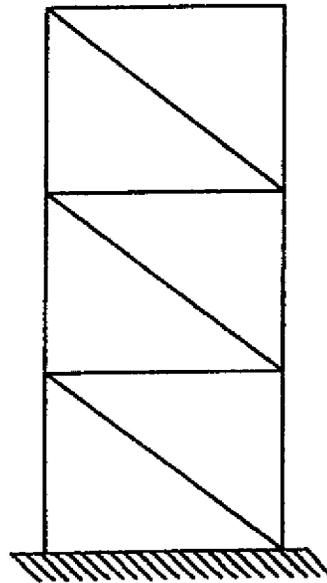


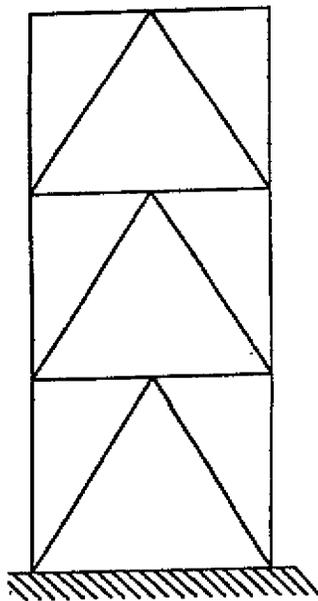
Fig. C-8.6. Detalle en la Zona de Panel (con refuerzo)



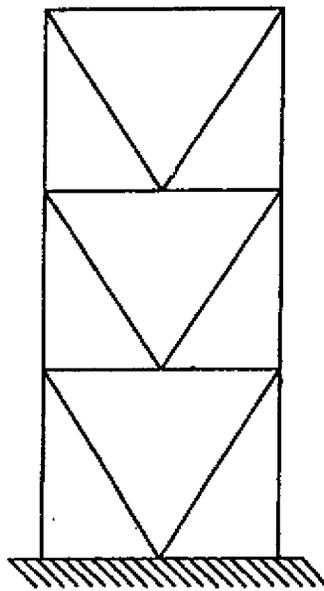
en X



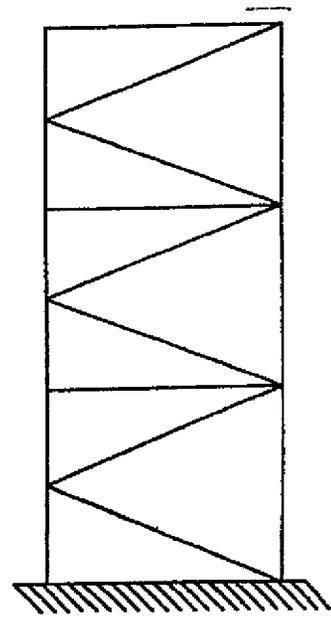
Diagonal Simple



en V



en Λ



en K

Tipos de Marcos con Contraventeos Concéntricos (MXC)

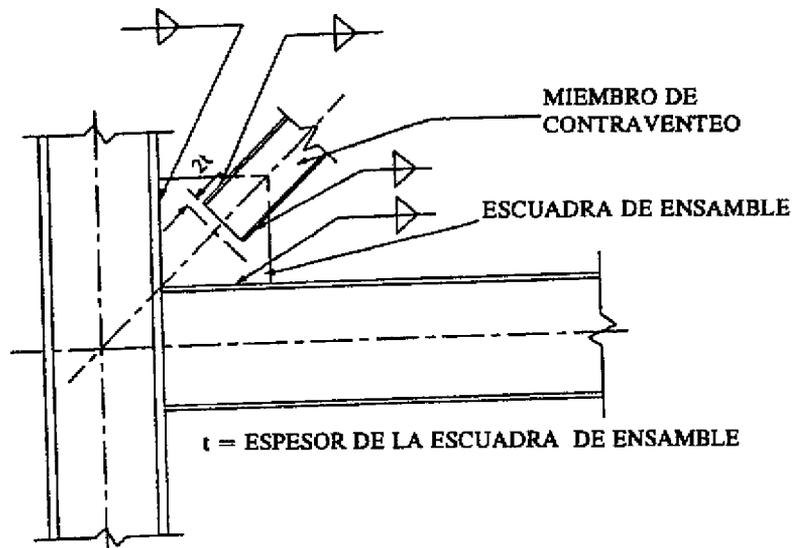


Fig. C-9.7. Requerimiento por Pandeo Fuera del Plano de la Unión Contraventeo-Escuadra de Ensamble en un Sistema Contraventado.

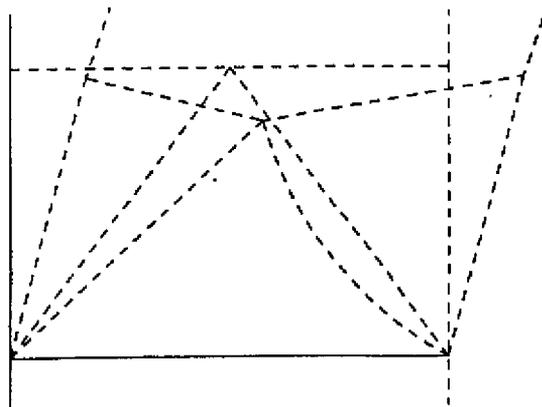


Fig. C-9.8. Mecanismo de Falla de un Marco con un Contraventeo en V invertido.

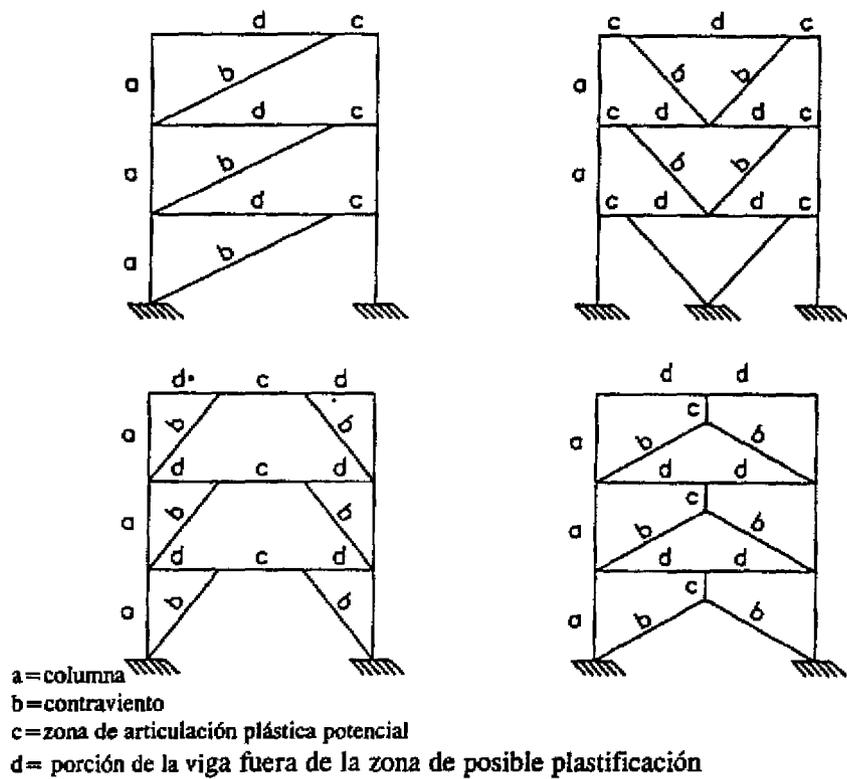
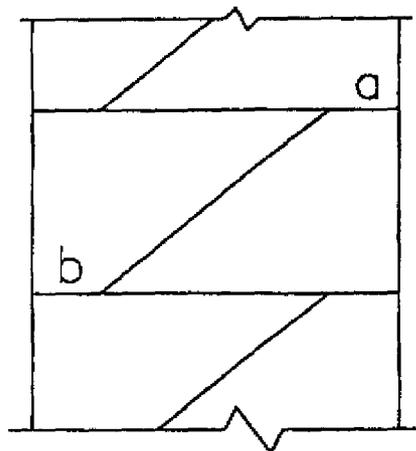
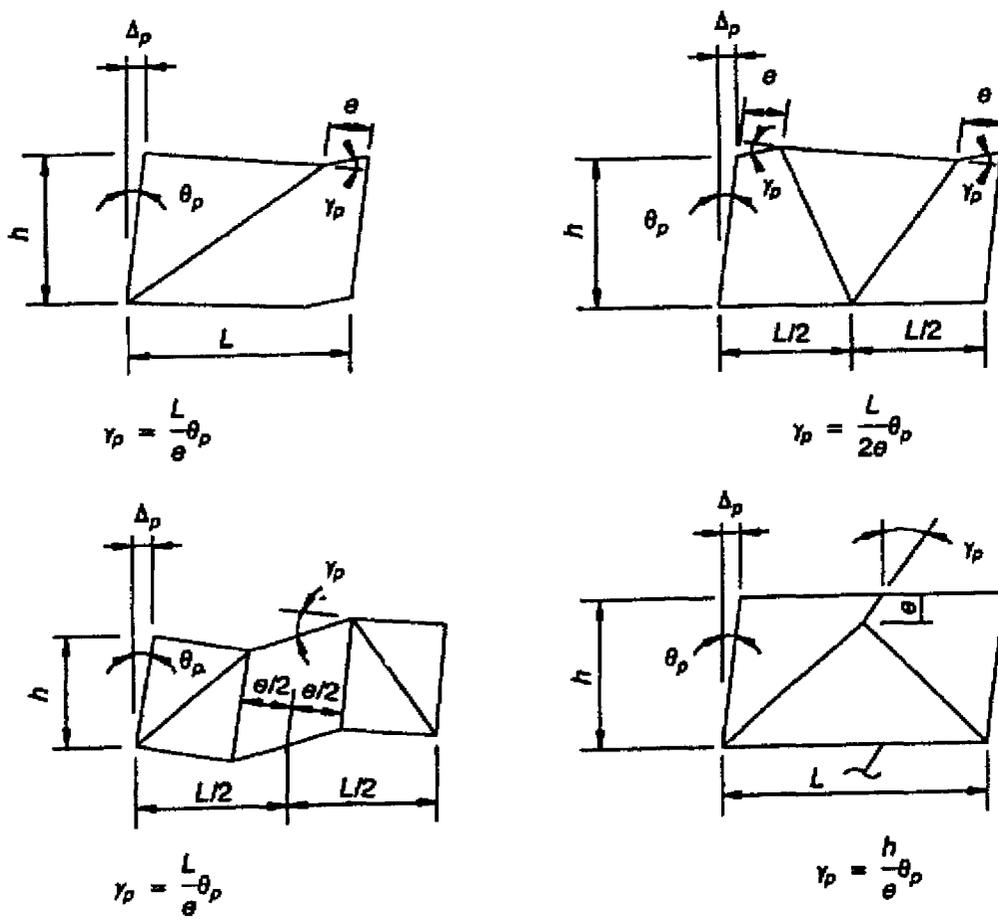


Fig. C.10.1. Tipos comunes de marcos contraventeados excéntricos



ϕV_n -zona de posible plastificación a (activa) < ϕV_n - zona de posible plastificación b (inactiva)

Fig. C.10.2 EBF-Articulación plástica potencial activa e inactiva



- Δ_v = Distorsión de piso determinada al utilizar el corte basal v, en pulgadas.
- Δ_t = Distorsión total de piso, en pulgadas = $\Delta_v \times e' / e$.
- Δ_e = Distorsión de piso elástica, en pulgadas = Δ_v veces el factor de carga sísmico.
- Δ_p = Distorsión de piso plástica, en pulgadas = $\Delta_t - \Delta_e$ (conservadoramente $\Delta_e = 0$).
- e = Longitud de articulación plástica potencial, en pulgadas.
- h = Altura de entrepiso, en pulgadas.
- L = Distancia entre columnas, en pulgadas.
- θ_p = Angulo de la distorsión de piso plástica, en radianes = Δ_p / h .
- γ_p = Angulo de rotación de la zona de articulación plástica potencial, en radianes.

Fig. C-10.3. Angulo de Rotación de la Zona de Articulación Plástica Potencial.

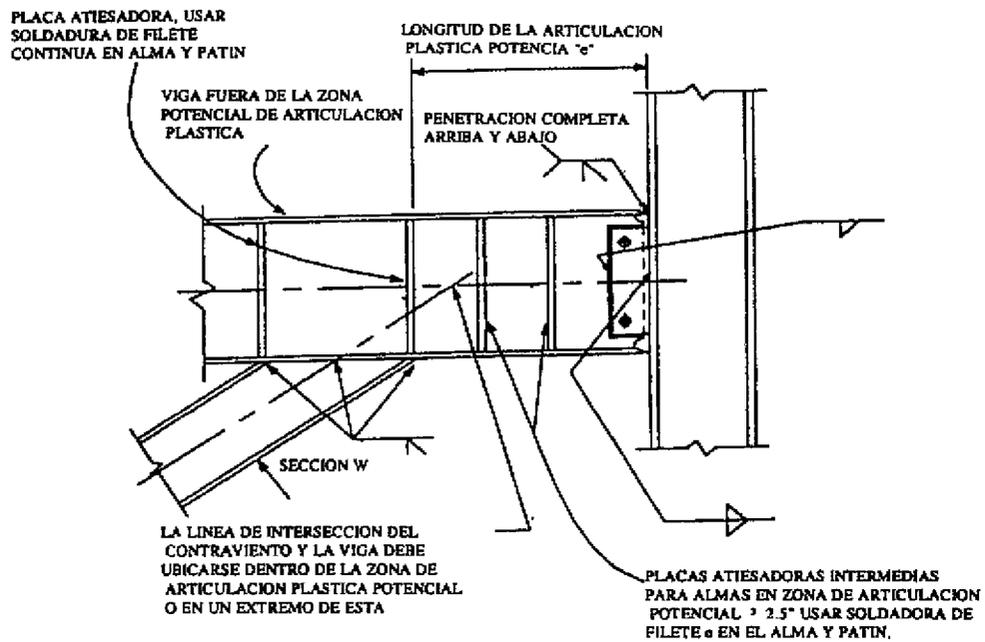


Fig. C.10.4

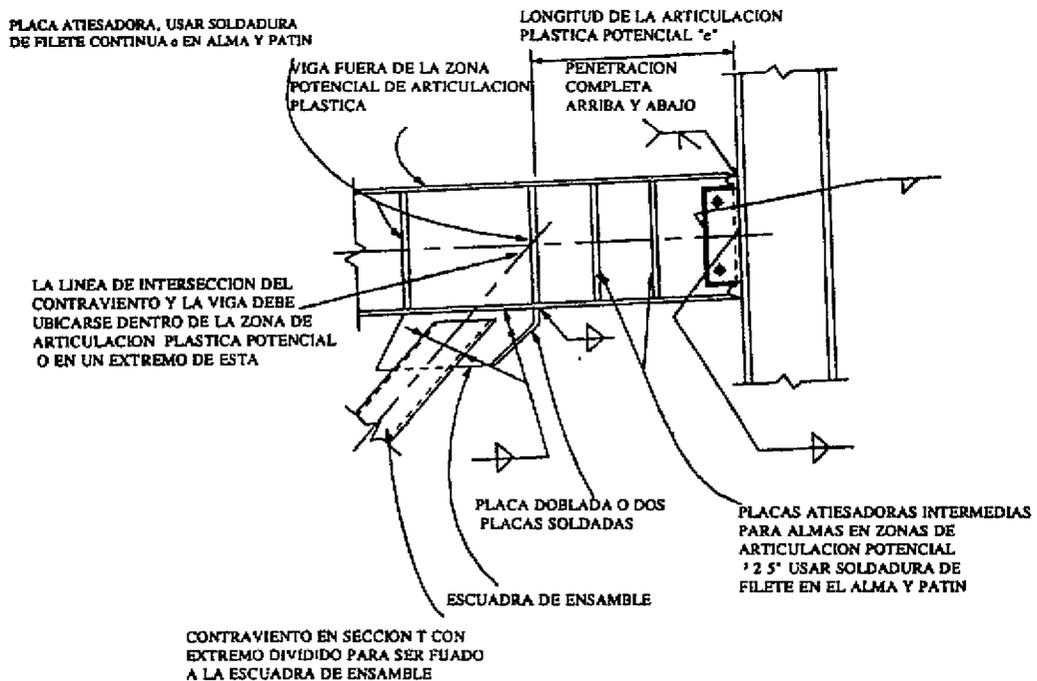


Fig. C.10.5