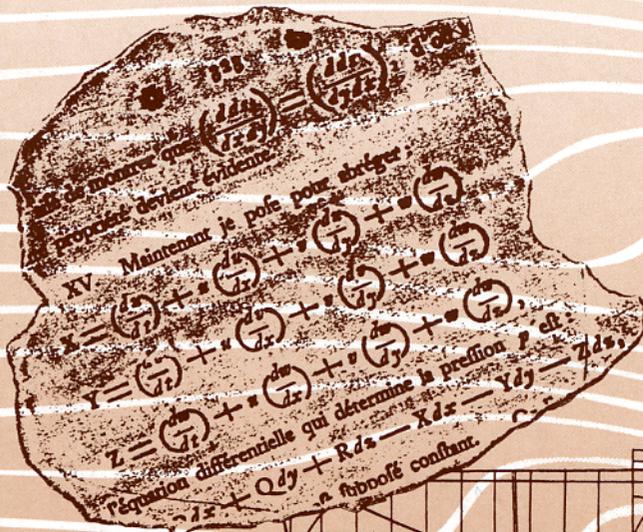
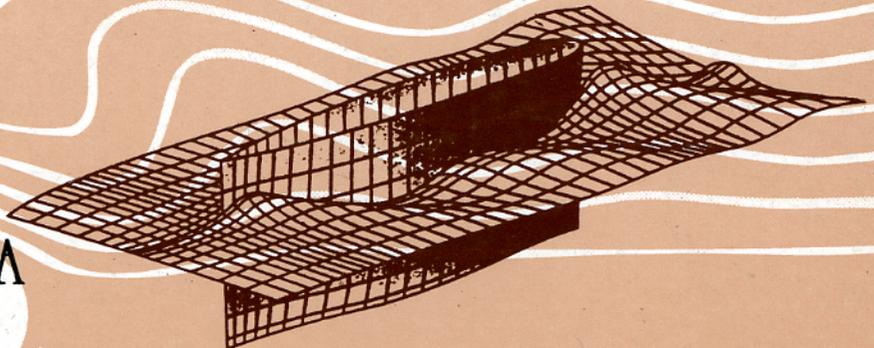


Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
JULIO/DICIEMBRE 1993 VOLUMEN 3 No. 2



INGENIERIA
1993



DIAGRAMAS DE FLUJO PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

*Marija Romanjek B. **

Resumen

Se desarrollan los "diagramas de flujo" que representan el proceso o los procedimientos para diseñar componentes estructurales de acero bajo la acción de fuerzas axiales de compresión y flexión, siguiendo las condiciones exigidas por las normas americanas AISC(1) y por el CSCR (2) .

Se presentan diagramas de flujo para distintas secciones transversales y condiciones de carga.

Summary

This article describes the development of "flow diagrams" which represent the process or procedure in order to design structural components of steel, subject to the action of axial forces of compression and bending, following the recommendations of North American Standards AISC ¹ and the Costa Rican Seismic Code CSCR ² .

Flow diagrams are illustrated for different structural cross sections and load conditions.

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es presentar una guía práctica para diseñar los elementos principales de estructuras de acero que estén sometidos a esfuerzos de compresión. Estos esfuerzos de compresión pueden ser originados por fuerzas axiales o por momentos flectores.

La determinación del esfuerzo permisible para los elementos sometidos a compresión se basa en los tipos de falla. Estas pueden ser: por fluencia del acero, por pandeo lateral primario elástico o inelástico, por pandeo local, y por pandeo torsional. La especificación considera estos tipos de falla a través de diversas fórmulas, algunas obtenidas de los análisis teóricos, otras por medio de las ecuaciones empíricas. Estas fórmulas y los requisitos para aplicarlas están dadas en diferentes secciones, párrafos y apéndices del libro del AISC.

La experiencia en el diseño y en la docencia han indicado la necesidad de hacer esta guía, la cual simplifica la labor del ingeniero estructural.

Los diagramas de flujo que conforman este trabajo indican la secuencia de los pasos que se deben seguir en el diseño de un miembro estructural según las especificaciones de diseño AISC,

* Profesora de la Escuela de Ingeniería Mecánica Universidad de Costa Rica

¹ AISC: Manual of STEEL CONSTRUCTION, Allowable Stress Design, Ninth edition, American Institute of Steel Construction, Inc.

² CSCR: CODIGO SISMICO DE COSTA RICA 1986, primera edición, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica.

con las particularidades indicadas en el CSCR y según el método de esfuerzos permisible o de esfuerzos de trabajo.

Estos diagramas se han preparado para cada una de las secciones más usuales: W, S, M, HP, tubo rectangular, canal C, tubo de sección redonda, angulares y tees, sean estos de perfiles laminados en caliente o de secciones similares formadas de láminas.

Todas las fórmulas empleadas en los diagramas de flujo se han transformado del sistema inglés al sistema internacional de unidades (SIU).

DIAGRAMAS DE FLUJO

Para el diseño de los elementos PRINCIPALES de estructuras de acero por esfuerzos de compresión según AISC (9na ed) y CSCR

Datos y simbología

- Propiedades del acero
 E = módulo de elasticidad en [MPa].
 F_y = Límite de fluencia, en [MPa].
 Para las secciones híbridas, F_y es el límite de fluencia de la parte comprimida.

- Propiedades de la sección y del elemento:
 A = área total de la sección en [m²]
 A_e = área efectiva de la sección, en [m²]
 Al inicio del cálculo se supone igual al área total.

Con respecto a los ejes principales "x" e "y" respectivamente.

r_x, r_y = radios de giro, en [m].
 Se calculan en base al área efectiva de la sección.

L_x, L_y = longitudes libres del elemento, en [m], según la figura 1.

S_x, S_y = módulos de la sección total en [m³]

S_{xe}, S_{ye} = módulos de la sección del área efectiva en [m³]

I_x, I_y = momentos de inercia de la sección total, en [m⁴]

I_{xe}, I_{ye} = momentos de inercia de la sección del área efectiva, en [m⁴]

L_{bx}, L_{by} = distancias entre los soportes laterales del patín en compresión en una sección sometida a flexión, en [m]

En el caso del voladizo con soportes laterales solamente en el apoyo, conservadoramente se puede considerar igual al largo del voladizo.

r_t = radio de giro de una sección tipo I que comprende el patín en compresión más 1/3 del área del alma en compresión tomado con respecto al eje en el plano del alma, en [m].

K_x, K_y = factores de longitud efectivo - dependen de las condiciones de los elementos (columnas) en sus extremos.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{K_x L_x}{r_x} \\ \frac{K_y L_y}{r_y} \end{array} \right\} \text{El mayor de los dos será: } \frac{KL}{r} = \text{relación de esbeltez.}$$

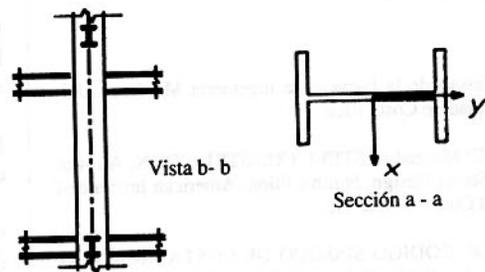
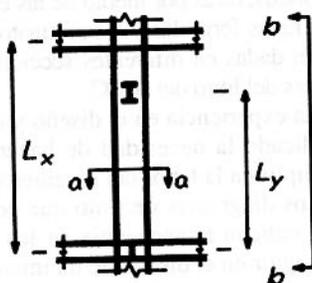


Figura 1

Fuerzas Internas

N = fuerza axial en el elemento (columna), en [MN].

M = momento flector en el elemento, en [MNm].

M_1, M_2 = momentos menor y mayor respectivamente en los extremos de la longitud no arriestrada de un elemento sometido a flexión. La relación M_1 / M_2 será positiva cuando provocan curvatura doble y negativa en el caso de curvatura simple.

$$C_b = 1.75 + 1.05(M_1 / M_2) + 0.3(M_1 / M_2)^2 \leq 2.3.$$

Esfuerzos Permisibles

F_a = compresión por fuerza axial, en [MPa].

F_{bx} = compresión por flexión en la dirección del eje de mayor momento de inercia, en [MPa].

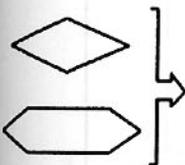
F_{by} = compresión por flexión en la dirección del eje de menor momento de inercia, en [MPa].

NOTA: según CSCR estos esfuerzos se deben aumentar 1.7 veces cuando se comparan con los esfuerzos que se deben a una combinación de carga que incluya carga sísmica. Estos esfuerzos aumentados no deben ser mayores que F_y .

También los esfuerzos calculados por aproximaciones sucesivas (f o f_1) para determinar el área efectiva se deben disminuir 1.7 veces cuando se deben a una combinación de carga que incluya carga sísmica.

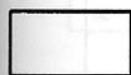
3.- Significado de los símbolos.

Designación del diagrama o conector
Representa entrada o salida a un diagrama



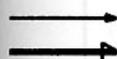
Requerimiento de decisión:

lugar en el diagrama de flujo en donde se cumple o no un criterio de especificación



Requerimiento de proceso:

lugar en el diagrama de flujo en donde se hace una declaración de apertura o de cierre, o donde se debe realizar un cálculo.



Dos diferentes tipos de líneas de flujo:

Cuando a un símbolo entran dos tipos de líneas, la línea de salida debe corresponder al mismo tipo de la línea de entrada.

DIAGRAMA DE FLUJO IA

Para el diseño de la sección tipo I sujeta a FUERZA AXIAL de compresión

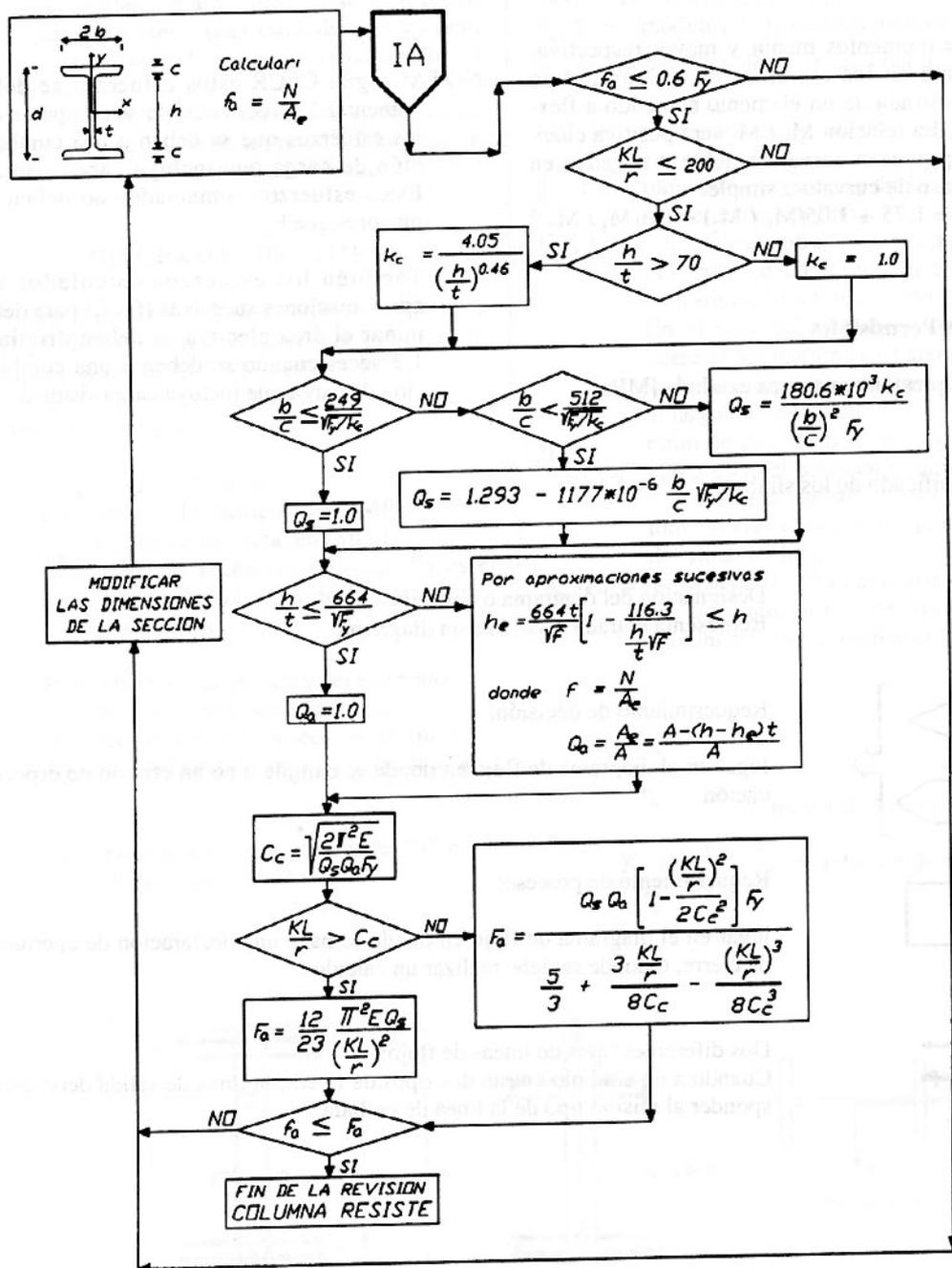


DIAGRAMA DE FLUJO IFX

Para el diseño de la sección tipo I sometida a FLEXION en la dirección de EJE MAYOR

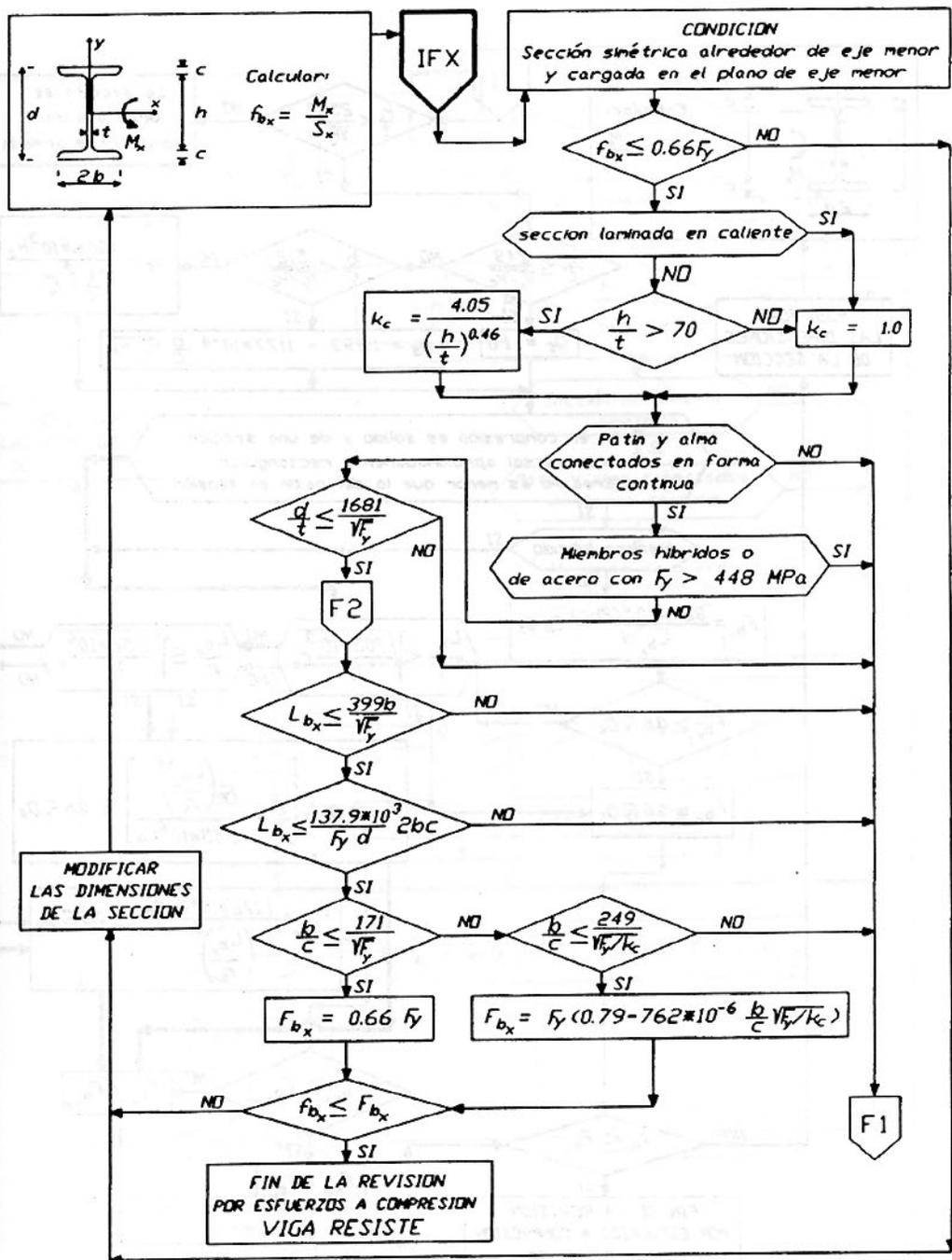


DIAGRAMA DE FLUJO IFX (continuación)

Para el diseño de la sección tipo I sometida a FLEXION en la dirección eje mayor (continuación)

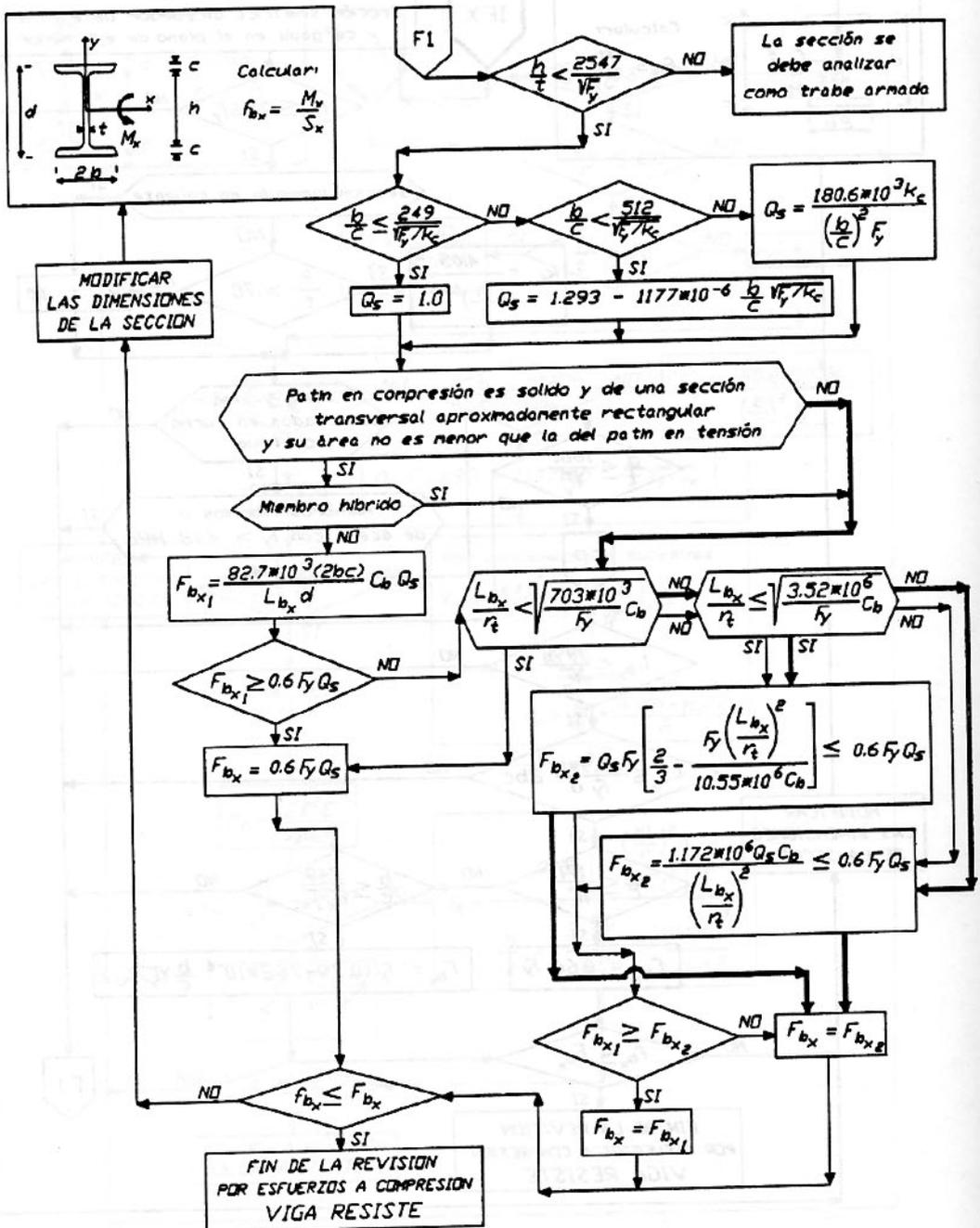


DIAGRAMA DE FLUJO IFY

Para el diseño de la sección tipo I sometida a FLEXION en la dirección de EJE MENOR

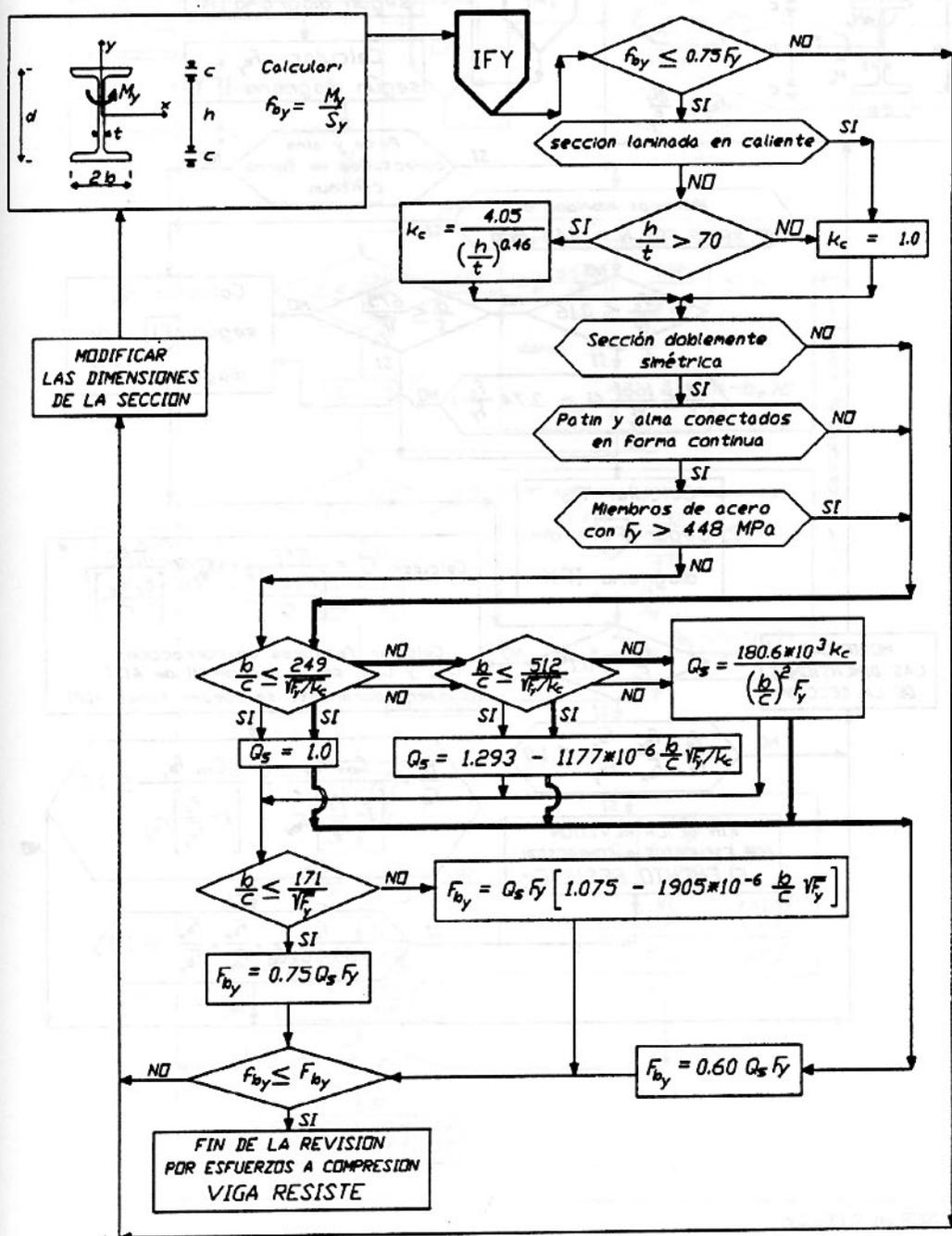


DIAGRAMA DE FLUJO □ A

Para el diseño de la sección tipo □ sujeta a FUERZA AXIAL de compresión

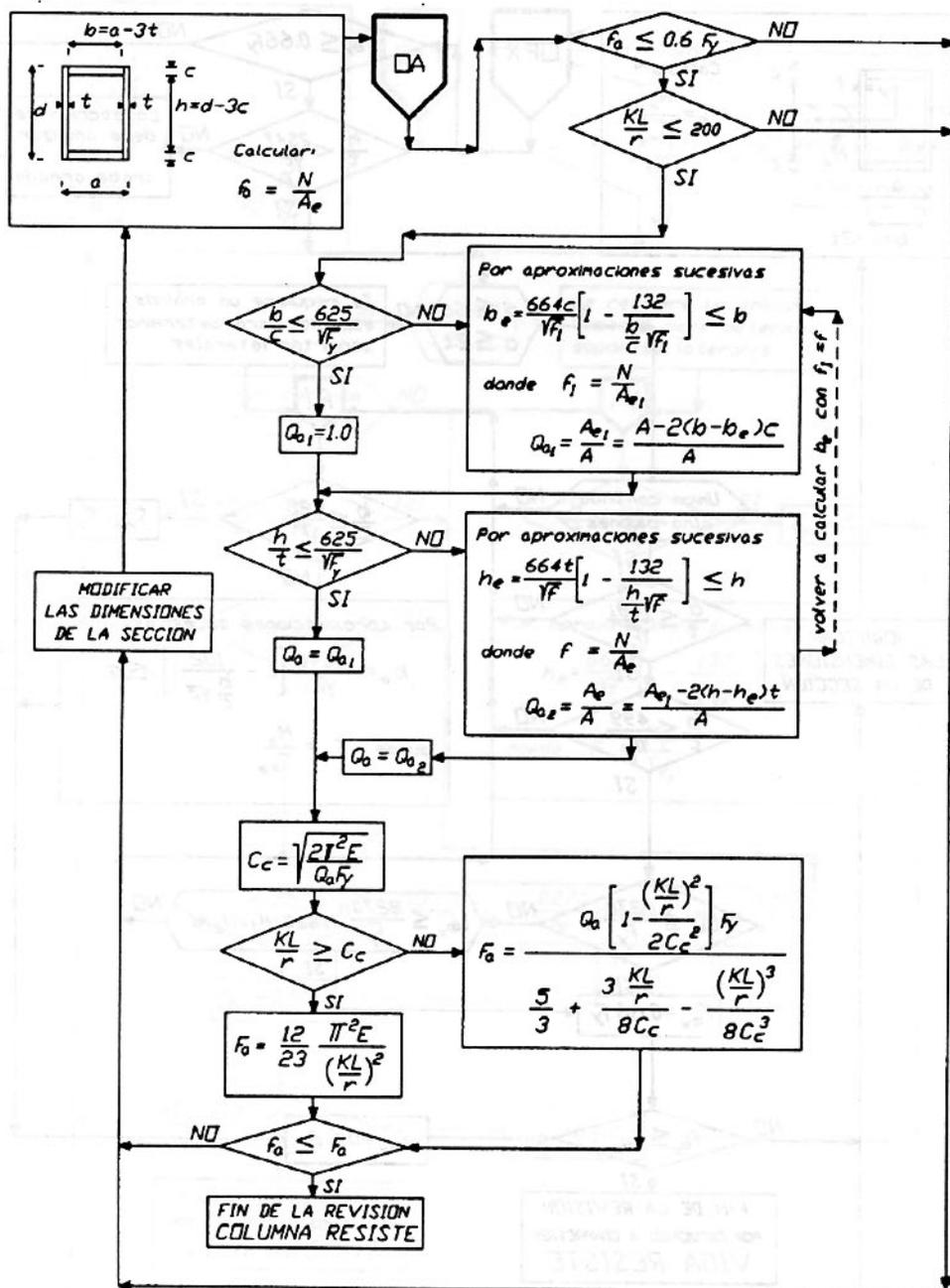


DIAGRAMA DE FLUJO □ FX

Para el diseño de la sección tipo □ sometida a FLEXION en la dirección de EJE MAYOR

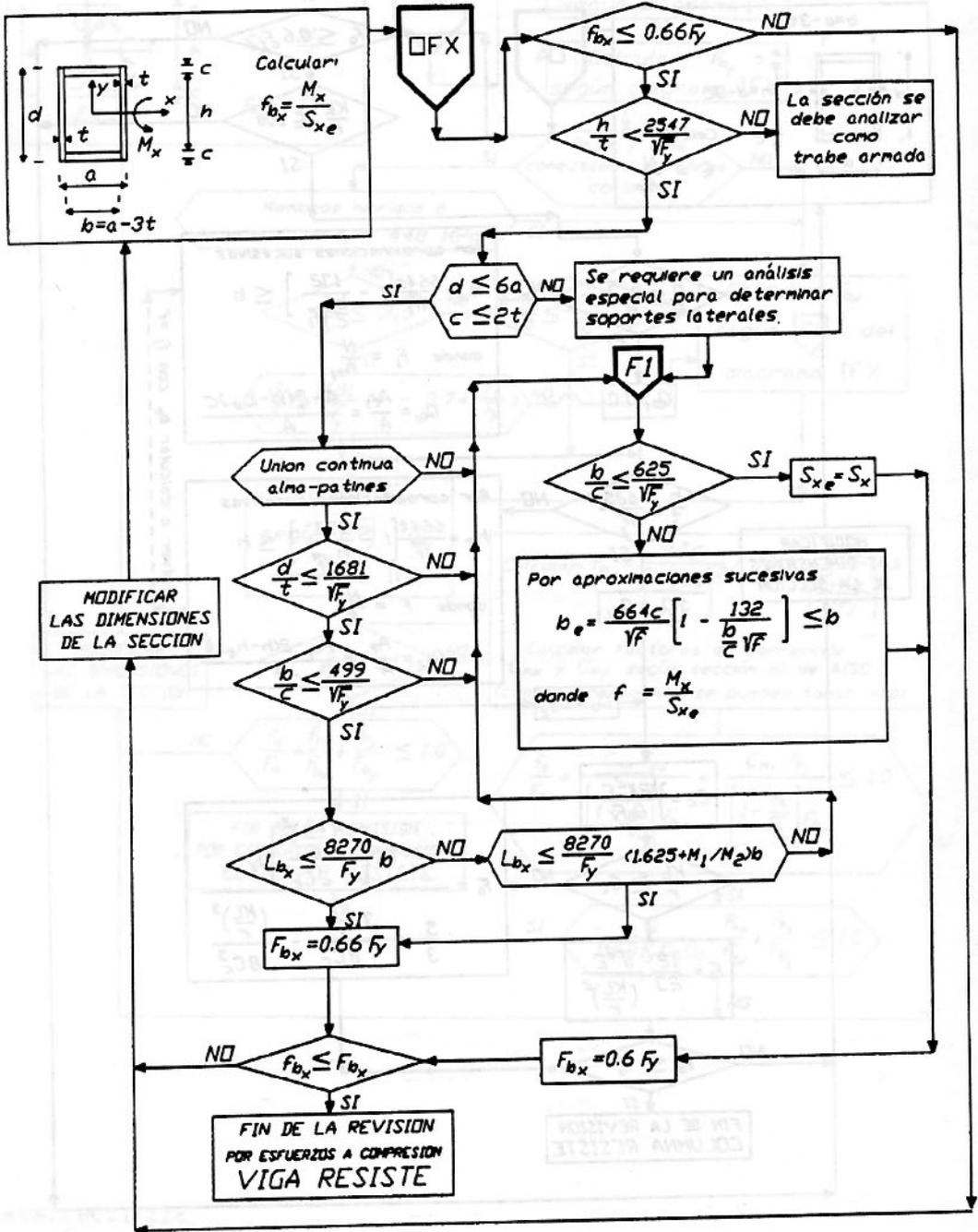


DIAGRAMA DE FLUJO □FY

Para el diseño de la sección tipo □ sometida a FLEXION en la dirección de EJE MENOR

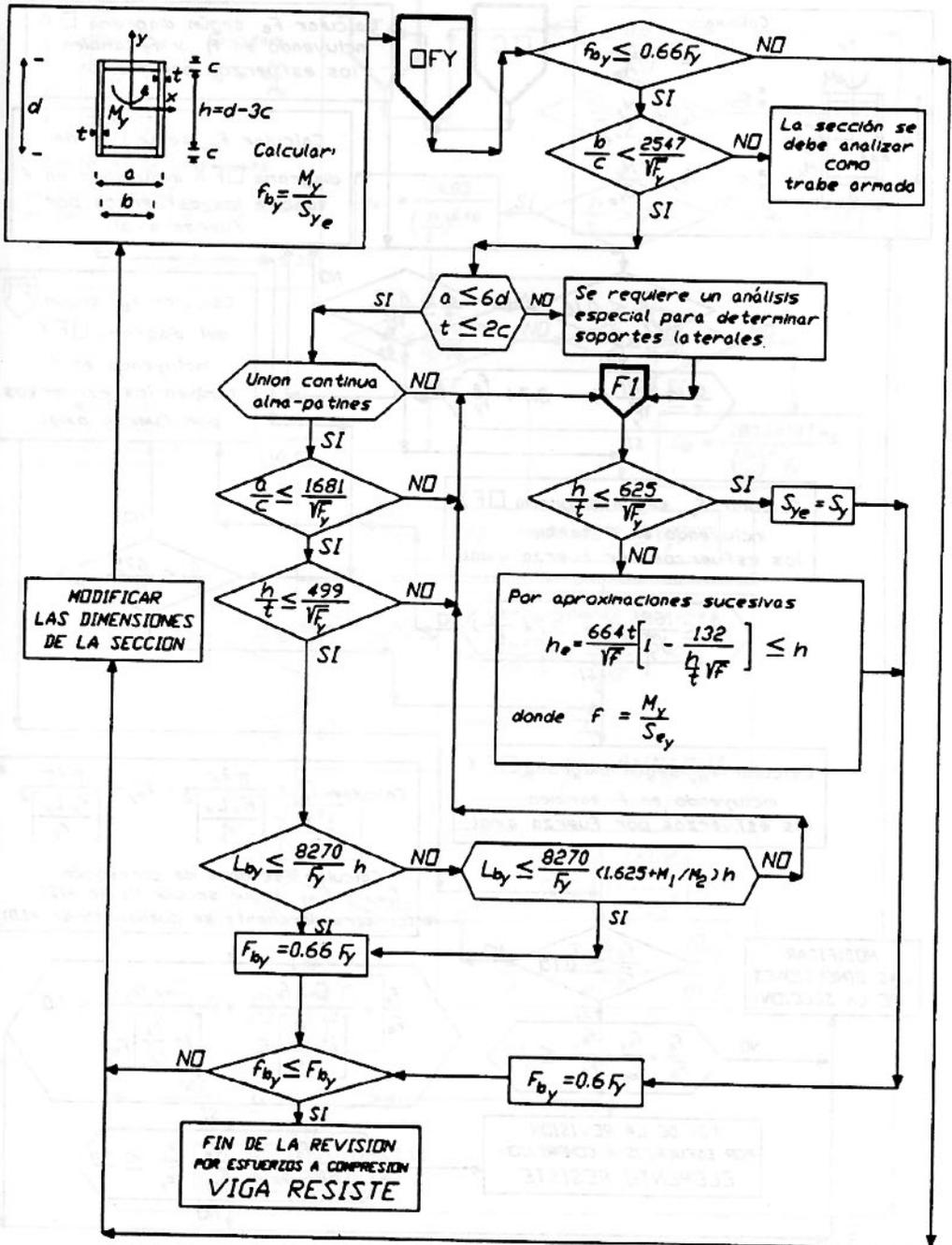


DIAGRAMA DE FLUJO □ C

Para el diseño de la sección tipo □ sometida a FUERZA-AXIAL de compresión y FLEXION en ambas DIRECCIONES

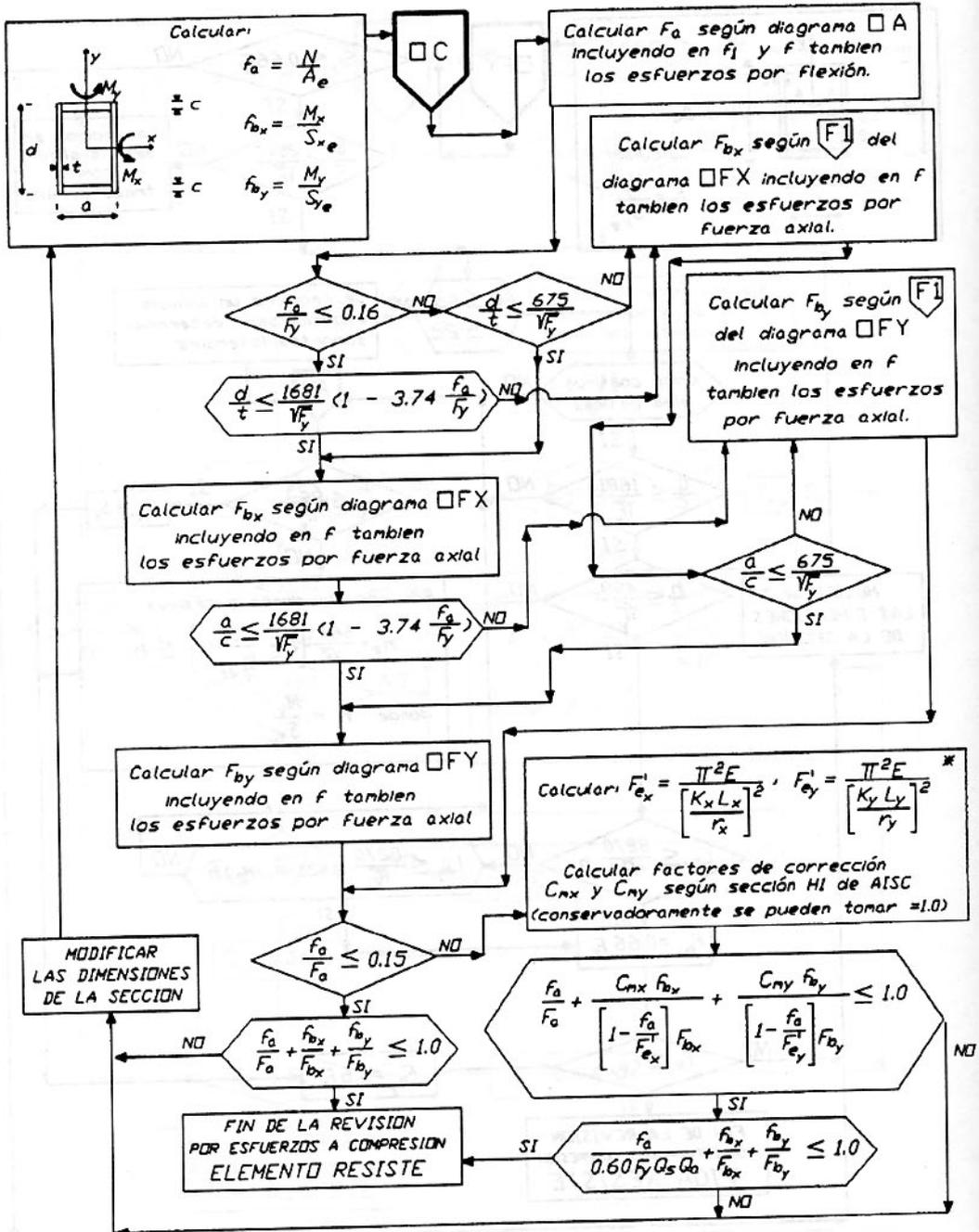


DIAGRAMA DE FLUJO CA

para el diseño de la sección tipo \square sujeta a FUERZA AXIAL de compresión

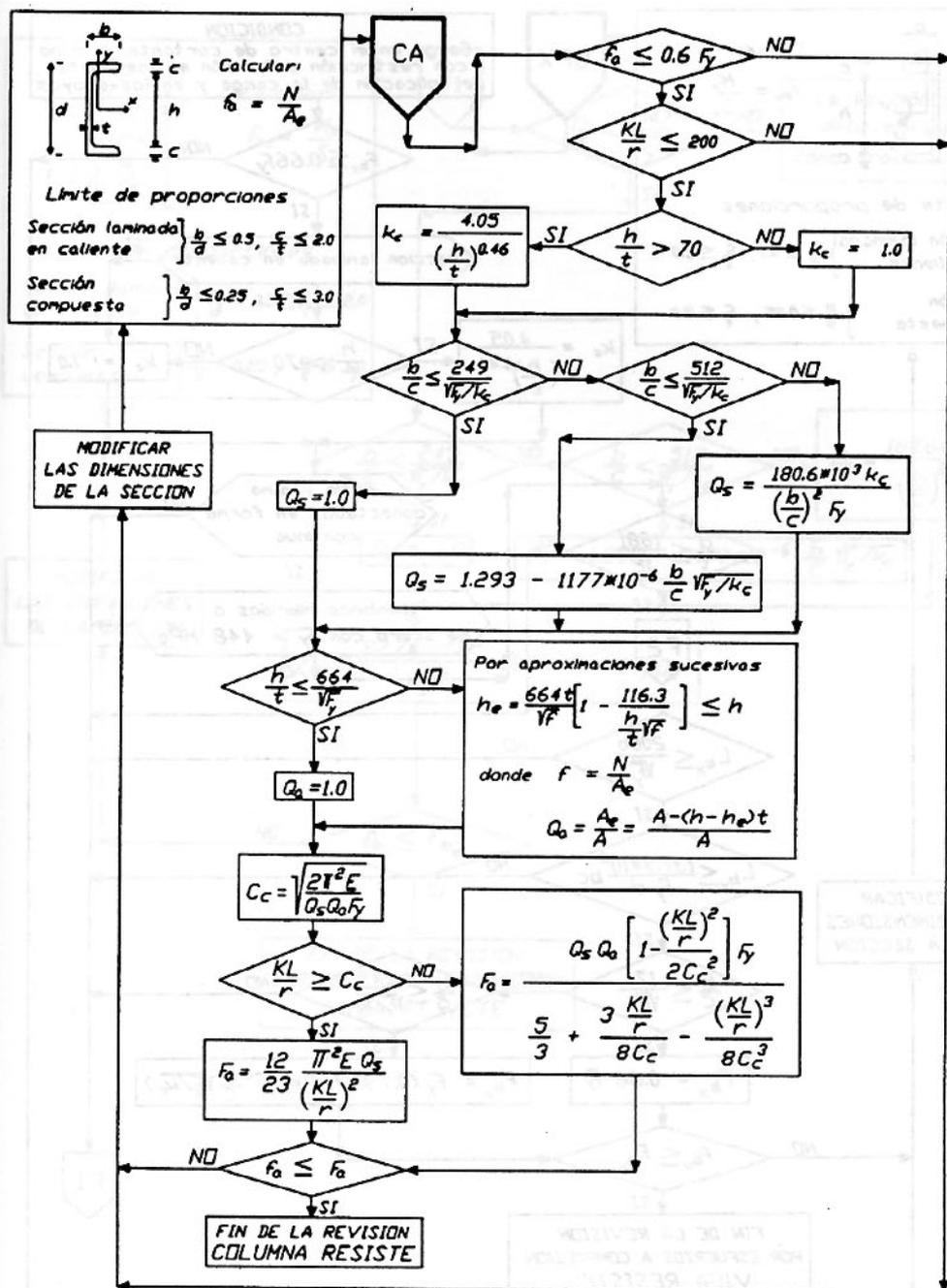


DIAGRAMA DE FLUJO CFX (continuación)

para el diseño de la sección tipo \square sometida a FLEXION en la dirección de EJE MAYOR

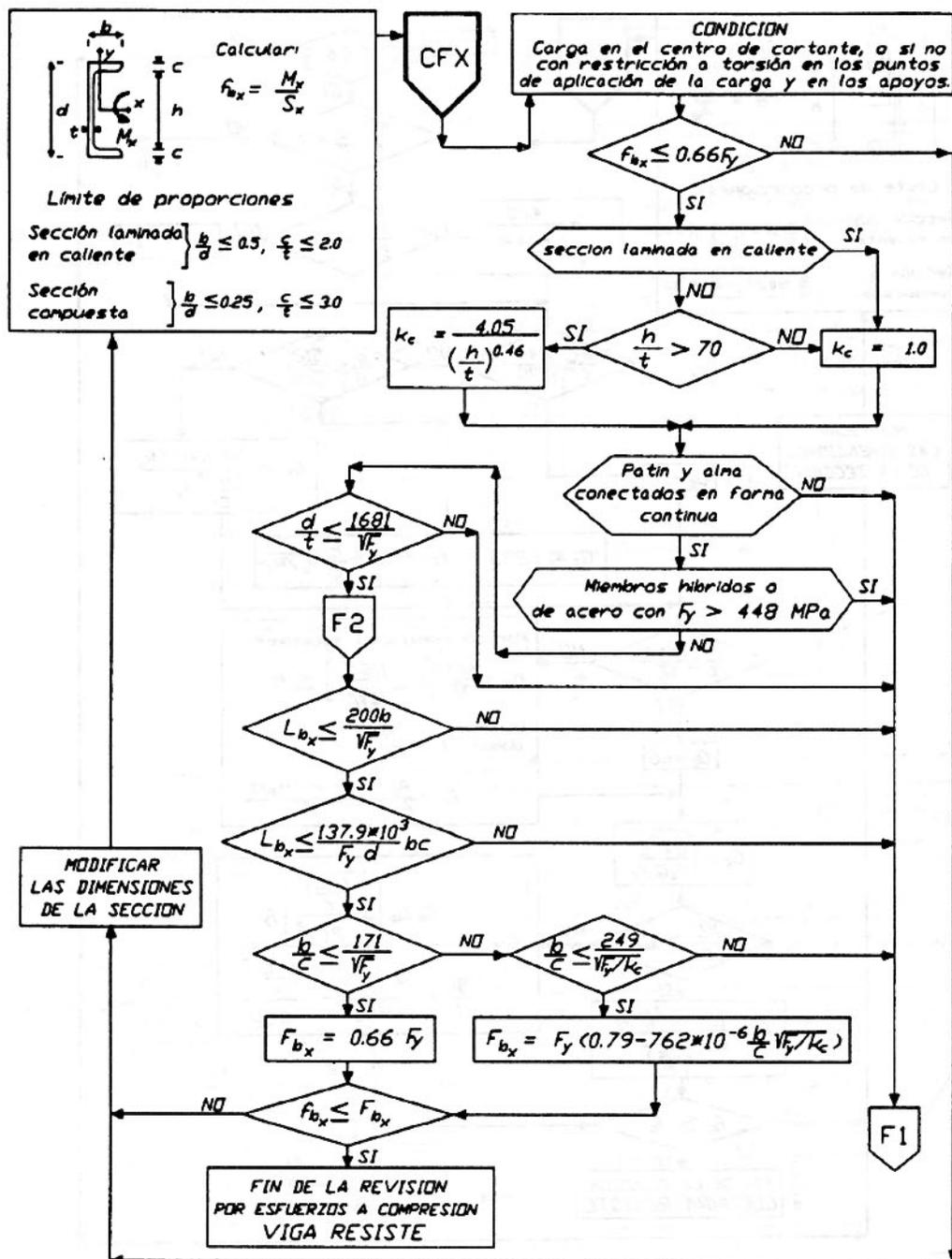


DIAGRAMA DE FLUJO CFX (continuación)

Para el diseño de la sección tipo \square sometida a FLEXION en la dirección de EJE MAYOR (continuación)

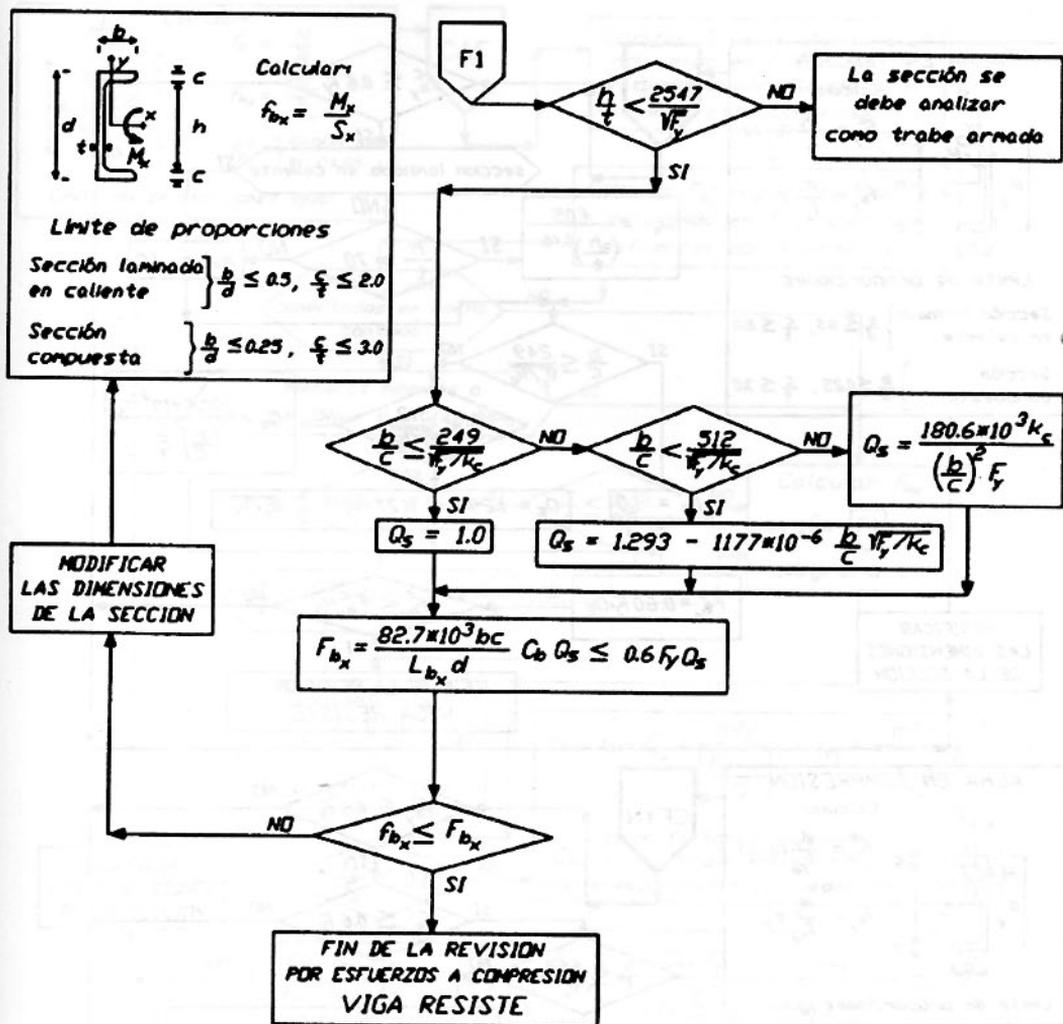


DIAGRAMA DE FLUJO CFY

Para el diseño de la sección tipo \square sometida a FLEXION en la dirección de EJE MENOR

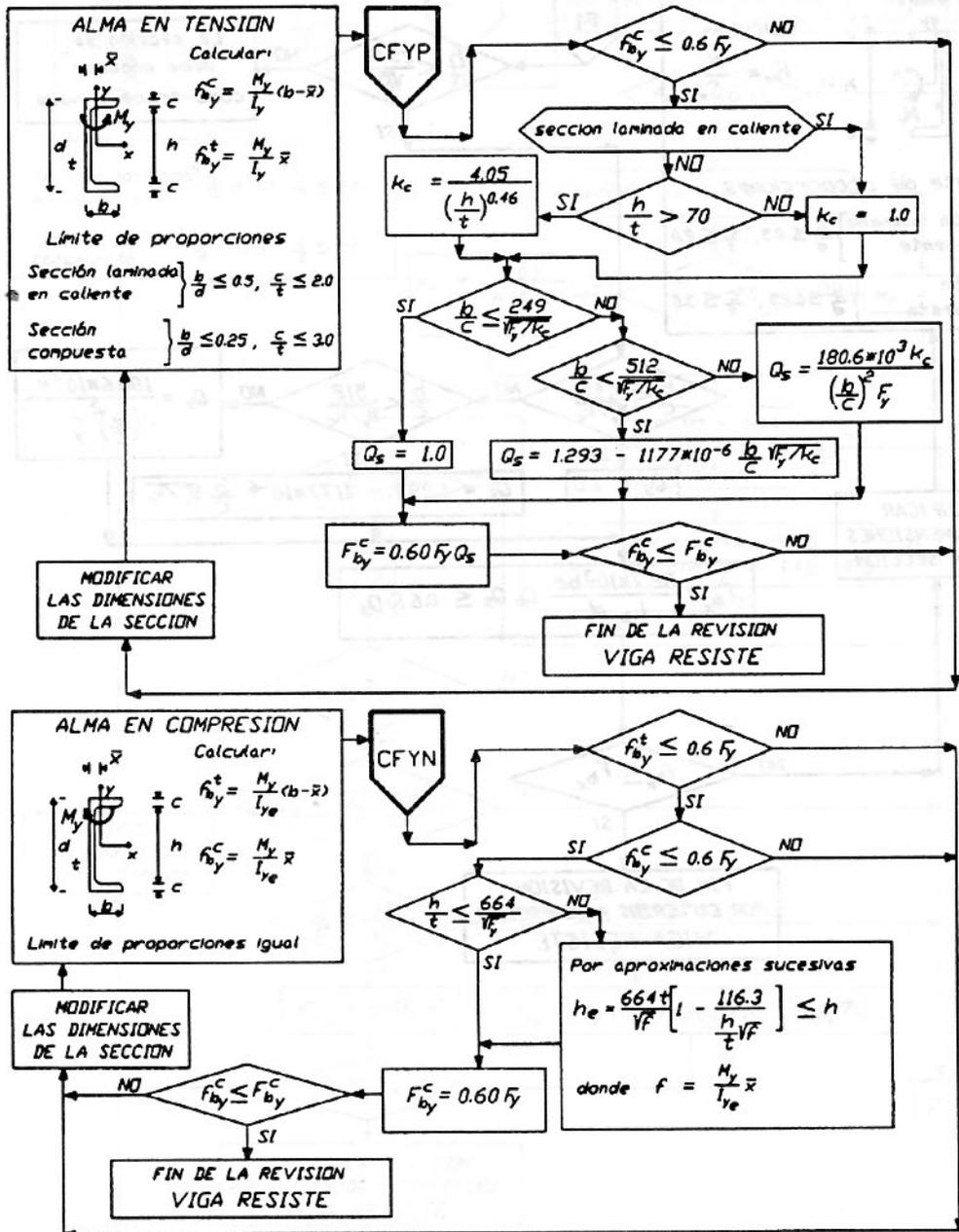


DIAGRAMA DE FLUJO CAF

Para el diseño de la sección tipo \square sometida a FUERZA AXIAL de compresión y FLEXIÓN en AMBAS DIRECCIONES

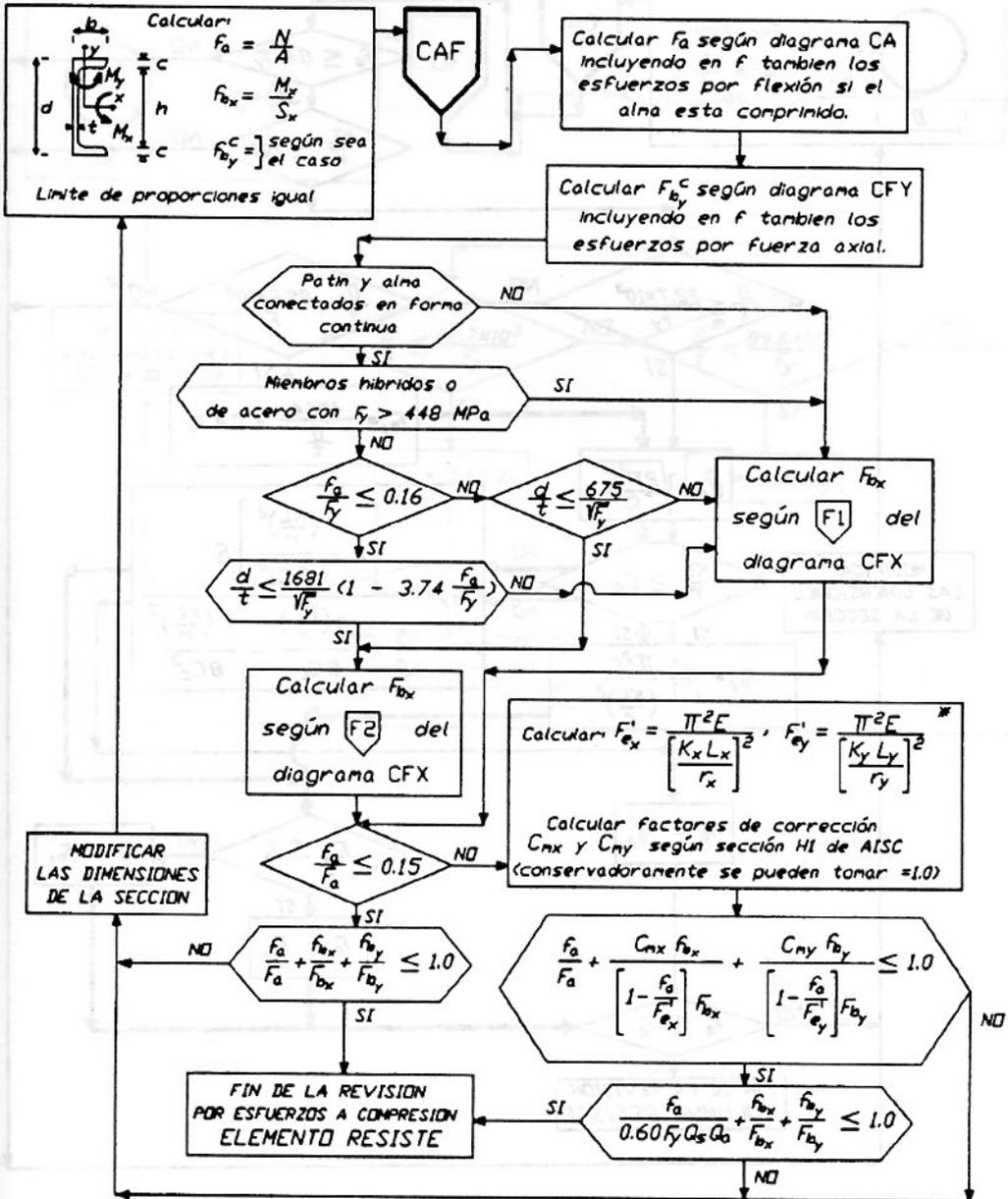
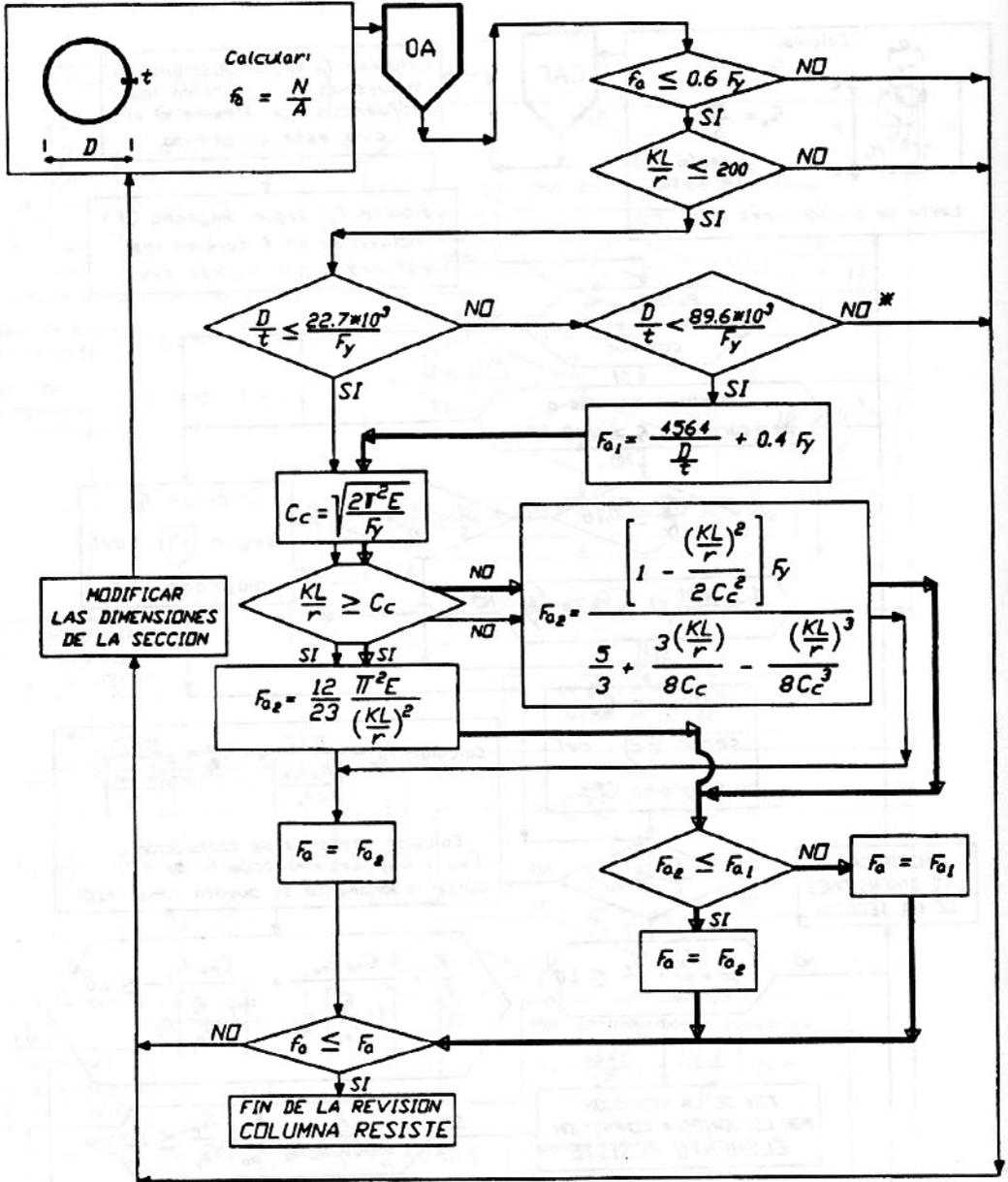


DIAGRAMA DE FLUJO OA

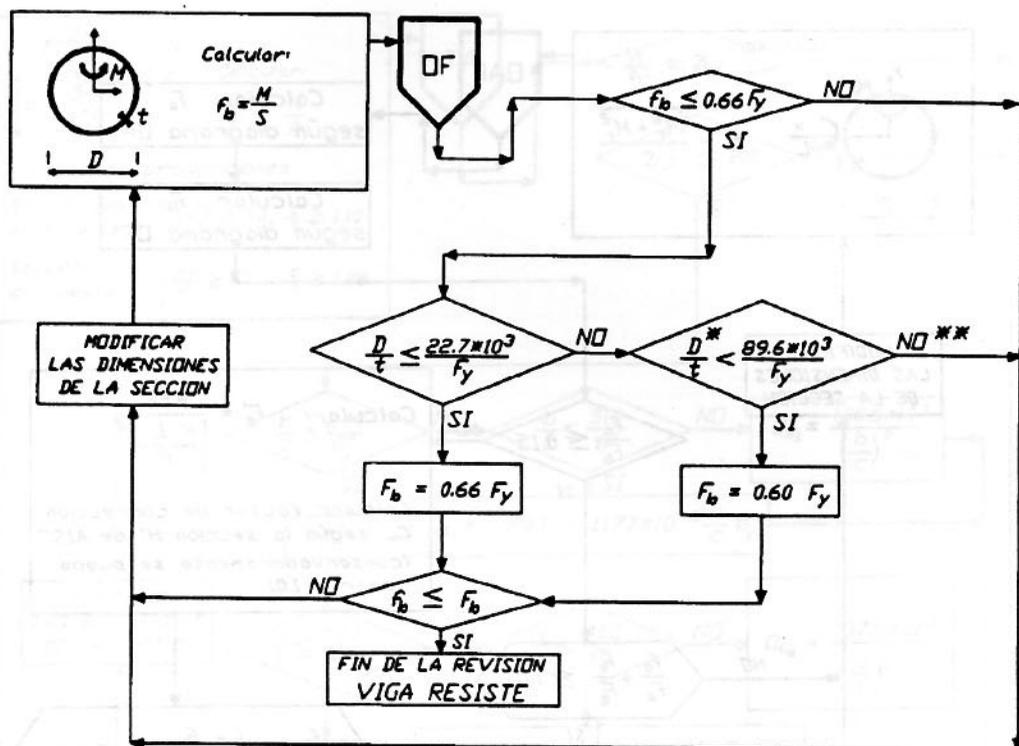
Para el diseño de la sección tipo \bigcirc sujeta a FUERZA AXIAL de compresión



* AISC no especifica.

DIAGRAMA DE FLUJO OF

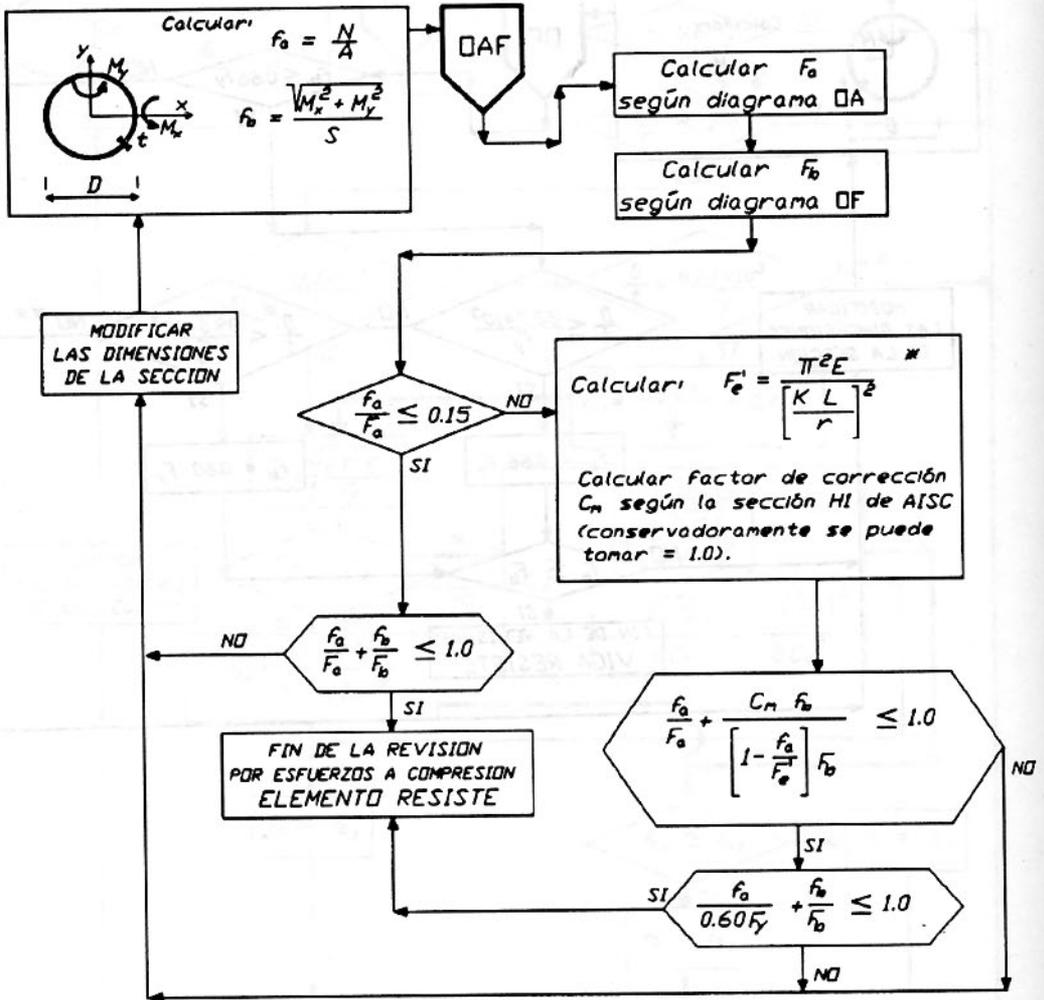
Para el diseño de la sección tipo \bigcirc sometida a FLEXION



* AISCE no especifica este límite en el caso de flexión.
 ** AISCE no especifica.

DIAGRAMA DE FLUJO OAF

Para el diseño de la sección tipo \bigcirc sometida a FUERZA AXIAL de compresión y FLEXION en AMBAS DIRECCIONES



* Según CSCR art. 2.13.2.2. c

DIAGRAMA DE FLUJO TA

Para el diseño de la sección tipo T sujeta a FUERZA AXIAL de compresión

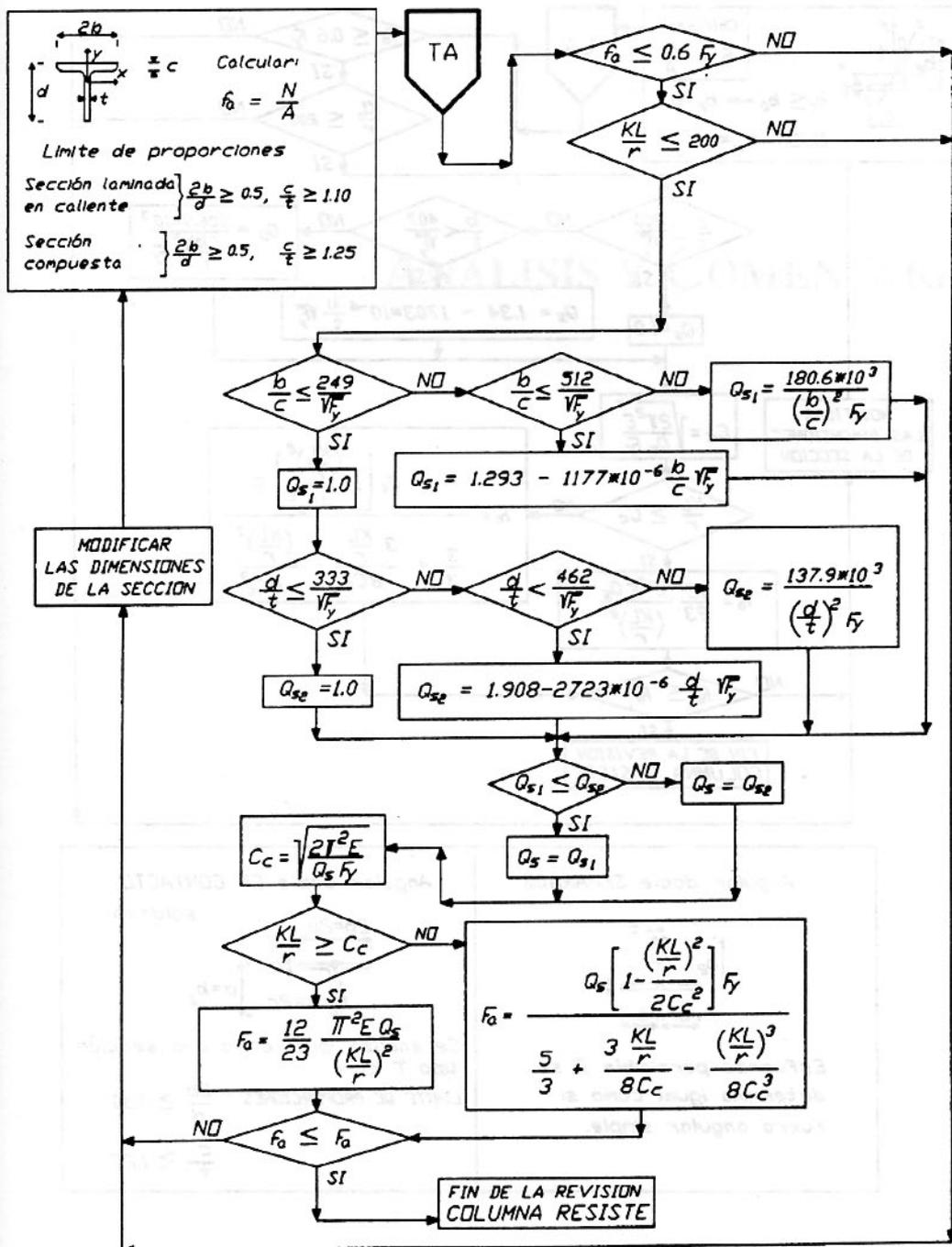
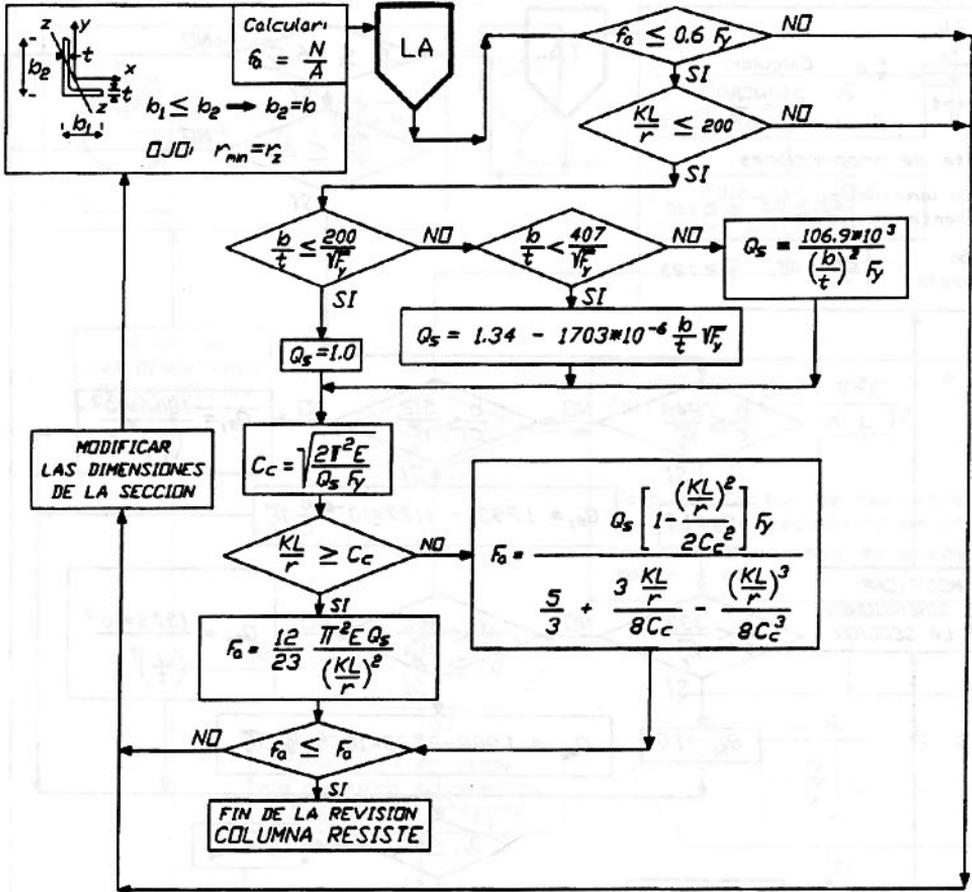
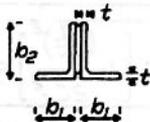


DIAGRAMA DE FLUJO LA

Para el diseño de la sección tipo L sujeta a FUERZA AXIAL de compresión

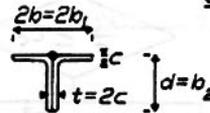


Angular doble SEPARADO



Esfuerzo permisible f_a se determina igual como si fuera angular simple.

Angular doble EN CONTACTO soldado



Se analiza igual como una sección tipo T con:

LIMITE DE PROPORCIONES $\frac{2b}{d} \geq 0.50$

$\frac{c}{t} \geq 1.25$