

HECTOR MONZON DESPANG



**Diseño de Columnas de Concreto reforzado
en Flexocompresión Biaxial.**

Abril, 1972

HECTOR MONZON DESPANG



**Diseño de Columnas de Concreto reforzado
en Flexocompresión Biaxial.**

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC.**

Abril, 1972

DL
08
T(246)C

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Ing. Hugo Quan Má
Vocal 1o.:	Ing. Marco Tulio Samayoa
Vocal 2o.:	Ing. Rodolfo González
Vocal 3o.:	Ing. Adolfo Behrens
Vocal 4o.:	Br. Jorge Luis Cabrera
Vocal 5o.:	Br. Manuel María Rendón
Secretario:	Ing. José Luis Terrón

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano en funciones:	Ing. Rodolfo González
Examinador:	Ing. Pablo Gutiérrez
Examinador:	Ing. Jonás Joaquín Dobias
Examinador:	Ing. Renato Fernández
Secretario:	Ing. Héctor Centenó

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuela

María Luisa de Monzón

A mi esposa

Telma Judith

A mis padres

Rafael y Carola

A mi tía y hermanas,

Elena Despang, María Elena y Silvia

A mi abuelo

Arturo Monzón

A don Jorge Chaluleu

RECONOCIMIENTO

De manera especial al Ingeniero Luis Felipe Mérida por su asesoría y guía, no solamente en el desarrollo de este trabajo sino también en el transcurso de mis estudios.

Al Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería y a las personas que laboran en él.

Al Instituto Geográfico Nacional, por la impresión de los gráficos en colores y en particular al Ingeniero Francisco Morales, subdirector de esa institución.

Al Arquitecto Carlos Ogarrío O. y a los estudiantes universitarios Gilberto Sosa del Valle, Luis Escobar Thomas y Luis Fernando Burmester por su ayuda en el dibujo de los gráficos de diseño.

A todas aquellas personas que en una u otra forma me prestaron su colaboración.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que la ley de la Universidad de San Carlos establece, presento a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

DISEÑO DE COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO

EN FLEXOCOMPRESION BIAxIAL

Tema que me fue asignado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

I N D I C E

CAPITULO I

INTRODUCCION 1

1. EL DISEÑO POR FLEXOCOMPRESION BIAxIAL
2. OBJETIVOS
3. ANTECEDENTES
4. TEORIAS FUNDAMENTALES
5. TERMINOLOGIA BASICA

CAPITULO II

FUNDAMENTOS 8

1. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES
2. SUPOSICIONES BASICAS
3. OBTENCION DE LA SUPERFICIE DE INTERACCION

CAPITULO III

EXPOSICION DE LOS METODOS DE PANNELL 14

1. ESTUDIO DE LAS SUPERFICIES DE INTERACCION EN SECCIONES CUADRADAS
2. VARIACIONES EN LAS SUPERFICIES DE INTERACCION
3. COLUMNAS RECTANGULARES

CAPITULO IV

GENERALIZACIONES 24

1. COLUMNAS DE SECCION CIRCULAR
2. COLUMNAS CUADRADAS CON DISTRIBUCION CIRCULAR DE ACERO
3. VARIACIONES CAUSADAS POR CAMBIO DE RECUBRIMIENTO EFECTIVO
4. COLUMNAS ELIPTICAS

CAPITULO V

EL ACERO EN LAS SECCIONES DE CONCRETO REFORZADO 26

1. PORCENTAJE DE ACERO
2. DISTRIBUCION DE ACERO EN LA SECCION
3. HACES O MANOJOS DE VARILLAS

II

CAPITULO VI

ESBELTEZ DE LOS MIEMBROS EN FLEXOCOMPRESION 30

1. NATURALEZA DEL PROBLEMA

2. DISEÑO POR ESBELTEZ

3. EVALUACION APROXIMADA DE LOS EFECTOS DE ESBELTEZ

CAPITULO VII

DUCTILIDAD EN EL CONCRETO 37

CONCLUSIONES 47

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 54

A P E N D I C E S

APENDICE 1 57

CALCULO DE TABLAS Y GRAFICAS DE DISEÑO POR FLEXOCOMPRESION

APENDICE 2 70

MANEJO DE TABLAS Y GRAFICOS

APENDICE 3 97

CALCULO GRAFICO DE RECUBRIMIENTO EFECTIVO

TABLAS DE RECUBRIMIENTO EFECTIVO

APENDICE 4 102

TABLAS DE PORCENTAJE Y AREA DE ACERO DE ARREGLOS ESPECIFICOS

III

<u>APENDICE 5</u>	111
TABLAS DE VARIACION DE RECUBRIMIENTO EFECTIVO (FACTORES F)	
<u>APENDICE 6</u>	117
TABLAS DE FACTORES ρ DE TRANSFORMACION DE COLUMNAS RECTANGULARES EN CUADRADAS EQUIVALENTES	
<u>APENDICE 7</u>	126
GRAFICAS DE DISEÑO DE SECCIONES CUADRADAS CON DISTRIBUCION CUADRADA DE ACERO	
<u>APENDICE 8</u>	160
GRAFICAS DE DISEÑO DE SECCIONES CUADRADAS CON DISTRIBUCION CIRCULAR DE ACERO	
<u>APENDICE 9</u>	181
TABLAS PARA CALCULO DE REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL	
<u>APENDICE 10</u>	197
TABLAS Y GRAFICAS PARA CALCULO DE ESBELTEZ	
<u>APENDICE 11</u>	205
TABLAS Y GRAFICAS AUXILIARES	

CAPITULO I

INTRODUCCION

1. El Diseño por flexocompresión Biaxial

El diseño de miembros de concreto reforzado en flexocompresión conduce inevitablemente a métodos de tanteo debido a la gran cantidad de variables que intervienen en el problema tales como forma y sección de la pieza, cantidad de refuerzo necesario, distribución y posición del mismo dentro de la sección, calidad y resistencia de los miembros a utilizarse, etc. Por otra parte se presenta la dificultad de definir el comportamiento de la sección por medio de expresiones matemáticas lo suficientemente sencillas que permitan al diseñador aplicarlas rápida y cómodamente; tampoco es siempre posible reducir las expresiones matemáticas a otras similares de más fácil aplicación. Finalmente, para el diseño en flexocompresión es frecuente encontrar gran volumen de trabajo ya que los análisis de las estructuras bajo diferentes condiciones de carga suelen arrojar 4 o 5 combinaciones diferentes de carga y momentos para cada miembro en flexocompresión, entre las cuales no siempre es evidente el caso más crítico.

2. Objetivos:

Dadas las condiciones expuestas en el párrafo anterior, se consideró de interés presentar una forma simplificada para el diseño de miembros de concreto reforzado - sujetos a flexocompresión biaxial, mediante el uso de gráficas. En el desarrollo del trabajo se presenta la teoría y se obtienen expresiones matemáticas que permiten evaluar las gráficas deseadas y finalmente se presentan ejemplos para el manejo de las mismas.

3. Antecedentes:

Actualmente hay tablas y gráficas de diseño para miembros en flexo-compresión, sin embargo la resolución de la flexión biaxial se presenta casi siempre a base de métodos no gráficos de tanteo a partir de gráficos monoaxiales, como sucede al diseñar mediante el método de Bresler. De este tipo puede mencionarse los diagramas de interacción presentados por Winter y Dunham (Referencias 22 y 13) y la tesis del Ingeniero Cáceres (Referencia 8).

G. Colorio (Referencia 10) ha elaborado gráficos de flexión biaxial pura (sin carga axial).

El Ingeniero Adrián Juárez y el Instituto Torroja (Referencias 16, 18) han elaborado gráficas de flexocompresión biaxial.

F.N. Pannell (Referencia 19) desarrolló un método bajo cuyos lineamientos está basada gran parte de este trabajo.

4. Teorías fundamentales:

Se hará uso de la teoría de Resistencia Última contenida en el "Building Code Requirements for Reinforced Concrete, ACT Standard 318-71", de la A.C.I. (American Concrete Institute).

Se ha escogido esta teoría por ser la que fue considerada en el estudio del Proyecto de "Normas Sísmicas para la Ciudad de Guatemala", elaborado por la Universidad de San Carlos de Guatemala en colaboración con la Municipalidad de la Ciudad de Guatemala.

Como parte medular del trabajo se utilizará también el estudio de Superficies de Falla para Miembros en Flexocompresión Biaxial de F.N. Pannell (Referencia 19).

5. Terminología Básica:

5.1 Diagrama de Interacción

Cuando se estudia el comportamiento a flexocompresión de una determinada sección de concreto reforzado con un determinado porcentaje de acero, se observa que la Carga Axial que puede aplicarse depende del momento a que esté sometida dicha sección. Si se dibuja en un gráfico todos los pares de valores simultáneos de Carga Axial y Momento (que pueden evaluarse por medio de la teoría de Resistencia Última, por ejemplo) se obtiene el llamado Diagrama de interacción de una sección.

El diagrama de interacción es entonces la representación gráfica de la resistencia de una columna - un solo valor de sección de concreto y un solo valor de sección metálica - para determinada clase de materiales y según un criterio de evaluación, Resistencia Última por ejemplo. Como se indica arriba, el criterio que se utiliza en el texto de este trabajo es el de Resistencia Última.

Estos diagramas tienen la forma general que se muestra en la Figura 1.1.

Los puntos principales de la gráfica son A, T, B, y O que representan respectivamente:

A y T: La condición de Carga Axial sobre el centro plástico de la sección (en secciones simétricas coincide con el centro de gravedad de la sección), es por lo tanto, una Condición de Momento= 0.

El punto A corresponde a Carga Axial Compresiva y el T a Carga Axial en Tensión.

B: Es el llamado punto de condición balanceada, condición con la cual el acero en tensión alcanza su punto de fluencia y el concreto alcanza la deformación máxima permisible (0.003) simultáneamente.

O: Es la condición de Carga Axial = 0.

En la zona A-B del diagrama la sección está controlada por compresión del concreto y en la zona B-O-T la sección está controlada por la fluencia del acero en tensión.

5.2 Superficie de Interacción o Superficie de Falla

El diagrama de interacción antes descrito estudia el comportamiento para Momento aplicado en un determinado plano normal a la sección (Figura 1.2a). Cuando se estudia diferentes planos de flexión, a cada uno de los cuales corresponde un diagrama (Figura 1.2b), estos diagramas forman una superficie a la cual se llama Superficie de Interacción de la Sección, (Figura 1.2c).

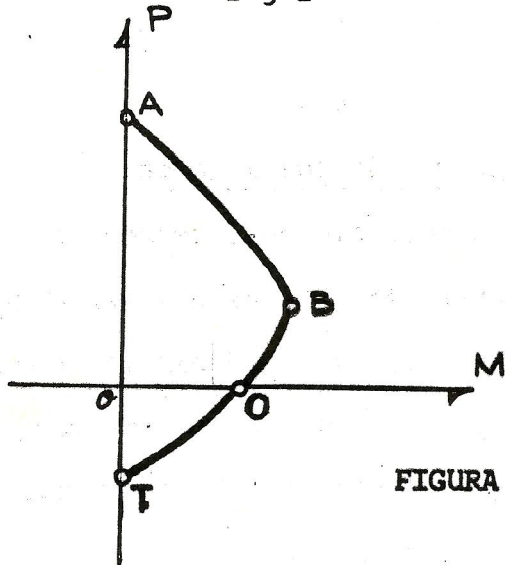


FIGURA 1.1

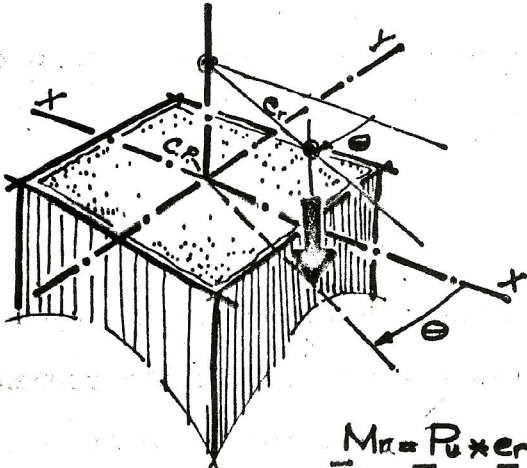


FIGURA 1.2a

$$M_x = P_x \times e_r$$

$$\bar{M}_r = \bar{M}_x + \bar{M}_y$$

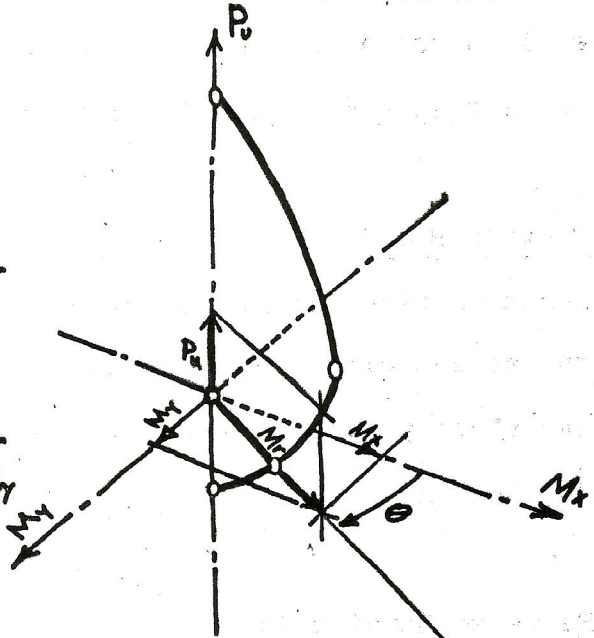


FIGURA 1.2b

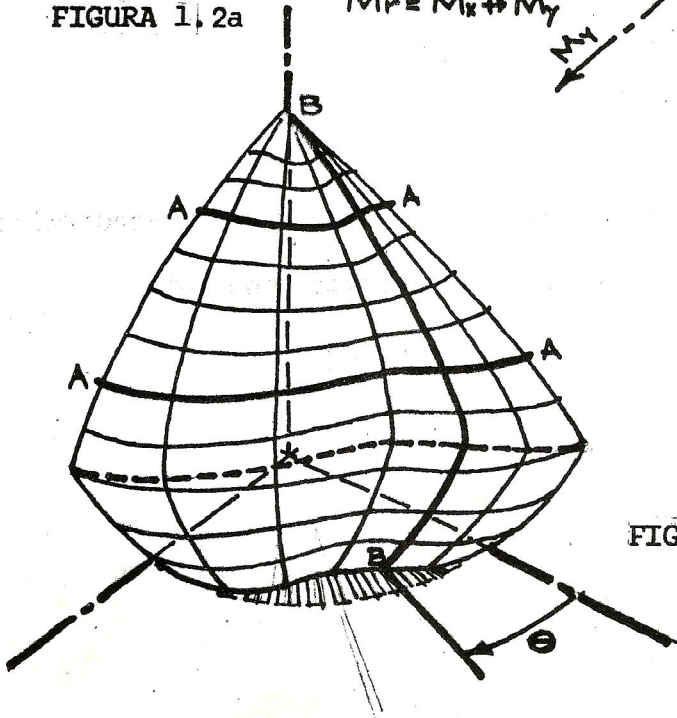


FIGURA 1.2c

5.3 Líneas de Contorno o Curvas de Igual Carga

Cuando se secciona una Superficie de Interacción por medio de planos normales al eje de carga axial, se obtiene una serie de contornos similares a curvas de nivel topográfico, que indican los Momentos de Falla para cualquier ángulo de flexión, para una determinada carga (ver Figura 1.2c, líneas A-A). Las líneas B-B representan los diagramas de interacción para un determinado plano de flexión, θ .

5.4 Flexión Monoaxial

Se llama así a la condición de flexión alrededor de un plano paralelo a uno de los ejes de simetría de la sección.

5.5 Flexión Biaxial

Cuando el plano de flexión no es paralelo a ninguno de los ejes de simetría se descompone para su estudio en 2 planos de flexión perpendiculares entre sí y paralelos a los ejes de simetría, obteniéndose la llamada Flexión Biaxial.

5.6 Refuerzo Longitudinal

Es refuerzo de acero paralelo al eje de la columna y perpendicular a la sección. Este refuerzo absorbe efectos de flexocompresión.

5.7 Refuerzo Transversal

Es refuerzo de acero paralelo a la sección y está destinado a absorber efectos de corte (estribos) o a producir efectos de confinamiento (zunchos).

5.8 Recubrimiento Especificado

Es el espesor de la capa de concreto que protege el refuerzo de acero contenido en la sección de concreto. Este espesor se especifica en los códigos de diseño y se mide desde la superficie expuesta de concreto hasta el perímetro exterior del refuerzo transversal (zunchos o estribos).

5.9 Recubrimiento Efectivo

Es la distancia entre la superficie expuesta y el centroide de las varillas (o haces de varillas) de refuerzo longitudinal de acero. Incluye el recubrimiento especificado, el diámetro de la varilla de refuerzo transversal y el radio de la varilla longitudinal (o la distancia centroidal del haz de varillas).

CAPITULO II

FUNDAMENTOS

1. Principios Fundamentales

Se supondrá que las secciones de concreto reforzado sometidas a carga última se comportan tal como se asume en la sección 10.2 del Código ACI-318-71, asumiendo una forma del bloque compresivo de concreto tal como se propone en la sección 10.2.7 de dicho código.

En la figura 2.1b se representa esquemáticamente las acciones producidas sobre una sección por las cargas últimas a que está sometida en 2.1a.

El problema de diseño es el siguiente: conociendo la situación en 2.1a debe obtenerse la situación de esfuerzos en 2.1b. Por simplicidad matemática es preferible asumir una situación de esfuerzos como en 2.1b y obtener el sistema equivalente de fuerzas y momentos que harían fallar la sección bajo esas condiciones.

2. Suposiciones Básicas

Al llevar a cabo este análisis se observa que en general el ángulo θ_1 de inclinación del eje neutro es numéricamente similar al ángulo θ del sistema equivalente resultante (Figura 2.1). Por ser relativamente pequeña la diferencia entre θ_1 y θ se asume que son iguales. Por lo tanto, como primera suposición se considerará que la dirección del momento que potencialmente puede desarrollar una situación de esfuerzos, es perpendicular al ángulo de inclinación del eje neutro.

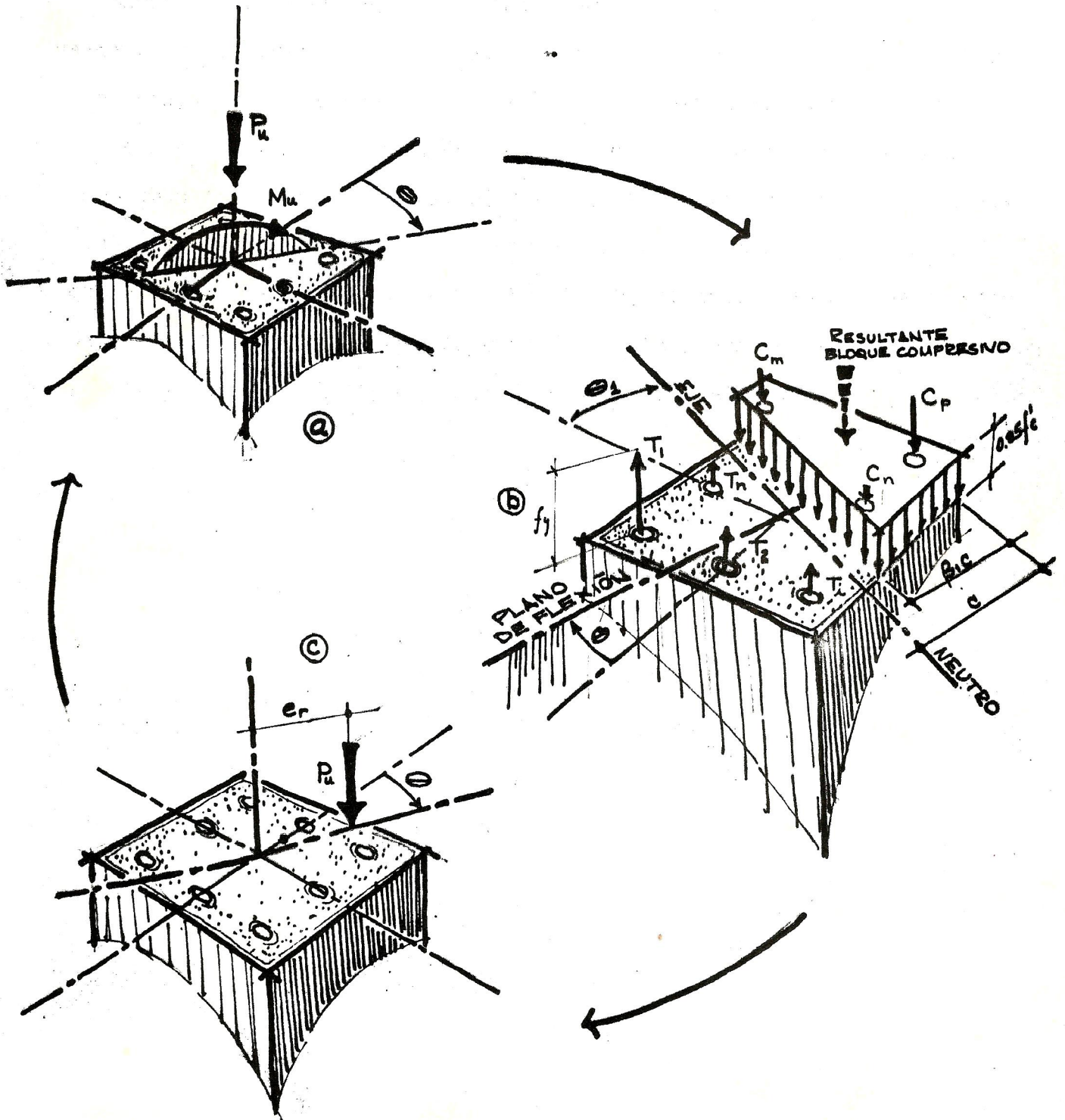


FIGURA 2.1

Otra suposición básica utilizada es que la sección falla al alcanzar la varilla de acero en tensión más alejada del eje neutro un esfuerzo igual a f_y . Hay que hacer notar que la sección puede tener aún una reserva adicional pues otras varillas de acero en tensión no necesariamente han alcanzado una deformación unitaria correspondiente a la cedencia (Figura 2.3); por supuesto todo lo anterior se aplica en el caso de que al lado opuesto en compresión, no se haya llegado aún a la deformación unitaria máxima del concreto ($\epsilon_c = 0.003$). En el primer caso se dice que la columna falla "en tensión", en el segundo que la falla es "en compresión". Si ocurriera simultáneamente se tiene una falla "balanceada" (Figura 2.2).

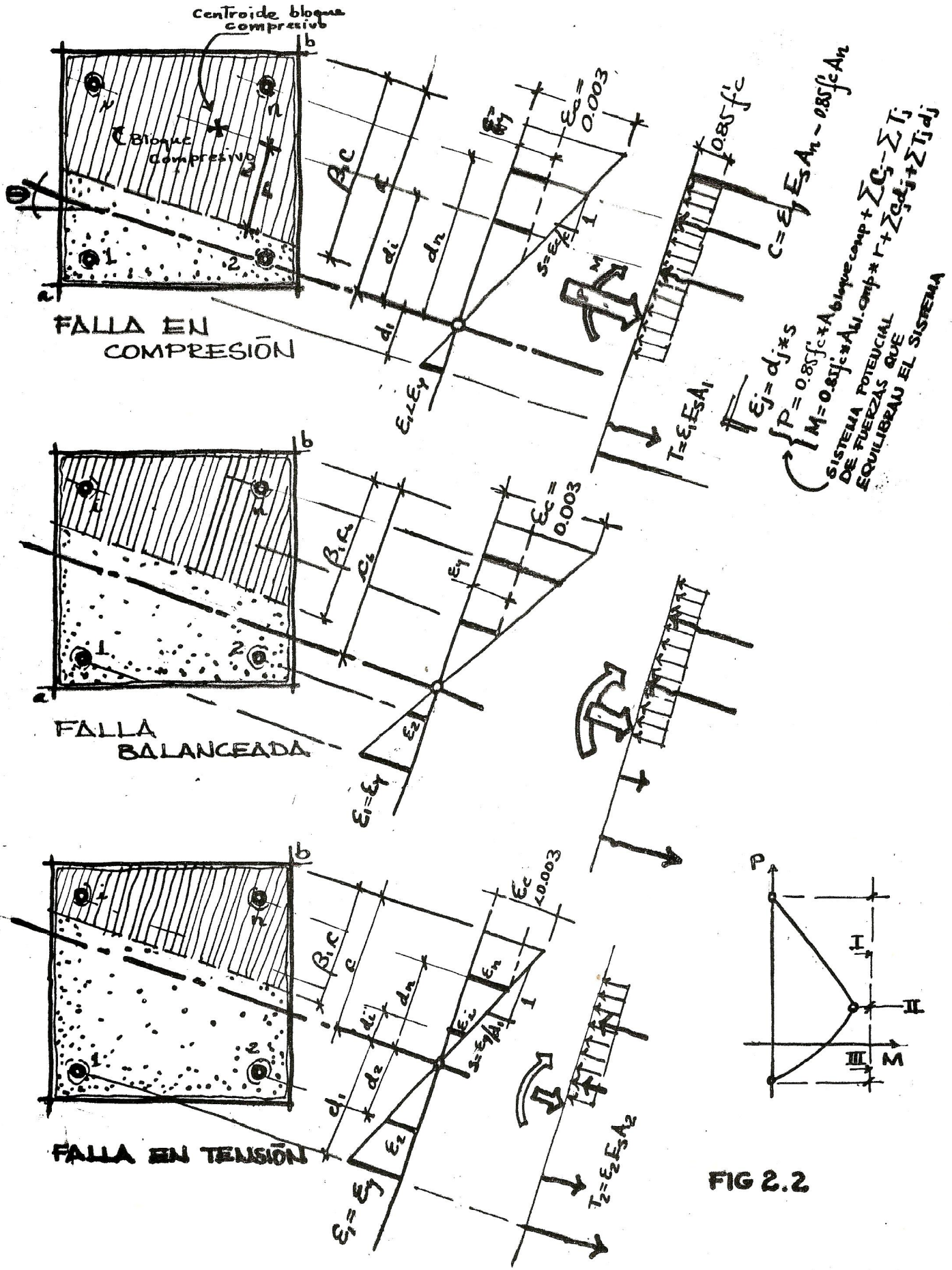


FIG 2.2

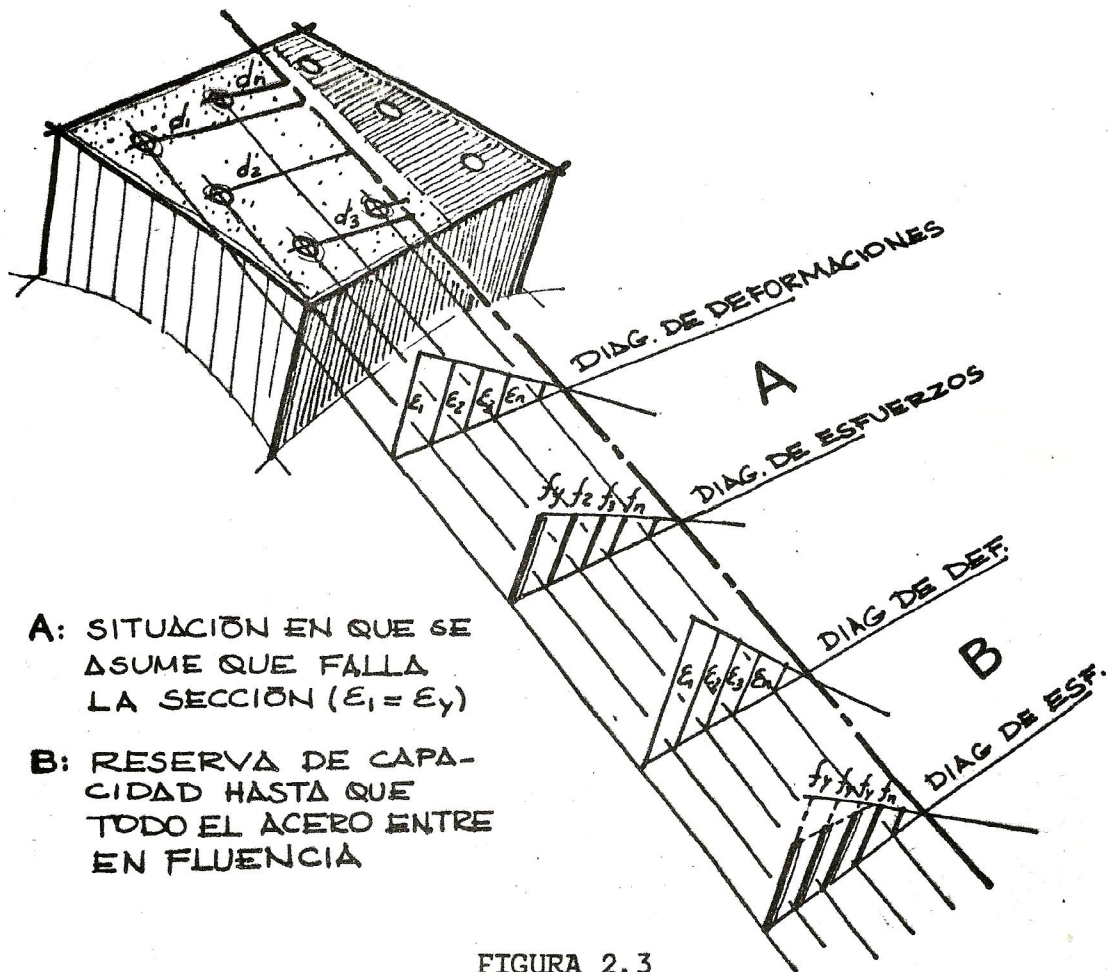


FIGURA 2.3

3. Obtención de la Superficie de Interacción

Al desplazar el eje neutro en un determinado ángulo a lo largo de un eje a través de la sección de concreto en estudio (desde el punto "a" hasta el punto "b", Figura 2.2) y resolviendo los sistemas equivalentes de fuerzas y momentos correspondientes a cada posición del eje neutro,

se obtiene un diagrama de interacción. Si se repite el proceso para diferentes ángulos de flexión se obtiene un número suficiente de diagramas de interacción para construir una superficie de falla.

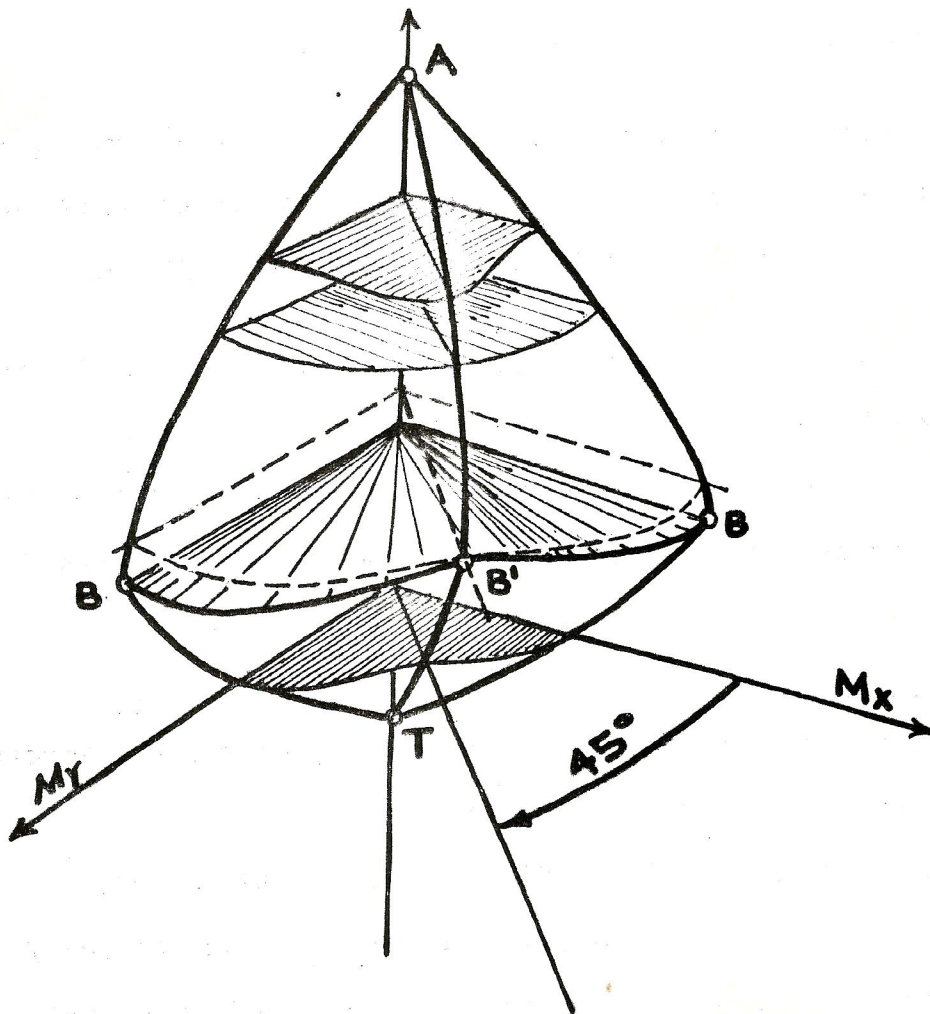


FIGURA 2.4

CAPITULO III

EXPOSICION DE LOS METODOS DE PANNELL

1. Estudio de las Superficies de Falla en secciones cuadradas (Para una sección de concreto con un refuerzo dado)

Dos tipos principales de curvas componen una superficie de falla:

- a) Diagramas de interacción: perpendiculares al plano M_x-M_y .
- b) Líneas de contorno: paralelas al plano M_x-M_y .

Los diagramas de interacción tienen la forma general que se muestra en la figura 3.1, donde aparecen superpuestas en un mismo plano los diagramas a 0° y a 45° (ver Figura 3.1 líneas ABT y AB'T).

Si se secciona la superficie de falla para obtener líneas de contorno, y observando la forma general de los diagramas de interacción esquematizados en la figura 3.1, se obtiene los esquemas generales de la figura 3.2 que pueden verse esquematizados asimismo en la figura 2.4.

Método de Pannell

En la figura 3.2 puede observarse las propiedades geométricas fundamentales de las líneas de contorno:

- a) Simetría respecto al eje diagonal principal (a 45°).
- b) Tangencia al círculo base en los ejes principales (0° y 90°).
- c) Tangencia a la perpendicular al eje diagonal principal.
- d) Cambios de curvatura graduales.

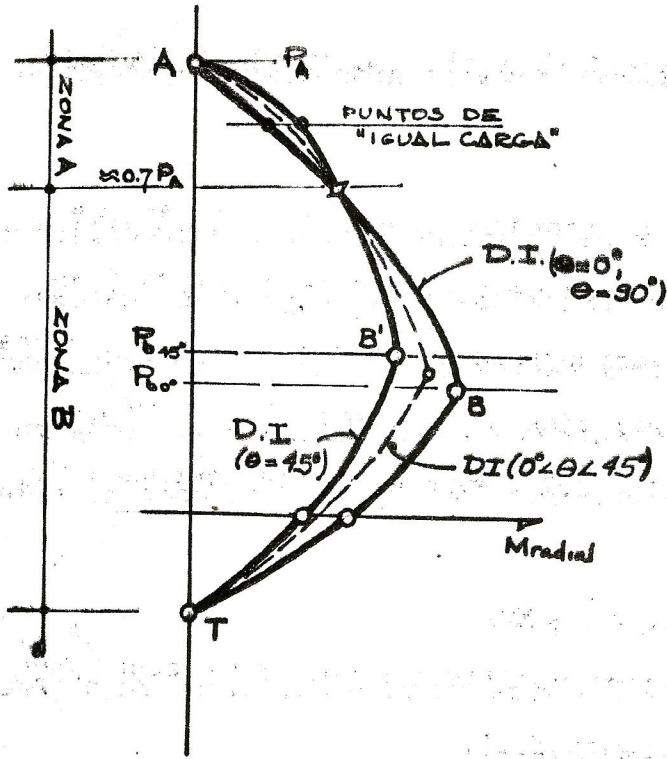
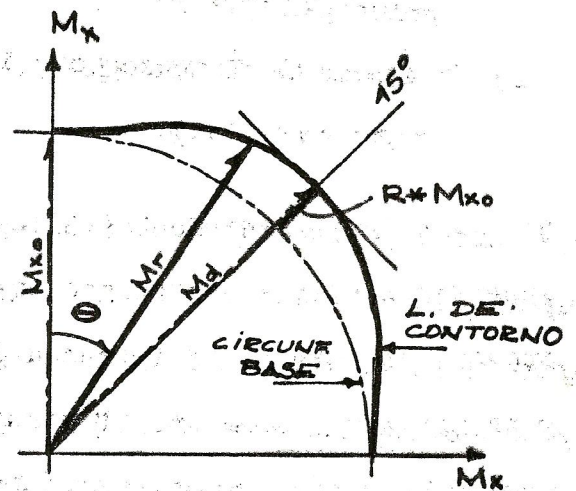
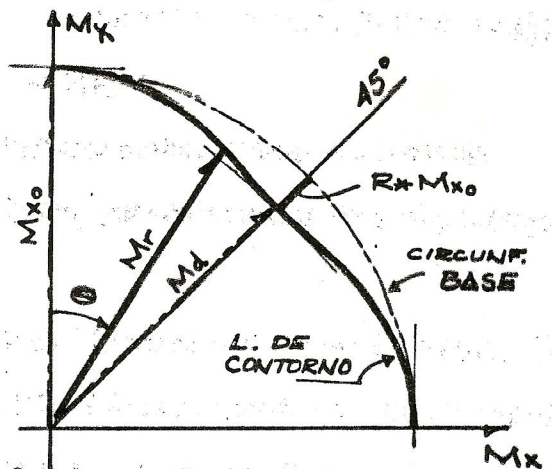


FIGURA 3.1



ZONA A



ZONA B

FIGURA 3.2

Basándose en ellas F.N. Pannell propone una simplificación del cálculo de la superficie de falla cuyos resultados se ajustan muy bien a los resultados arrojados por el cálculo "exacto" de la superficie descrito en el numeral 3 del capítulo anterior.

El método de Pannell consiste en:

- 1) Cálculo de Diagramas de interacción "básicos" (Figura 3.1):
 - a) Diagrama de Interacción principal, para flexión sobre el eje principal (0°).
 - b) Diagrama de Interacción diagonal para flexión sobre la diagonal principal (45°).
- 2) Para la obtención de las líneas de contorno (cuyo conjunto define la superficie de falla) se selecciona puntos de igual carga en ambos diagramas; se obtiene la diferencia de momentos para cada par de igual carga y se obtiene los momentos ΔM esquematizados en la figura 3.2. Cada momento ΔM puede expresarse en función del correspondiente momento principal (para flexión a 0°) así:

$$\Delta M = M_x - M_d = R * M_x$$

Obsérvese que R puede tener valores positivos o negativos según las magnitudes relativas de M_x y M_d (figura 3.1).

- 3) Para obtener el desarrollo completo de la línea de contorno se necesita de una ley de interpolación en función del ángulo de flexión. Para ello Pannell seleccionó una expresión senoidal cuadrática que por su naturaleza llena las condiciones geométricas de la línea de contorno:

$$M_r = M_x - R M_x (\sin^2 2 \theta)$$

donde:

M_r = magnitud del momento en el ángulo deseado de flexión

θ = ángulo de flexión.

Los valores de M_r varían entonces entre los siguientes valores:

$$\theta = 0^\circ \quad \sin^2 2\theta = 0.0 \quad M_r = M_x - R M_x * 0.0 = M_x$$

$$\theta = 45^\circ \quad \sin^2 2\theta = 1.0 \quad M_r = M_x - R M_x * 1.0 = M_x - \Delta M = M_d$$

4) Si se conoce los valores de R en todo el desarrollo del diagrama de interacción básico principal, puede deducirse inmediatamente de éste la superficie de interacción completa.

2. Variaciones en las Superficies de Interacción

- Recubrimiento -

Como se ha anotado en los numerales anteriores una superficie de interacción define el comportamiento último a la flexocompresión para una sección de concreto con una distribución y cantidad de refuerzo dados.

Sin embargo, la superficie sufre variaciones dependiendo de la posición que ese refuerzo con esa distribución ocupe dentro de la sección.

Varios factores determinan la posición del acero dentro de la sección:

- 1) El recubrimiento de protección especificado por los códigos de diseño para el acero de refuerzo.
- 2) El diámetro del refuerzo transversal.
- 3) La sección transversal de las varillas o haces de varillas de refuerzo longitudinal.
- 4) Las especificaciones de diámetro de curvatura mínimo en los dobleces de los estribos (este último factor afecta solamente al refuerzo colocado en las esquinas).

Es con el recubrimiento efectivo que debe calcularse la superficie de interacción y el variarlo implica el cálculo de una nueva superficie.

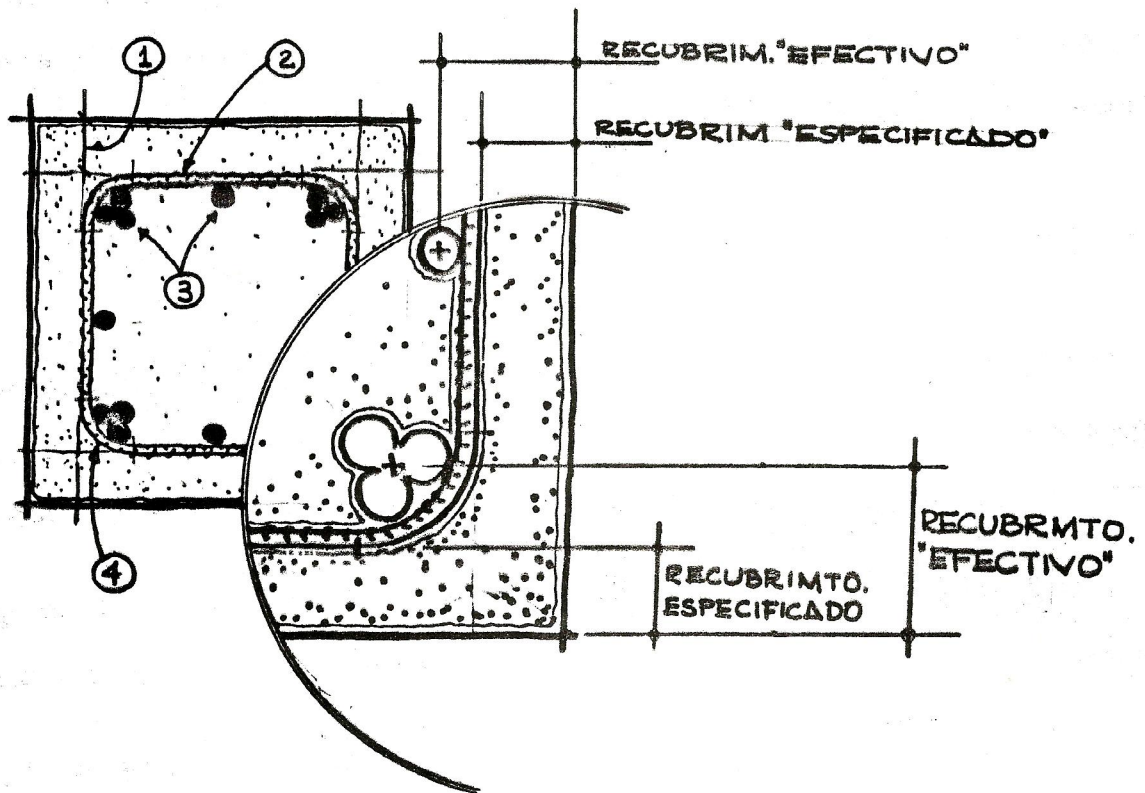


FIGURA 3.3

Método de Pannell

Para evitar el cálculo de una nueva superficie de falla por el sólo hecho de variar el recubrimiento efectivo Pannell propone el uso de un factor multiplicativo de transformación (Factor F) cuyo valor es aproximadamente constante para cualquier punto de la superficie y cuyo valor máximo (y representativo) puede obtenerse al relacionar los momentos balanceados de los diagramas de interacción básicos principales.

$$F = M_{xb}'' / M_{xb} \quad \text{y} \quad M_u'' = F * M_u$$

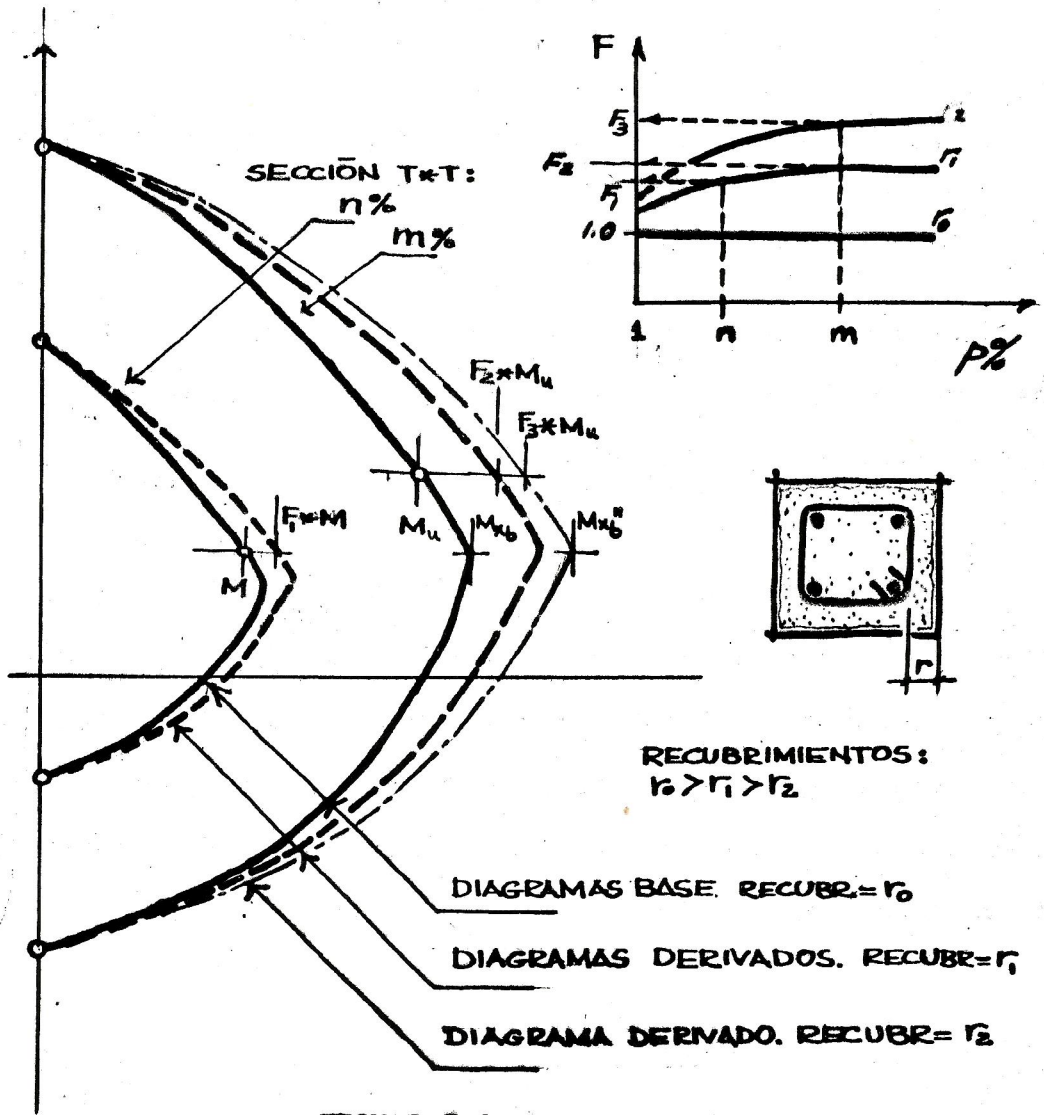


FIGURA 3.4

3. Columnas Rectangulares

Método de transformación de Pannell

Al llevar a cabo una comparación entre los diagramas de interacción para flexión paralela al eje X y paralela al eje Y para una columna rectangular con una distribución de acero uniforme, como se muestra en la figura 3.5, F.N. Pannell observó que cualquiera de los diagramas puede transformarse en el otro mediante un factor multiplicativo de transformación aproximadamente constante. El valor representativo de dicho factor puede obtenerse de relacionar los momentos balanceados:

$$\rho = \frac{M_{bx}}{M_{by}} \quad \text{y} \quad M_{ux} = \rho M_{uy}$$

El resultado de esta transformación puede apreciarse gráficamente en la figura 3.6.

La utilización de un método como éste permite que con una sola gráfica para columna cuadrada pueda resolverse columnas rectangulares cuya sección tenga una dimensión común con la cuadrada.

Pannell resuelve el problema sobre gráficas adimensionales, es decir expresa los momentos como $M_u / (f'c \cdot bt^2)$ y las cargas como $P_u / (f'c \cdot bt)$, sin embargo cuando se utiliza gráficos cuyos parámetros tienen dimensión, como en este trabajo, es necesario introducir factores de transformación adicionales como se puede observar del estudio de los diagramas de interacción mostrados en la figura 3.7.

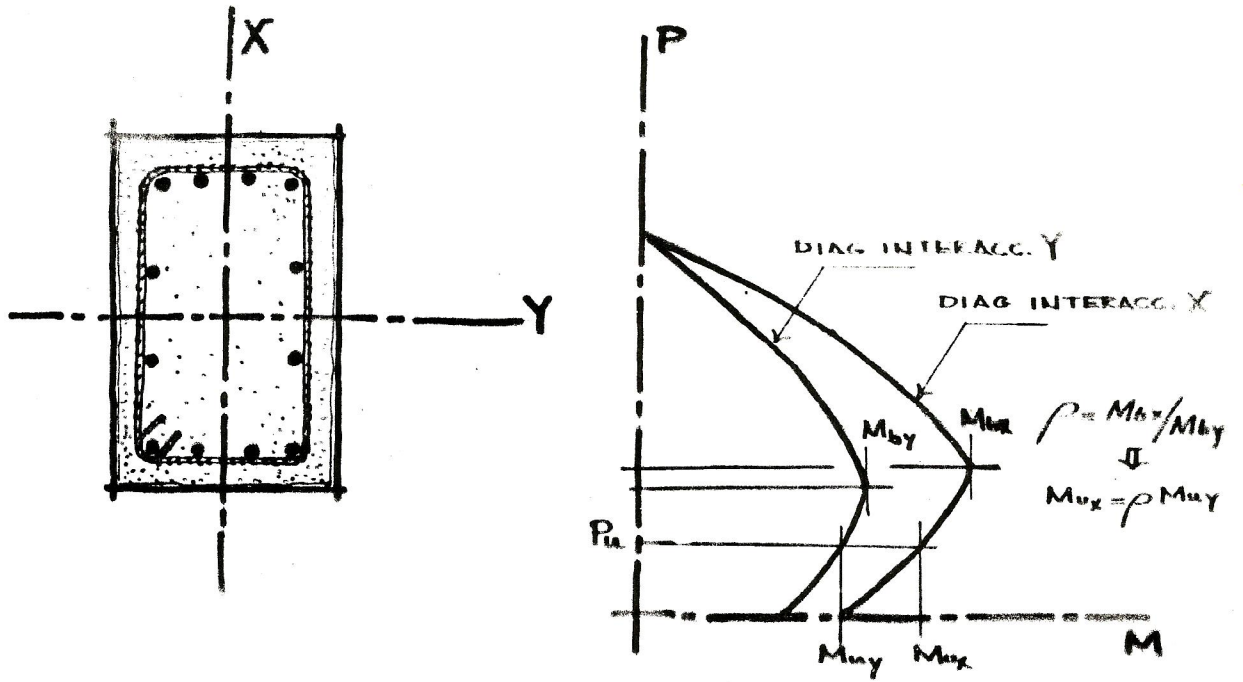


FIGURA 3.5

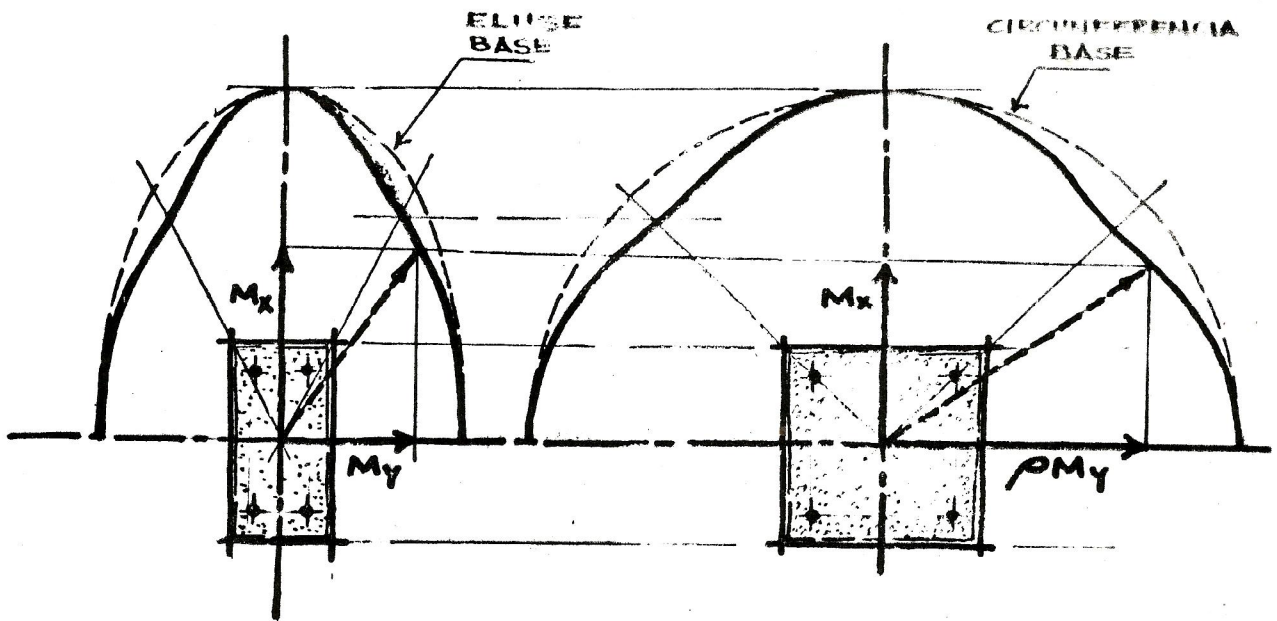


FIGURA 3.6

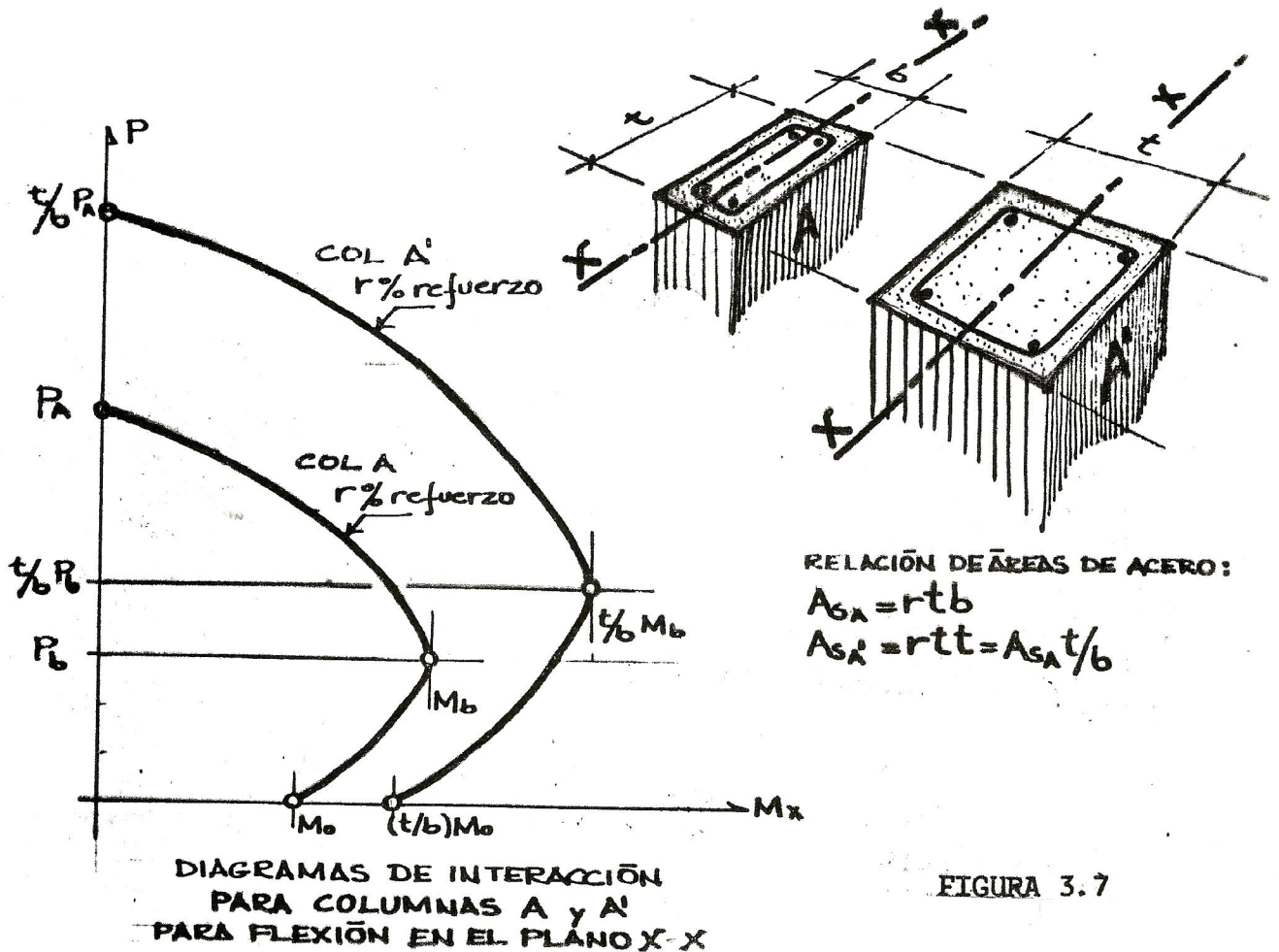


FIGURA 3.7

Del estudio de los diagramas de la figura 3.7 se concluye que hay un único factor adicional de transformación cuyo valor es t/b .

Complementando la transformación de Pannell, una situación de cargas sobre una columna rectangular con un porcentaje dado de refuerzo, puede

transformarse en una situación equivalente, actuando sobre una sección cuadrada cuyo porcentaje de refuerzo sea el mismo, de la siguiente manera:

Situación Original:

Sea M_y , M_x y P las cargas sobre una columna rectangular $b \times t$. (M_y paralelo a b y M_x paralelo a t).

1a. transformación:

$$M^1_y = \rho * M_y$$

2a. transformación:

$$M^2_y = M^1_y * (t/b)$$

$$M^2_x = M_x * (t/b)$$

$$P^2 = P * (t/b)$$

Esta última situación de cargas produce el mismo efecto sobre una columna $t \times t$, que la situación original sobre una columna $b \times t$.

CAPITULO IV
GENERALIZACIONES

*
En el desarrollo de la segunda parte de este capítulo se ha expuesto el estudio de superficies de falla para columnas rectangulares y cuadradas con un refuerzo distribuido rectangularmente, llevado a cabo por F.N. Pannell. En el desarrollo de este capítulo comprende, entre otras cosas, el análisis de otros tipos de secciones y generalizaciones de los métodos expuestos en el Capítulo III.

1. Columnas de sección circular

Una sección circular con un refuerzo distribuido uniformemente en todo su perímetro se comporta, teóricamente, igual en cualquier dirección que se analice.

La superficie de falla es por lo tanto una superficie de revolución engendrada por un diagrama de interacción típico. Este último se calcula en base a los mismos principios expuestos en el Capítulo II

2. Columnas cuadradas con distribución circular de acero

Las superficies de falla de las columnas cuadradas con esta distribución de acero responden a los mismos principios geométricos de las columnas cuadradas con distribución cuadrada de acero. Por lo tanto, se las puede calcular con los mismos principios de Pannell expuestos en el Capítulo III.

3. Variaciones causadas por cambio de recubrimiento efectivo

La variación que sufre la superficie de falla de una sección con un refuerzo dado, cuando se cambia el recubrimiento efectivo, sea cual sea la forma de la sección y la distribución de acero, puede en general calcularse mediante el Factor F de Pannell, que tampoco se restringe únicamente a secciones rectangulares con distribución rectangular de acero.

4. Columnas elípticas

Puede pensarse también en aplicar el Factor ρ de transformación de Pannell a columnas de sección elíptica para transformarlas en columnas equivalentes de sección circular y poderlas diseñar a través de gráficos para columnas circulares. Por lo demás, los principios de transformación son por completo similares a los expuestos para columnas rectangulares en el punto 6 del Capítulo III.

CAPITULO V

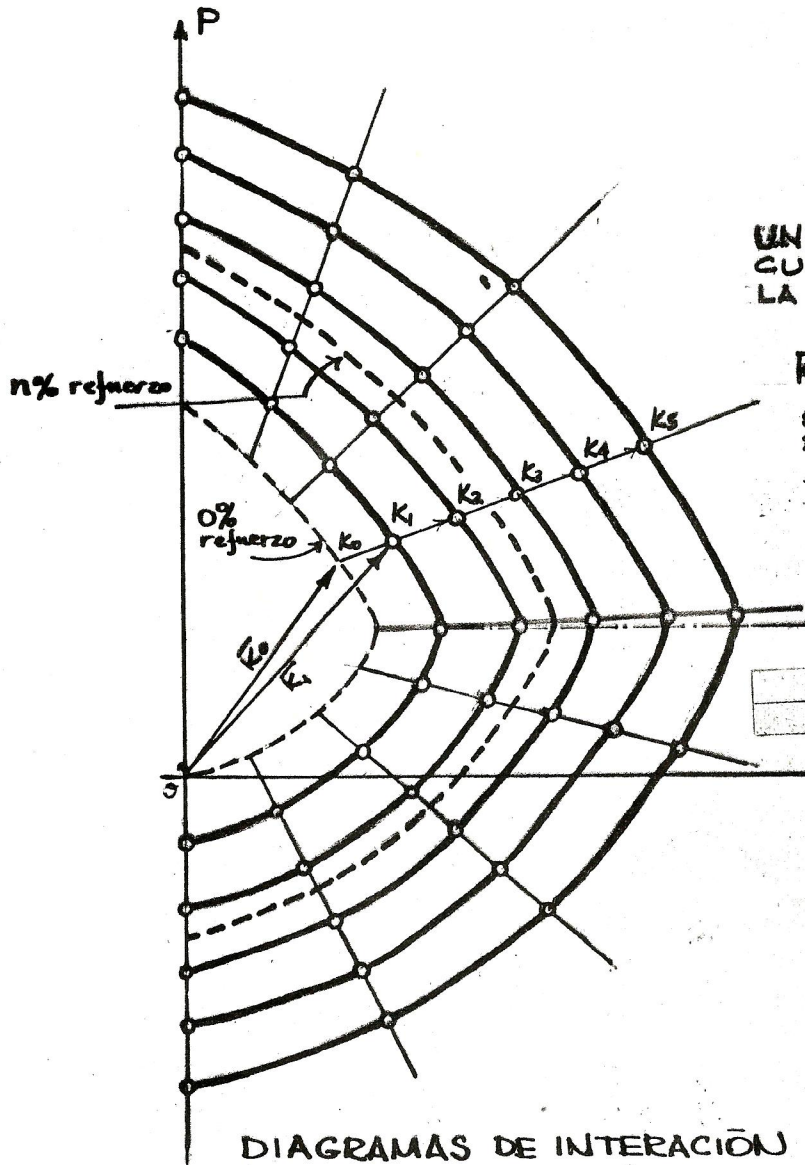
EL ACERO EN LAS SECCIONES DE CONCRETO REFORZADO

1. Porcentaje de Acero

Al estudiar una determinada sección de concreto haciendo variar únicamente el porcentaje de acero de refuerzo, manteniendo inalterable la distribución y el centroide de las varillas de acero se observa que el incremento en cargas y momentos de un porcentaje a otro guarda relación lineal con el incremento de acero, como puede observarse en la figura 5.1, siendo necesario calcular únicamente dos porcentajes cualesquiera, deducir los incrementos unitarios y aplicarlos al porcentaje que desea calcularse. Haciendo referencia a la figura 5.1, un punto K_n correspondiente a un diagrama de interacción con $n\%$ de refuerzo, puede calcularse inmediatamente basándose en puntos homólogos de dos diagramas conocidos, mediante la operación vectorial de la figura 5.1. (Puntos homólogos de dos diagramas de interacción son aquellos correspondientes a una misma posición del eje neutro).

2. Distribución del Acero en la Sección

Es un fenómeno conocido que la capacidad de resistir momento flexionante del acero de refuerzo está en función del área de acero y de su distancia al cuadrado al eje neutro. De ello se deduce que se logra una distribución más eficaz para resistir flexión en cualquier dirección concentrando la mayor área de acero posible en las esquinas de la sección. En la figura 5.2 se compara cualitativamente dos distribuciones de acero cuya área de acero es la misma.



UN PUNTO K_n PUEDE CALCULARSE POR MEDIO DE LA EXPRESIÓN VECTORIAL

$$K_n = K_i + \frac{(n-1)}{(j-1)} * (K_j - K_i)$$

SIENDO CONOCIDOS LOS DIAGRAMAS DE $i\%$ Y $j\%$

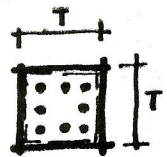
POR EJEMPLO:

$$K_2 = K_1 + \frac{(2-1)}{(5-1)} * (K_5 - K_1)$$

ES DECIR: PARA OBTENER EL DIAGRAMA CON 2% DE REFUERZO SE PUEDE CALCULAR POR INTERPOLACIÓN LINEAL SI SE CONOCE LOS PUNTOS HOMÓLOGOS PARA 1% Y 5%

$$A_g = T \times T$$

$$A_s = \frac{n}{100} * A_g$$



DIAGRAMAS DE INTERACIÒN PARA FLEXIÒN EN UN ÀNGULO θ PARA UNA SECCIÒN T*T CON DIFERENTES PORCENTAJES DE REFUERZO

FIGURA 5.1

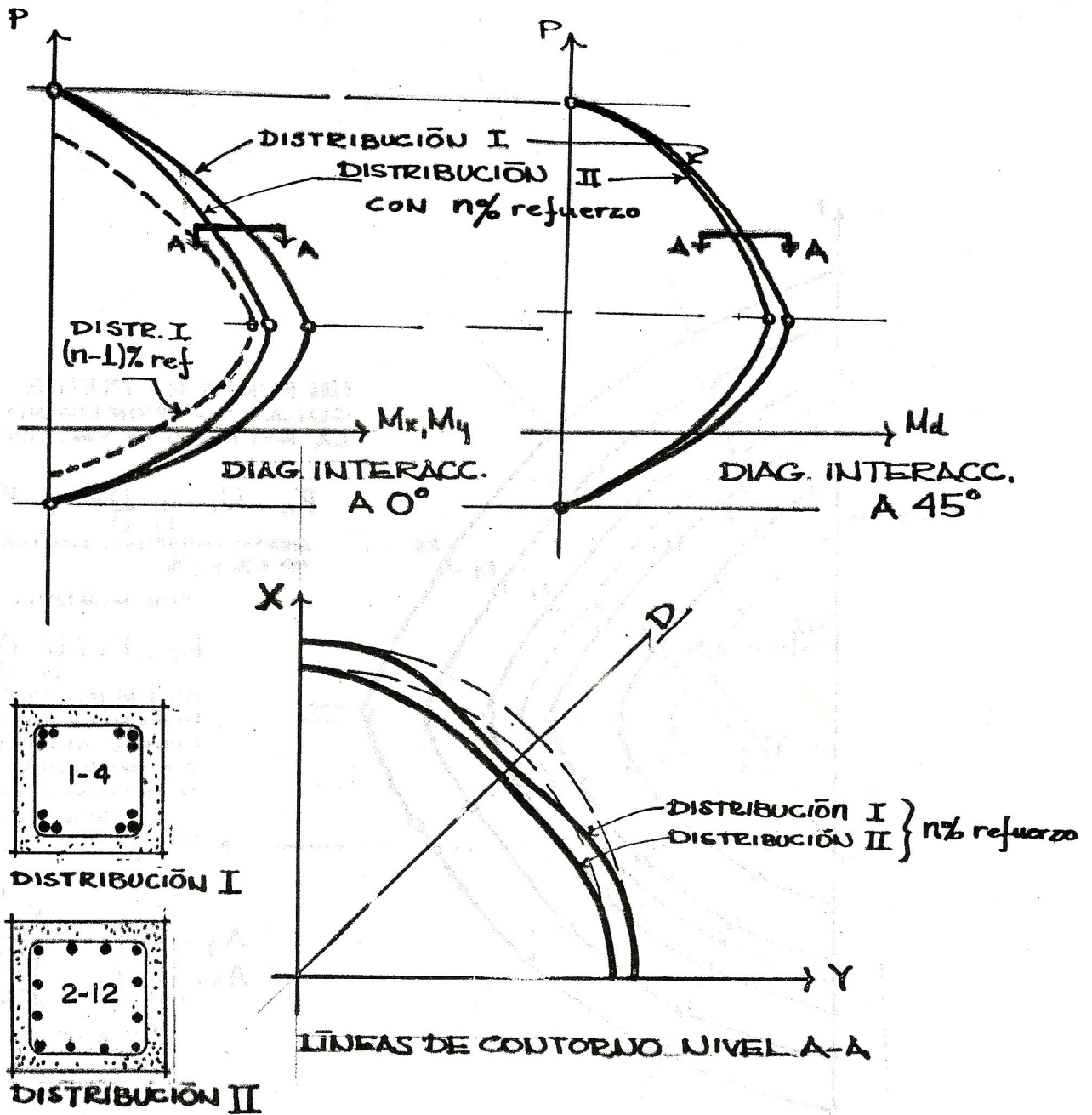


FIGURA 5.2

Sin embargo, no siempre es posible concentrar todo el refuerzo en las esquinas especialmente en secciones grandes. Considerando este extremo, en las gráficas que se presenta en este trabajo se ha concentrado el refuerzo en las esquinas de las secciones hasta donde los arreglos de varillas lo permitan para mantener un porcentaje dado; pasado ese punto se ha cambiado el arreglo distribuyendo el acero en la periferie de la sección.

3. Haces o manojos de varillas

El Código ACI 318-71 permite haces hasta de cuatro varillas. En este trabajo se ha utilizado un máximo de 3 varillas por haz en vista de que la longitud de empalme de varillas en los miembros a flexocompresión es generalmente grande; de esta forma puede colocarse una cuarta varilla en un haz de tres varillas efectivas para lograr empalmes a tope.

Otro factor que debe tomarse en cuenta es hacer haces simétricos y balanceados no colocando en un mismo manajo de tres varillas más de dos calibres distintos y cuidando que dichos calibres sean consecutivos y que al hacer haces de dos varillas es mejor que ambas tengan el mismo diámetro.

CAPITULO VI

ESBELTEZ DE LOS MIEMBROS EN FLEXOCOMPRESION

1. Naturaleza del Problema

Los principios y las expresiones expuestos en los capítulos precedentes para la evaluación del comportamiento de secciones de concreto reforzado en flexocompresión han sido desarrollados sin hacer ninguna consideración de los factores siguientes:

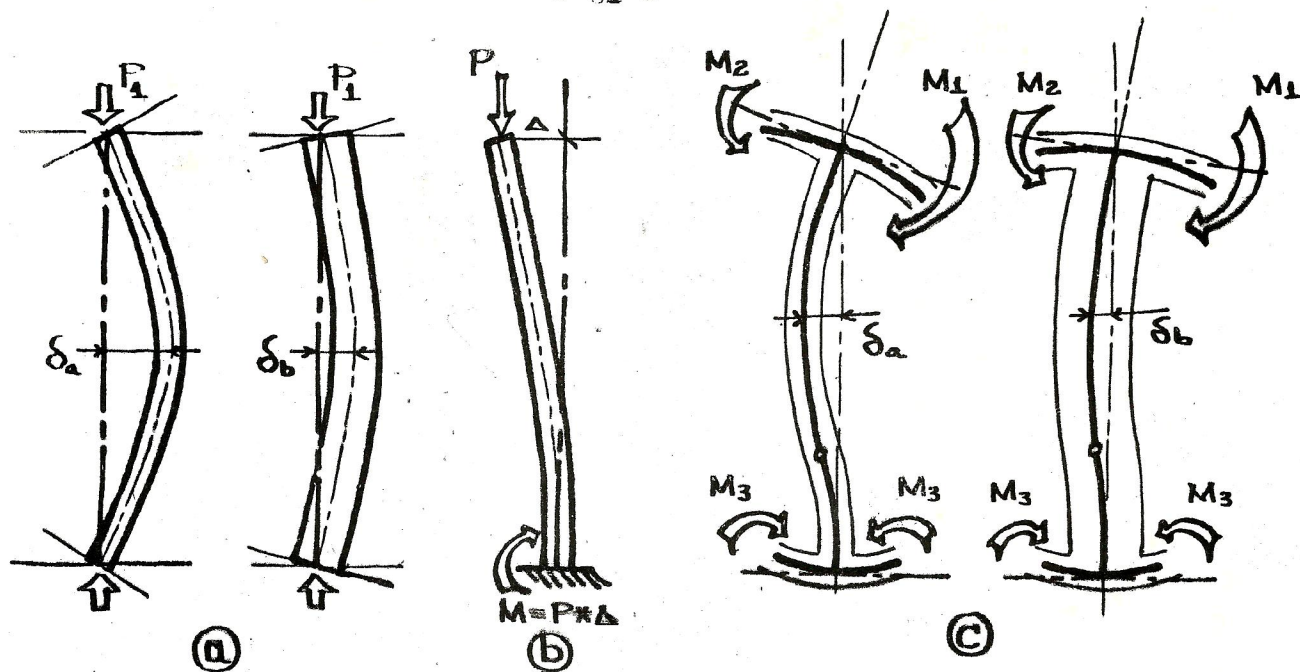
- a) Relación área/longitud.
- b) Desplazamiento relativo entre los extremos del miembro en un marco.
- c) Influencia del empotramiento.

Los 3 factores mencionados pueden modificar sensiblemente la resistencia de la sección.

La relación área/longitud aumenta el efecto de pandeo reduciendo el radio de curvatura del eje longitudinal de la pieza y por consiguiente, aumentando el momento flexionante.

El desplazamiento relativo entre los extremos del miembro produce un brazo de palanca entre los puntos de aplicación de las cargas axiales en cada extremo del miembro.

El tipo de empotramiento, consecuencia de la rigidez rotacional de los elementos que concurren a los nudos, influye en la curvatura del eje longitudinal del elemento en consideración.



La importancia de estos efectos sobre el comportamiento de la pieza depende fundamentalmente de:

- a) la relación de los momentos de inercia y las propiedades elásticas de la sección,
- b) la magnitud de los desplazamientos laterales,
- c) la magnitud de la rotación de los extremos.

El momento de inercia a su vez depende entre otros factores de:

la magnitud de las cargas

el porcentaje de refuerzo

la duración de las sobrecargas

debe considerarse asimismo la variación de inercia al entrar el extremo de la pieza en el nudo (cartela infinita).

2. Diseño por Esbeltez

Códigos anteriores de la ACI tomaban en consideración la esbeltez en el diseño de los miembros en compresión a través del Factor de Reducción de capacidad de carga, como el descrito en el Capítulo 9 del Código ACI 318-63.

En el Código ACI 318-71 las consideraciones de esbeltez han sido completamente reestudiadas basadas en las recomendaciones del Comité 441 de la ACI-ASCE. Estas recomendaciones sugieren el uso de procedimientos de análisis más refinados; contienen asimismo una evaluación aproximada de la esbeltez basada en un nuevo principio cuyo proceso es similar a las especificaciones de la AISC y se refiere al uso de un parámetro magnificador de momento. Después de un extenso estudio del rango de variables en el diseño de columnas, el Comité estableció límites de aplicabilidad del magnificador de momento. Bajo este enfoque aproximadamente un 90% de las columnas en marcos arriostrados y un 40% de las columnas en marcos no arriostrados, quedan exentas de las consideraciones de esbeltez.

Se estableció la exactitud de este método de diseño a través de una serie de comparaciones entre los resultados analíticos y las pruebas de laboratorio.

En el Comentario del Código ACI 318-71 se afirma que este método es más racional, preciso y consistente que el método del factor de reducción,

puesto que llama la atención del diseñador sobre el fenómeno básico de miembros esbeltos en compresión y le permite evaluar las solicitaciones adicionales de momento, dando como resultado un diseño superior y más seguro.

Asimismo se consideró que un método modificado del factor de reducción podría dar una exactitud razonable en el cálculo de la esbeltez y por ello se le incluyó en el Comentario.

El Comité 441 sustenta la opinión de que los nuevos requisitos de esbeltez puedan alentar una notable mejora en los sistemas de análisis estructural, en vista de que sus estudios indicaron que muchas de las omisiones en los métodos de análisis actuales afectan a las columnas cortas tanto o más que a las columnas esbeltas.

Para un análisis adecuado y racional del comportamiento de miembros en compresión debe tomarse en consideración, según el Comentario de la ACI, los siguientes factores:

a) La estructura puede ser idealizada como un marco plano de elementos lineales. En estructuras con muros de corte se obtiene una mejor estimación de los momentos y deflexiones si se toma en cuenta en el análisis la rigidez del muro.

b) Para obtener valores precisos de las deflexiones y momentos secundarios debe contarse con relaciones de momento curvatura más realísticos. Una aproximación lineal de la relación momento curvatura tal como se define en la ecuación 10-7 del Código puede considerarse aceptable.

c) El análisis debe tomar en cuenta la influencia de las cargas axiales y la rigidez rotacional de los miembros.

d) Debe determinarse los momentos máximos en los miembros en compresión considerando los efectos de la deflexión y rotación de los demás miembros del marco; no debe desatenderse tampoco la posibilidad de tener un momento máximo en secciones que no sean las de los extremos.

3. Evaluación aproximada de los efectos de esbeltez

(Sección 10.11 Código ACI 318-71)

En la sección se describe un método aproximado de diseño por esbeltez basado en el principio de la Magnificación de Momento. Los momentos calculados a partir de un análisis elástico corriente son multiplicados por un Factor de Magnificación que es función de la carga axial a la que está sometida el miembro, de la carga crítica de pandeo, de la relación entre los momentos de los extremos y de la elástica de la columna.

Las ecuaciones fundamentales para el diseño por esbeltez se derivaron básicamente para miembros con extremos articulados; por lo tanto la restricción de los extremos debe tomarse en cuenta a través de la "longitud efectiva" de la pieza. El Comité 441 recomendó el uso de los nomogramas de Jackson y Moreland para el cálculo de la longitud efectiva; es por ello que en este trabajo se ha incluido dichos nomogramas tomados directamente del Comentario.

En el cálculo de la carga crítica de pandeo el problema principal estriba en la determinación de un parámetro EI que tome adecuadamente en cuenta las variaciones de rigidez debidas a la sección fracturada de concreto, al flujo plástico (creep) y el hecho de que la curva esfuerzo-deformación del concreto no es absolutamente lineal. La determinación de EI a través de las ecuaciones 10-7 y 10-8 del Código ACI 318-71 proporciona valores conservadores para secciones transversales más o menos comunes; fueron derivadas para relaciones pequeñas de excentricidad a dimensiones de la sección transversal y para relaciones altas de carga axial a capacidad máxima de carga axial (P_u/P_a), situación en que se considera que el efecto de la carga axial es más crítico. Naturalmente el Código permite la determinación de EI a través de otros métodos si se tiene curvas de esfuerzo-rotación que tomen en cuenta estos factores y que muestren concordancia con resultados experimentales.

Cuando un piso de una estructura falla por inestabilidad lateral, éste se desplaza en relación al piso adyacente como una unidad por lo tanto las deflexiones y como consecuencia el factor de magnificación debe calcularse de modo que tome en cuenta a todas las columnas del piso; es por ello que la Sección 10.11.5.1 del Código ACI 318-71 especifica que para marcos no arriostrados (sujetos a ladeo) el factor de magnificación debe calcularse como un factor común para todas las columnas de un determinado piso en el marco, asumiendo que todas las columnas están cargadas y considerando los términos P_u y P_c de la ecuación 10-5 del Código como la sumatoria de todos

los P_u y P_c de las columnas del nivel. Además, desde luego que cualquiera de los miembros en compresión en el piso puede estar individualmente sobrecargado, mientras su desplazamiento lateral está restringido por los demás miembros, la sección en cuestión requiere que se verifique el factor de magnificación para cada miembro individualmente, asumiendo condiciones de arriostramiento.

Cuando el miembro está sometido a flexión biaxial debe calcularse un factor de magnificación para cada componente ortogonal de momento, considerando independientemente el pandeo alrededor de cada eje. No debe olvidarse que la altura efectiva de la columna puede diferir según la dirección que se considere, así como las relaciones de rigidez entre la columna y las vigas.

4. En el apéndice correspondiente a esbeltez se ha tabulado parte de las ecuaciones 10-7 y 10-8 del Código ACI 318-71. Asimismo se ha incluido los nomogramas de Jackson y Moreland y un gráfico que permite visualizar los límites de aplicabilidad del método de magnificación de momento. Puede encontrarse algunos ejemplos de cálculo en el referido apéndice.

CAPITULO VII

DUCTILIDAD EN EL CONCRETO - REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

El concepto de Ductilidad en concreto reforzado, ha sido desarrollado para diseñar estructuras que pueden estar sometidas a cargas dinámicas, tales como sismos, explosiones, etc. En tales condiciones las estructuras experimentarán severas reversiones de esfuerzos y sobrecargas de gran magnitud, que frecuentemente y para propósitos de un diseño racional deberán ser diseñadas considerando que trabajan en el rango inelástico.

Para considerar estas "excursiones" al rango inelástico debe mejorarse la ductilidad de los miembros que componen la estructura y aumentar su capacidad de absorción de energía.

El concreto, en condiciones normales, es un material frágil, es decir que tiene una escasa capacidad de deformación unitaria antes de la falla.

El concreto confinado, sin embargo, no sólo tiene un esfuerzo de ruptura superior sino ante todo permite una deformación unitaria muchas veces superior a la del concreto no confinado como puede observarse en la Figura 7.1.

Esta capacidad de deformación unitaria en el concreto confinado es tal vez más importante que el incremento de esfuerzo último, o sea que, en condiciones de cargas dinámicas, la propiedad Ductilidad será más importante que el aumento de resistencia.

Es importante poner de relieve que el concreto dúctil debe constituir una nueva dimensión en el diseño de concreto reforzado. El criterio tradicional de diseño por "resistencia del miembro" debe ampliarse tomando en consideración una adecuada capacidad de deformación y absorción de energía.

Transcribiendo una de las definiciones contenidas en la Referencia 21, puede decirse que Concreto Dúctil es aquél que se diseña de tal manera que asegure que la falla de los miembros en flexión de una estructura ocurra por fluencia de las varillas de acero en tensión (articulación plástica) antes que por corte o compresión y de modo que los miembros en compresión no fallen antes de que se hayan formado las articulaciones plásticas en los miembros en flexión; esto último se logra proporcionando una adecuada capacidad de resistencia al corte y confinando los miembros en compresión.

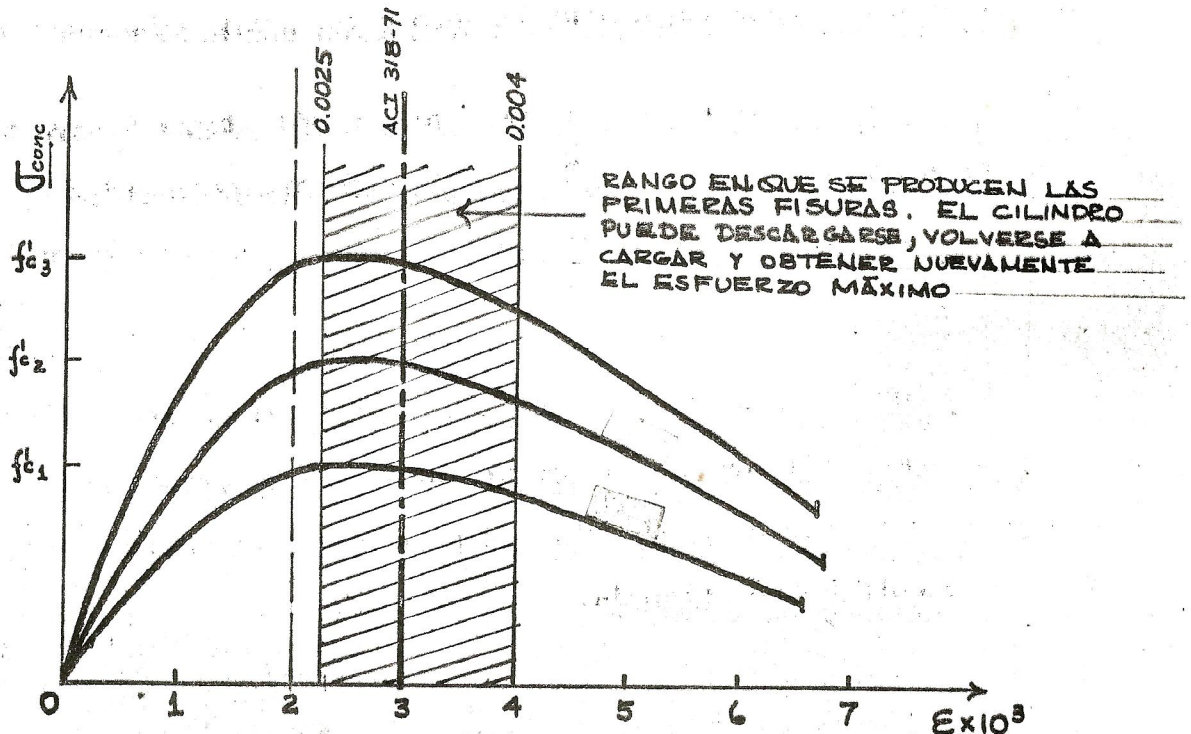


FIG 7.1a

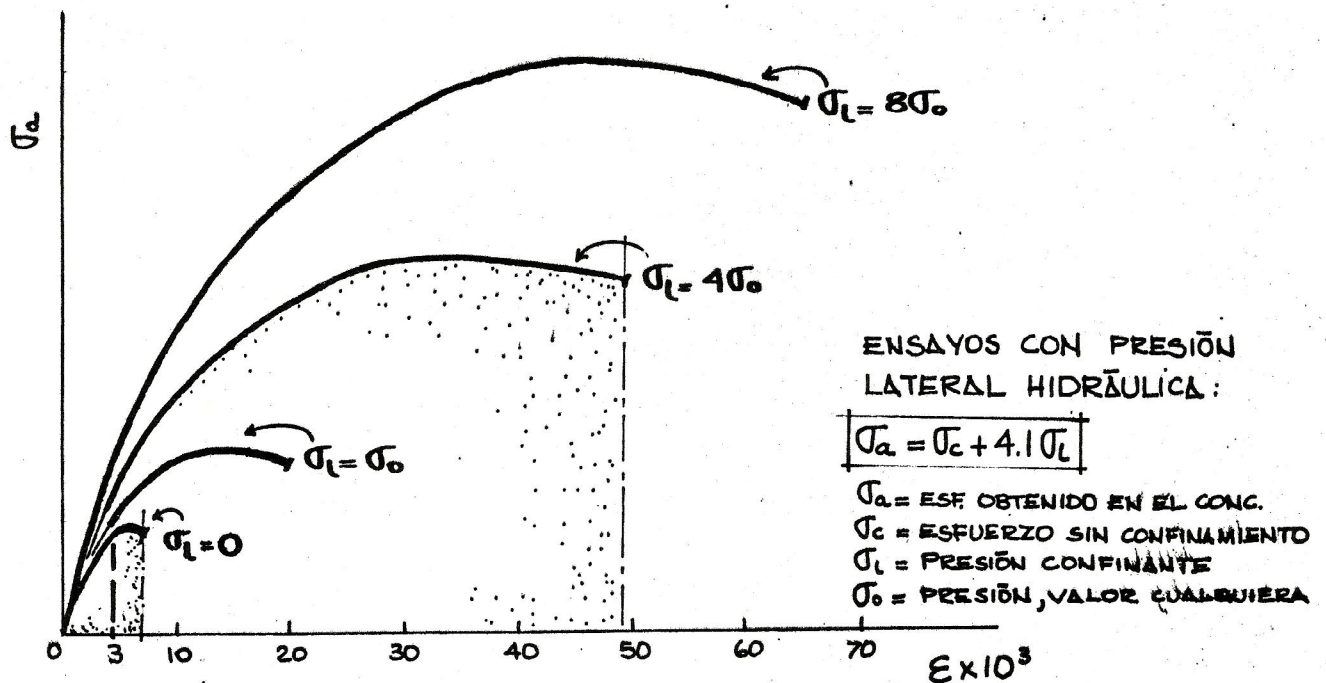


Fig. 7.1 b

La Figura 7.1a muestra cualitativamente el comportamiento de cilindros de concreto sin confinar de diferentes resistencias durante ensayos de compresión. La Figura 7.1b muestra el comportamiento de cilindros de concreto de la misma resistencia sometidos a diferentes presiones laterales de confinamiento durante el ensayo de compresión.

En la Figura 7.1b puede observarse el incremento de capacidad de deformación unitaria al confinar el cilindro de concreto y el aumento de capacidad de absorción de energía (áreas punteadas, Figura 7.1b).

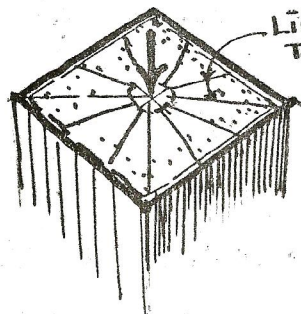
Como un comentario adicional se hace notar que la capacidad de deformación unitaria es, en general, independiente de la resistencia del concreto (ver Figura 7.1a). (Por ello puede introducirse una escala numérica en un gráfico cualitativo).

Confinamiento del concreto en estructuras dúctiles.

El confinamiento de los miembros en compresión de una estructura dúctil se obtiene por medio de un refuerzo transversal especial (zunchos) que entra en funcionamiento únicamente cuando la expansión del concreto de la pieza es considerable, es decir cuando el miembro ha alcanzado el rango inelástico.

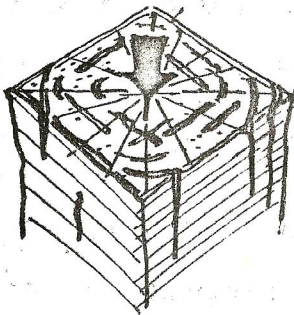
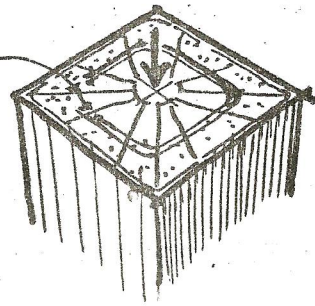
COLUMNA SIN CONFINAR

COLUMNA CONFINADA

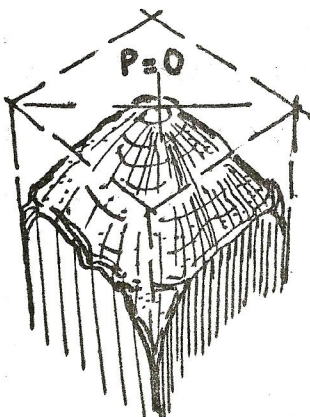
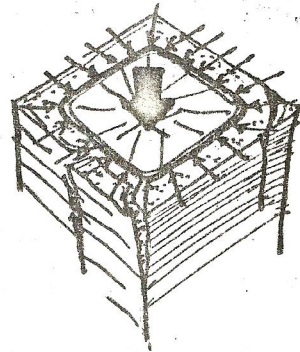


Líneas de Tensión secundaria.

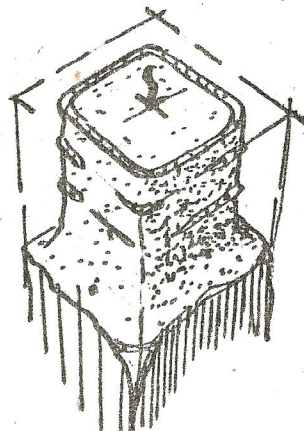
RANGO ELÁSTICO



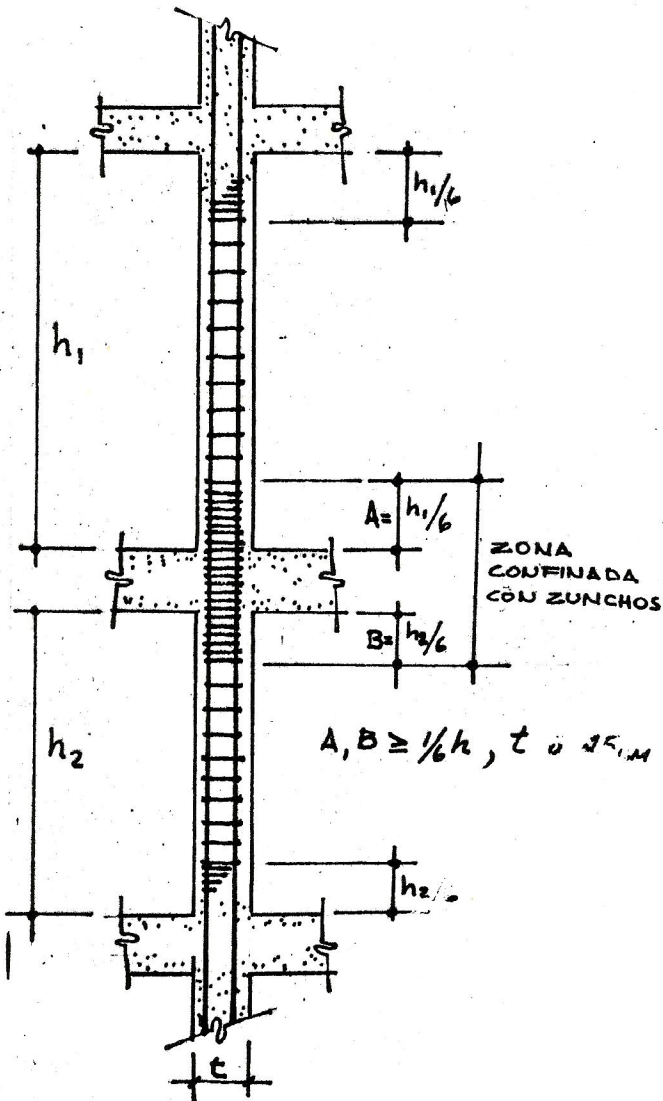
RANGO INELÁSTICO



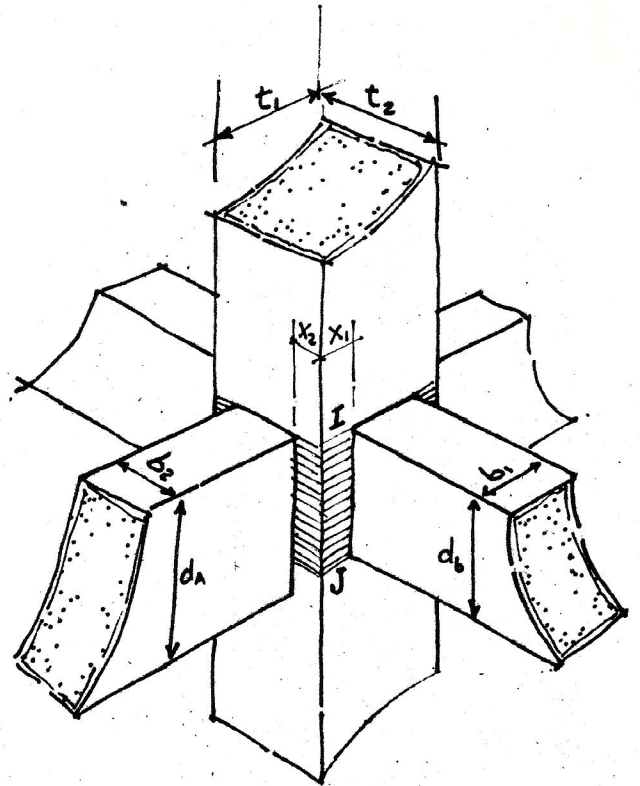
$P=0$



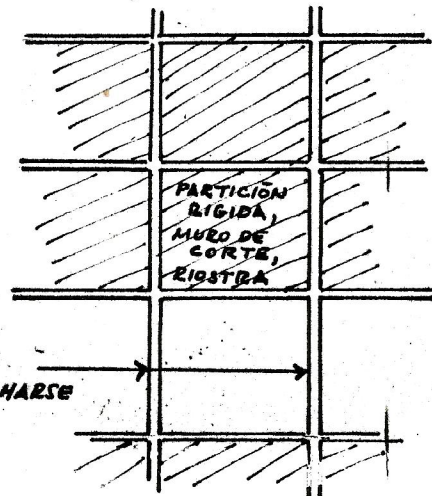
COLOCACION DE REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL



$A, B \geq \frac{1}{6}h, t \leq 25 \text{ cm}$

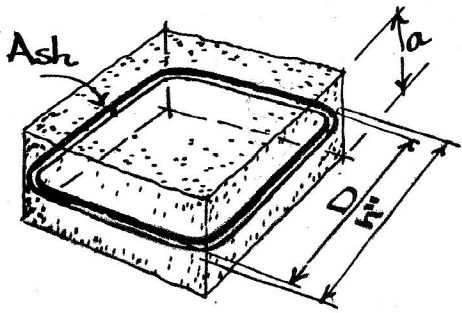


SI 4 VIGAS CONVERGEN AL NUDO:
 EN ZONA IJ = d_b (menor d)
 EL PASO DEL ZUNCHO PUEDE
 REDUCIRSE A LA MITAD SI
 $d_b/d_a > 0.75$; $b_i > 0.5 t_i$; $x_i < 10 \text{ cm}$

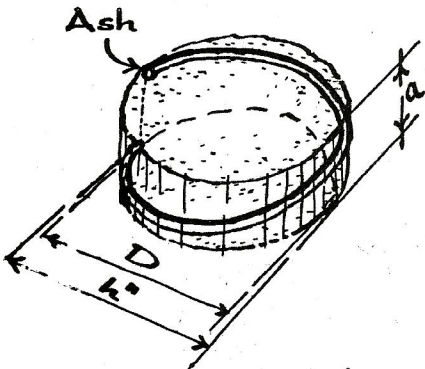


LAS COLUMNAS QUE LOS
 SOPORTAN DEBEN ZUNCHARSE
 EN TODA SU ALTURA

PROPORCIONAMIENTO DE
REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL



$$\rho_s = \frac{\text{Vol. esp.}}{\text{Vol. n\u00facleo}} = \frac{4D * \Delta Ash}{a h''^2} = \frac{4Ash D}{a h'' h''} \quad (1)$$



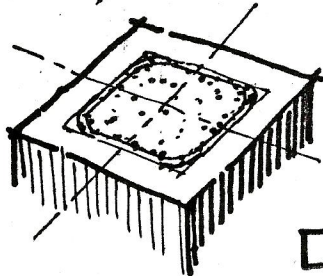
$$\rho_s = \frac{\text{Vol. esp.}}{\text{Vol. n\u00facleo}} = \frac{\pi D \Delta Ash}{\frac{\pi}{4} h''^2 a} = \frac{4Ash D}{a h'' h''} \quad (1)$$

Capacidad de carga del concreto de la columna:

$$P_c = 0.85 f'_c \Delta_g$$

Capacidad perdida por desprendimiento de la porci\u00f3n de concreto no confinada (recubrimiento)

$$P_{c1} = 0.85 f'_c (A_g - A_c) \quad (2)$$



□ $A_g - A_c$
■ A_c

Para sustituir la capacidad perdida (P_{c1}) debe incrementarse la resistencia del concreto del n\u00facleo a

$$\sigma'_c = f'_c + \Delta \sigma \quad (3)$$

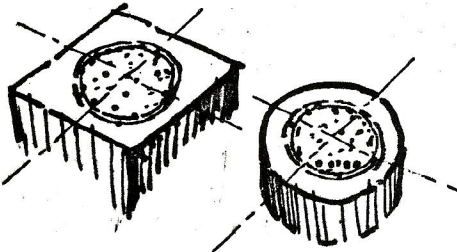
$$\text{Donde } \Delta \sigma = \frac{P_{c1}}{A_c} \quad (3a)$$

El incremento se obtiene por confinamiento:

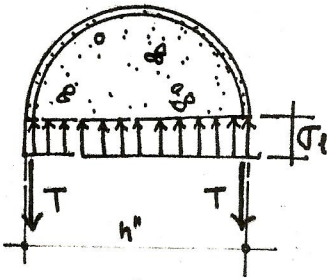
$$\sigma'_c = f'_c + K \sigma_e$$

donde σ_e = presi\u00f3n de confinamiento.

Sustituyendo en (3) se obtiene: $K \sigma_e = \Delta \sigma \quad (4)$



Flat. se obtiene mediante la siguiente suposición:

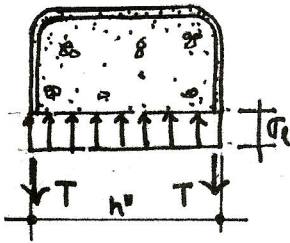


$$2T = \sigma_e * ah''$$

$$T = \Delta sh * f_{yh}$$

$$\therefore \sigma_e = \frac{2\Delta sh * f_{yh}}{ah''} \quad (5)$$

combinando (1) en (5) se obtiene:



$$\sigma_e = \frac{1}{2} p_s f_{yh} \frac{h''}{D} \quad 5$$

Experimentalmente se ha determinado que el valor de K para el caso de confinamiento mediante zuncho circular es del orden de 4 y que el zuncho rectangular es aproximadamente la mitad de efectivo.

Entonces:

$$\Delta \sigma = K \sigma_e \begin{cases} = 2 p_s f_{yh} \frac{h''}{D} & \text{(zuncho circular)} & (6) \\ = p_s f_{yh} \frac{h''}{D} & \text{(zuncho rectangular)} & (6') \end{cases}$$

Combinando (3a), (2) y (6) se obtiene:

$$\Delta \sigma = \frac{P_{e1}}{A_c} = \frac{0.85 f'_c (A_g - A_c)}{A_c} = 0.85 f'_c \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$$

$$\Delta \sigma = 0.85 f'_c \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) = K \sigma_e = \begin{cases} 2 p_s f_{yh} h'' / D & \text{(zuncho circular)} \\ p_s f_{yh} h'' / D & \text{(zuncho rectangular)} \end{cases}$$

Despejando p_s:

$$p_s = 0.425 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yh}} \frac{D}{h''} \quad \text{(zuncho circular)} \quad (7)$$

$$p_s = 0.850 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yh}} \frac{D}{h''} \quad \text{(zuncho rectangular)} \quad (7')$$

La ecuación (7) es similar a la ecuación básica requerida por los códigos.

$$ps = 0.45 \frac{f'c}{f_y h} (A_g - 1) \quad (8)$$

(Ec. 10-3 ACI 318-71)

El valor ps de la ecuación (8) parece tener en realidad el valor $\frac{psh^n}{D}$ en la ecuación (7) lo que permite operar la ecuación (1) como $\frac{psh^n}{D} = \frac{4Ash}{ah^n}$ dando a la fórmula propuesta por el ACI 318-71 la forma $ps = \frac{4Ash}{ah^n}$ (ps con el valor de ecuación (8)).

La fórmula (7') se halla implícita en la ecuación A-4 ACI 318-71 al asignar a Ash para zuncho rectangular el valor:

$$Ash = \frac{ah^n ps}{2}$$

en lugar de $Ash = \frac{ah^n ps}{4}$ (ver ecuación (1')).

En resumen: para proporcionar el refuerzo transversal especial debe utilizarse las expresiones:

$$ps = 0.45 \frac{f'c}{f_y h} (A_g - 1) \quad (I)$$

$$a = \frac{4 Ash}{psh^n} \quad \text{Zuncho circular} \quad (II)$$

$$a = \frac{2 Ash}{psh^n} \quad \text{Zuncho rectangular} \quad (III)$$

siempre que se cumpla con los siguientes límites:

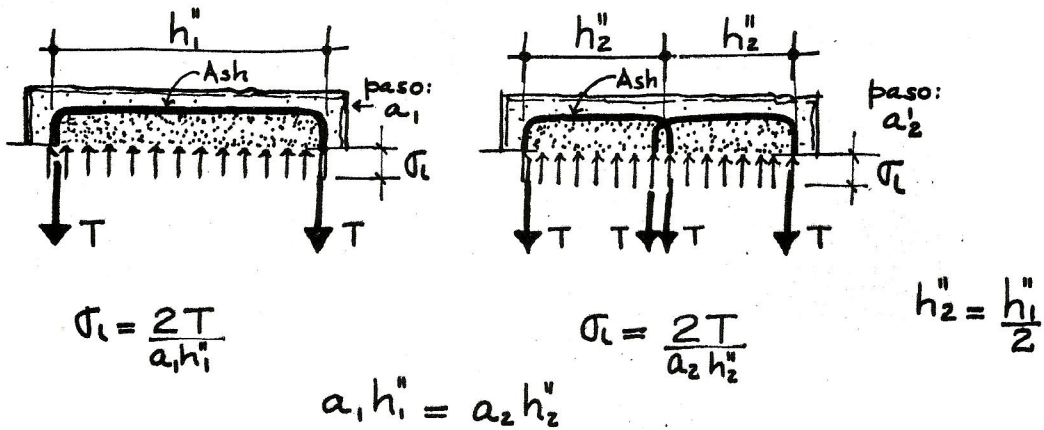
$$\text{Límite superior } \left\{ \begin{array}{l} a \text{ max} \\ ps \geq 0.12 \frac{f'c}{f_y h} \end{array} \right. \quad (IV)$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ a \leq 10 \text{ cm} \end{array} \right\} \quad (IV')$$

$$\text{Límite inferior } \left\{ \begin{array}{l} a \text{ min} \\ a - D \geq 1.5 \varnothing \text{ (Agregado grueso)} \end{array} \right. \quad (V)$$

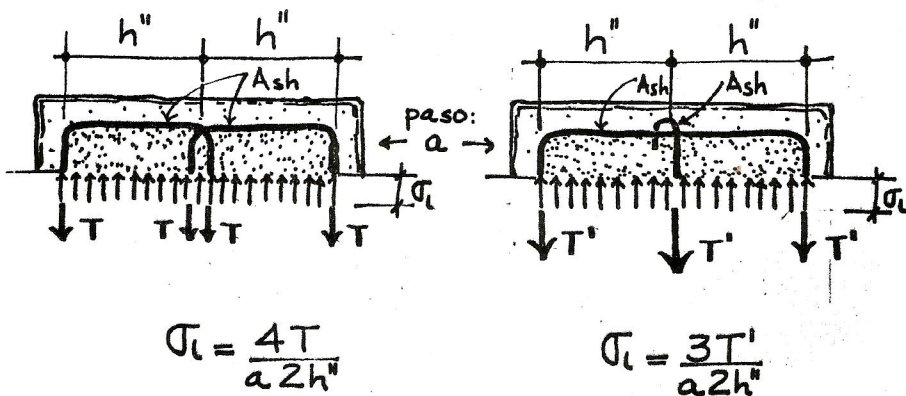
Al estudiar las ecuaciones II o III se observa que h'' es inversamente proporcional al paso (a) y directamente proporcional al área de la sección transversal de la varilla del zuncho (A_{sh}).

El Código ACI 318-71 permite el uso de "zunchos traslapados" para lograr la reducción de h'' .



$$\therefore a_1 h_1'' = a_2 \frac{h_1''}{2} \Rightarrow a_2 = 2a_1$$

La sección A.6.4.3 del Código permite asimismo el empleo de "eslabones de confinamiento" para lograr el mismo efecto que con los zunchos traslapados.



$$\frac{4T}{a2h''} = \frac{3T'}{a2h''} \Rightarrow 4T = 3T'$$

$$4T = 4A_{sh} f_y \quad 3T' = 3A_{sh} f'_y$$

$$4A_{sh} f_y = 3A_{sh} f'_y \Rightarrow f_y = \frac{3}{4} f'_y$$

$$\frac{\sum A \text{ con eslabón}}{\sum A \text{ con doble zuncho}} = \frac{3A_{sh}}{4A_{sh}} = 0.75$$

Reducción de área = $1.0 - 0.75 = 0.25$; 25%

Si se utiliza 2 eslabones de confinamiento en lugar de 3 zunchos traslapados

$$\frac{\sum A \text{ con 2 eslabones}}{\sum A \text{ con triple zuncho}} = \frac{4A_{sh}}{6A_{sh}} = 0.67$$

Reducción de área: 33%

Según el Comentario al Código, al permitir esta reducción de área se está reconociendo el aporte de la mejor adherencia acero-concreto dentro de la zona confinada.

CONCLUSIONES

1. El diagrama de interacción calculado por medio de un análisis de cuerpo libre de la sección es un poco menos conservador que el diagrama calculado por las fórmulas del Capítulo 19 del Código ACI 318-63. Las diferencias radican, sin embargo, en la trayectoria de las curvas y no en la coincidencia de los puntos críticos. (Ver figura C.1).

La evaluación "aproximada" sugerida por el ACI 318-71 sigue siendo válida dentro de ciertos límites.

2. El análisis por cuerpo libre presenta la ventaja de permitir una interpretación más racional de la superficie de interacción y de estudiar bajo el mismo principio fundamental una amplia gama de distribuciones de acero y forma de la sección.

3. Presenta la desventaja de conllevar un enorme volumen de operaciones aritméticas. La computación electrónica resuelve este problema. En el desarrollo de este trabajo se la utilizó indirectamente, elaborando a través de ella gráficas y tablas por considerarse que en nuestro medio para el problema específico de reforzar secciones de concreto son mucho más manuales, prácticas y asequibles.

4. Con el fin de disminuir el volumen de trabajo de computación y reducir asimismo el número de gráficas y tablas se ha hecho uso de los principios de interpolación y transformación de Pannell expuestos en el Capítulo III (ver figuras C.2, C.3 y C.4). Con el mismo fin se introdujo el método de interpolación expuesto en el Capítulo V, Sección 1 que tiene plena validez si se cuenta con parámetros como el factor F de Pannell para corregir las desviaciones en que se incurre al considerar constante el recubrimiento efectivo a pesar del aumento de área de acero.

5. El manejo simultáneo de cuatro variables en un sólo gráfico, que en este trabajo se hizo por medio de gráficas en colores, debe ser mejor estudiado considerando el uso de hojas de acetato transparente, por ejemplo, o bien a través de la aplicación de la nomografía o método de hacer nomogramas.

6. En lo referente a los fundamentos de diseño se hace notar que todos los principios expuestos responden a un criterio estático y no dinámico que es el tipo de esfuerzo producido, en especial, por los sismos y cargas repetitivas.

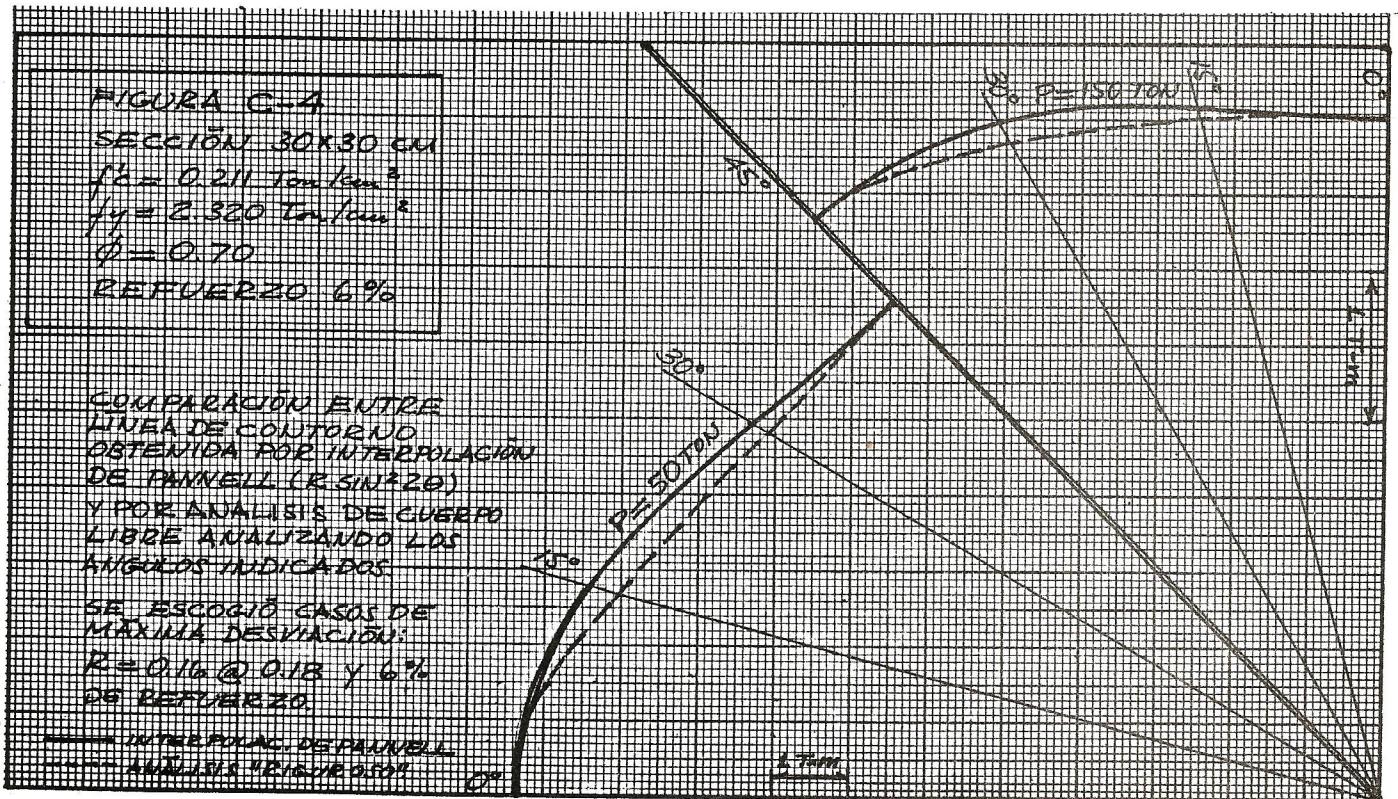
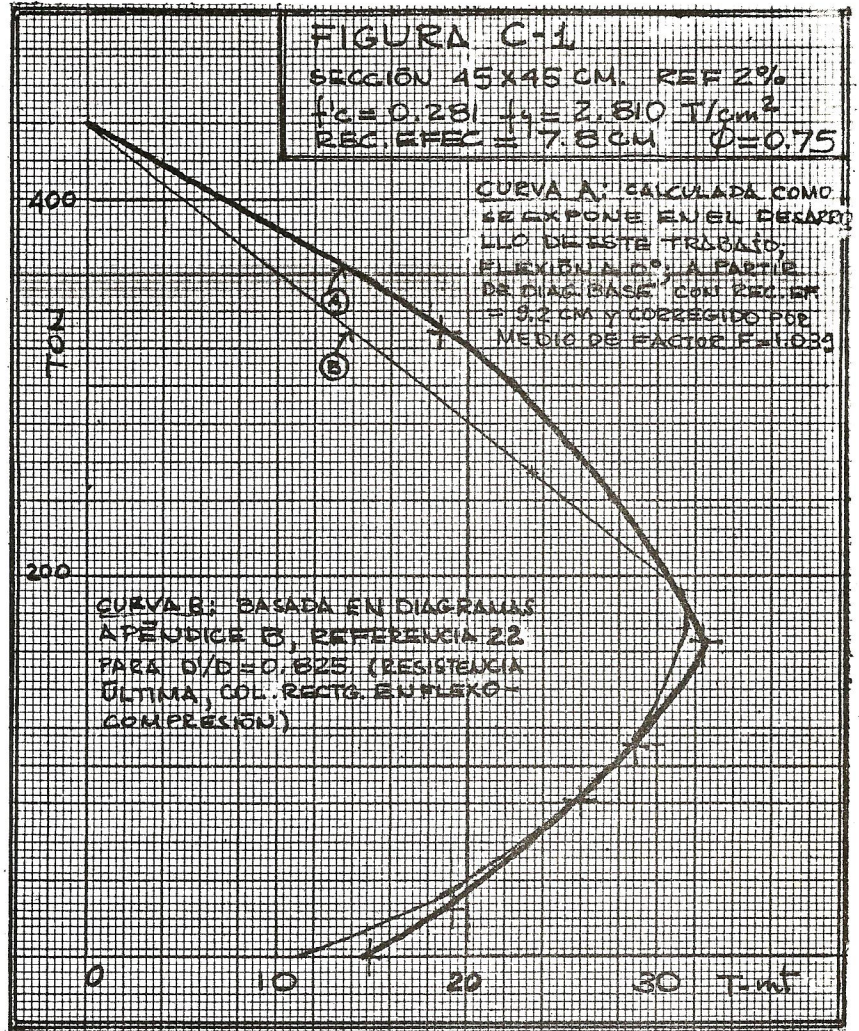


FIGURA C-2

TRANSFORMACIÓN DE COLUMNAS RECTANGULARES EN CUADRADAS EQUIVALENTES.
(REFERIRSE A CAPÍTULO IV)

$f_{cc}, f_{cc}^{\prime}, \% \text{ de REFUERZO}, f_c, f_y, \phi$ CONSTANTES PARA LOS CUATRO DIAGRAMAS

- VALORES CALCULADOS MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CUERPO LIBRE DE LA SECCIÓN
- + VALORES CALCULADOS MEDIANTE FACTORES DE TRANSFORMACIÓN EN BASE A OTRO DE LOS DIAGRAMAS.

PUNTOS (P, M) CURVA B2 =
PUNTOS (P, M) CURVA B1 x 5/6 (C/R = 100/50)

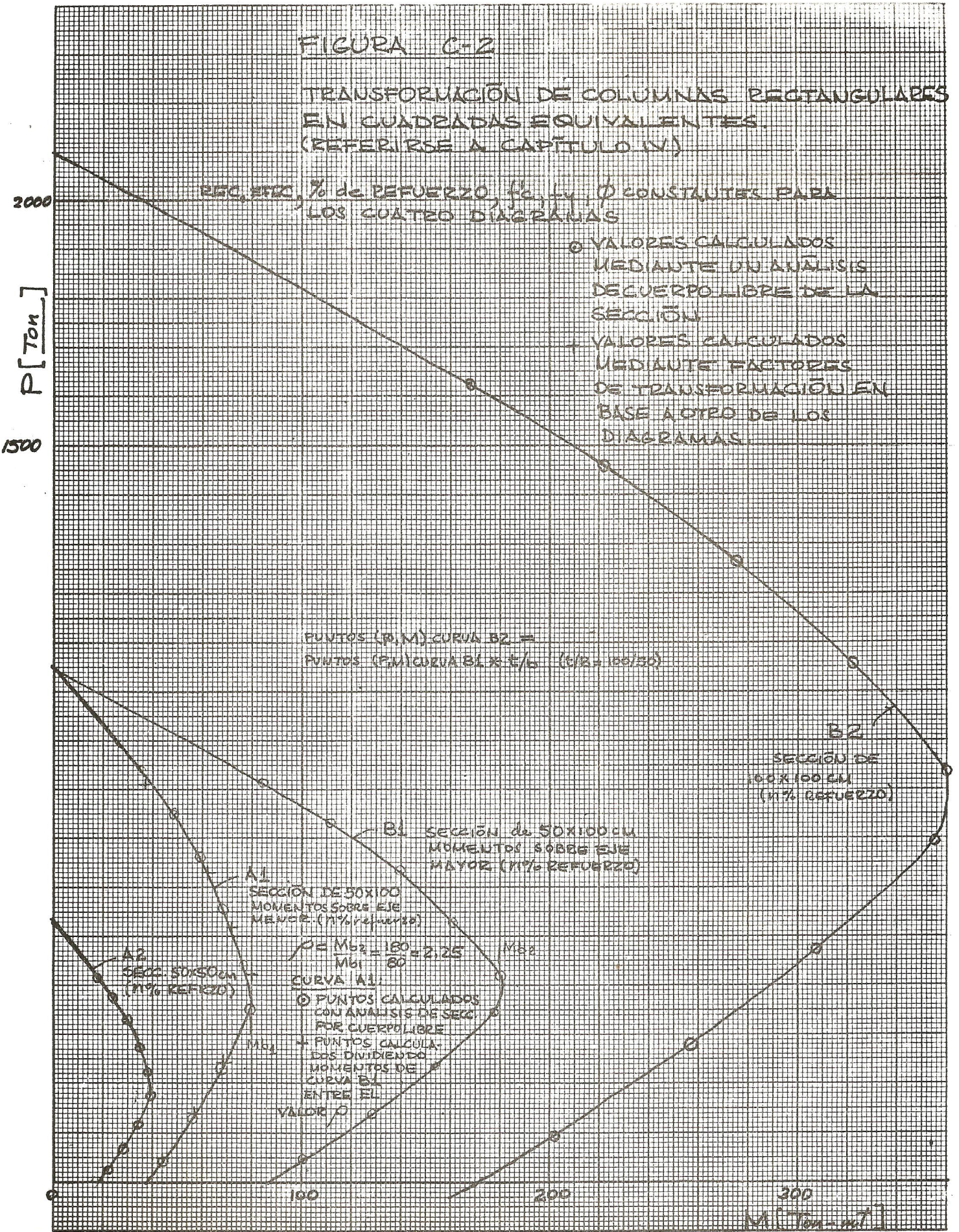
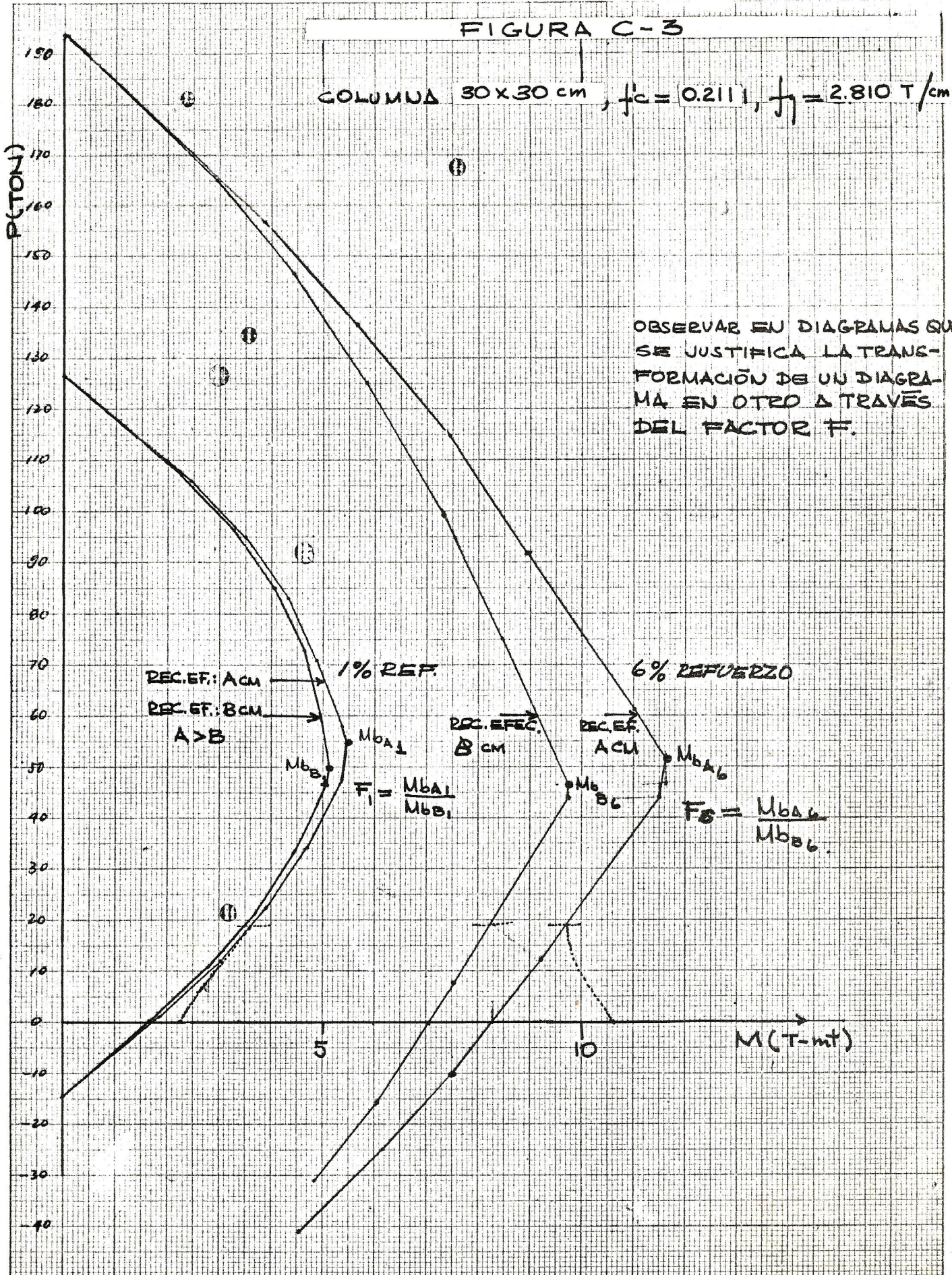


FIGURA C-3

COLUMNA 30 X 30 cm, $f'_c = 0.2111$, $f_y = 2.810 \text{ T/cm}^2$



OBSERVAR EN DIAGRAMAS QUE SE JUSTIFICA LA TRANSFORMACIÓN DE UN DIAGRAMA EN OTRO A TRAVÉS DEL FACTOR F.

REUPFEL & ESSER S.O.

7. En lo que toca a la "esbeltez" de los miembros en compresión también se hace notar que el nuevo método "aproximado" se aplica en el diseño propiamente del miembro. Es deseable, sin embargo, tomarlo en consideración, por lo menos parcialmente, desde el análisis de la estructura. Para ello debe alentarse en el medio trabajos de recopilación e investigación de métodos de análisis más refinados que los tradicionales, para su divulgación.

8. En el desarrollo de este trabajo se contempló, aunque someramente, las consideraciones de esbeltez y ductilidad con el fin primordial de que el estudiante de Ingeniería, principalmente, se familiarice con ellas y las tome siempre en consideración como parte integral e inseparable del diseño de miembros en flexocompresión.

REFERENCIAS

1. AAS-JAKOBSEN, A.
Biaxial Eccentricities in Ultimate Load Design
Title N° 61-19, ACI Journal, Mar. 1964.
2. ACI COMMITTEE 318
Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-63)
American Concrete Institute, 1963.
3. ACI COMMITTEE 318
Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-71)
American Concrete Institute, 1971.
4. ACI COMMITTEE 318
Commentary on Building Code Requirements for Reinforced Concrete
(ACI 318-63)
American Concrete Institute, 1963.
5. ACI COMMITTEE 318
Commentary on Building Code Requirements for Reinforced Concrete
(ACI 318-71)
American Concrete Institute, 1971.
6. BLUME, NEWMARK, CORNING
Design of Multistory Reinforced Concrete Buildings
Portland Cement Association, 1961.
7. BRESLER, BORIS
Design Criteria for Reinforced Columns under Axial Load and Biaxial
Bending
Title N° 57-23, ACI Journal, Nov. 1960.

8. CACERES, JAIME GUILLERMO
Diseño de Columnas Rectangulares de Concreto Reforzado sujetas a Flexión.
Tesis, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1966.
9. CHU, KUANG-HAN, AND ALGIS PABARCIUS
Biaxially Loaded Reinforced Concrete Columns
Paper N° 1865, Journal of the Structural Division, ASCE, Dic. 1958.
10. COLORIO, G.
Les Poutres en Beton Armé soumises á la Flexion Composée
Dunod, Paris, 1955.
11. CZERNIAK, ELI, AND F.N. PANNELL
Ultimate Strength of Column with Biaxially Eccentric Loads
Discussion 60-52, ACI Journal, Mar. 1964.
12. DESAYI, PRAKASH AND S. KRISHNAN
Equation for the Stress-Strain Curve of Concrete
Title N° 61-22, ACI Journal, Mar. 1964.
13. DUNHAM, CLARENCE W.
The Theory and Practice of Reinforced Concrete, 4a. Edición
McGraw-Hill Book Company, Kogakusha Company Ltd., Tokio, 1966.
14. FENVES, J. STEVEN
Métodos de Computación en Ingeniería Civil
Editorial Limusa - Wiley S.A., México, 1969.
15. HUANG, TI
On the Formula for Spiral Reinforcement
Title 61-23, ACI Journal, Mar. 1964.

16. JUAREZ, ADRIAN
Columnas de Concreto Armado Solicitadas por Flexión Oblicua.
Tesis, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1964.
17. MEEK, JOHN L.
Ultimate Strength of Columns with Biaxially Eccentric Loads
Title N° 60-52, ACI Journal, Aug. 1963.
18. MORAN CABRE, FRANCISCO
Estudio Teórico Experimental de la Flexocompresión Esviada en Secciones de Hormigón Armado
N° 265-266, Monografías del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, Madrid, Sept. 1967.
19. PANNELL, F.N.
Failure Surfaces for Members in Compression and Biaxial Bending
Title N° 60-8, ACI Journal, Jan. 1963.
20. THOMAS, G.B.
Capítulo 9
Cálculo Infinitesimal y Geometría Analítica, 4a. Edición
Editorial Aguilar, Madrid, 1966.
21. WIEGEL, ROBERT L.
Earthquake Engineering
Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., U.S.A., 1970.
22. WINTER, URQUHART, O'ROURKE NILSON
Design of Concrete Structures, 7a. Edición
McGraw-Hill Book Co., Kogakusha Company, Tokio, 1958.
23. MACGREGOR, JAMES, JOHN E. BREEN, AND EDWARD O. PFRANG
Design of Slender Concrete Columns
Title N° 67-2, ACI Journal, Jan. 1970.

APENDICE 1

CALCULO DE TABLAS Y GRAFICAS DE DISEÑO POR FLEXOCOMPRESION

ANEXOS

CALCULO DE TABLAS Y

GRAFICAS DE DISEÑO POR FLEXOCOMPRESION

1. Naturaleza del Problema de Diseño

En los capítulos anteriores se ha expuesto la manera de analizar una sección de concreto reforzado. El problema del calculista es inverso: debe diseñar. El objetivo que persiguen las gráficas puede resumirse como sigue:

Tener la mayor y más representativa cantidad posible de resultados de análisis y en base a las solicitaciones de carga elegir cuál de los resultados es el que más se adapta al problema.

2. Procesos Básicos de Diseño

A) Datos:

Los datos con que generalmente se cuenta para el diseño en flexo-compresión suelen ser básicamente de 3 tipos:

1) Dimensiones y forma de la sección, determinadas a través de un análisis general empírico o semiempírico previo al cálculo de distribución de momentos de la estructura de la cual el miembro forma parte y regido en alguna medida por consideraciones arquitectónicas.

2) Los momentos y cargas simultáneos o alternativos a que estará sometida la sección. Se les obtiene del análisis de la estructura de la cual los miembros forman parte.

3) Resistencia de los materiales a utilizarse regida por razones de conveniencia estructural y no pocas veces por razones de disponibilidad en el mercado.

B) Proceso en sí:

Conocidos los 3 grupos de datos anteriores se procede a reforzar la sección eligiendo la distribución de acero más conveniente, o que mejor se adapte a las condiciones existentes, obteniéndose como resultado la cantidad de refuerzo necesario.

3. Presentación de las Gráficas

Por lo expuesto en el punto anterior, se eligió el siguiente ordenamiento:

a) División en 2 grandes grupos:

- 1) Sección Cuadrada, refuerzo cuadrado simétrico en las 4 caras.
- 2) Sección Cuadrada, refuerzo circular.

b) Cada grupo se ha dividido en sub-grupos atendiendo a la resistencia del concreto y acero a emplearse.

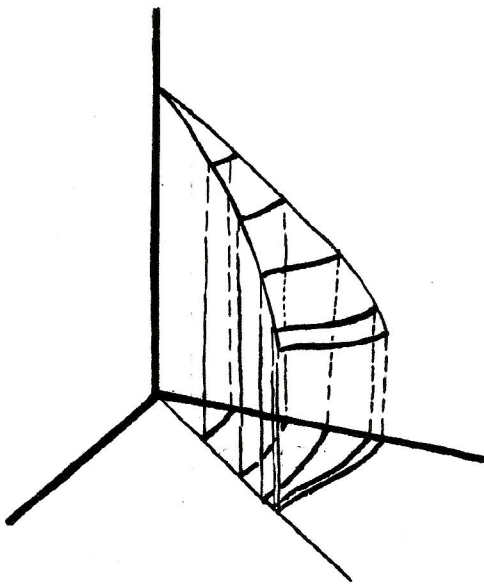
c) Cada sub-grupo contiene una gráfica por columna, haciéndose variar las dimensiones de las columnas de 5 en 5 cm.

d) Cada gráfica propiamente dicha contiene el desarrollo de varias superficies de falla que cubren a intervalos convenientes (más o menos de 1% en 1%) varios porcentajes de refuerzo que abarcan del 1 al 6%.

4. Formas de representar el desarrollo de las superficies de falla

4.1 Abacos

El ábaco no es más que una representación topográfica de la superficie de falla completamente similar a las curvas de nivel.



Aprovechando la simetría respecto al eje diagonal principal la superficie puede definirse en la mitad de un cuadrante de circunferencia.

Para evitar la superposición de curvas de la misma superficie de falla se plotea en una mitad del cuadrante la superficie de falla en compresión y en la otra mitad la parte de la superficie correspondiente a falla en tensión.

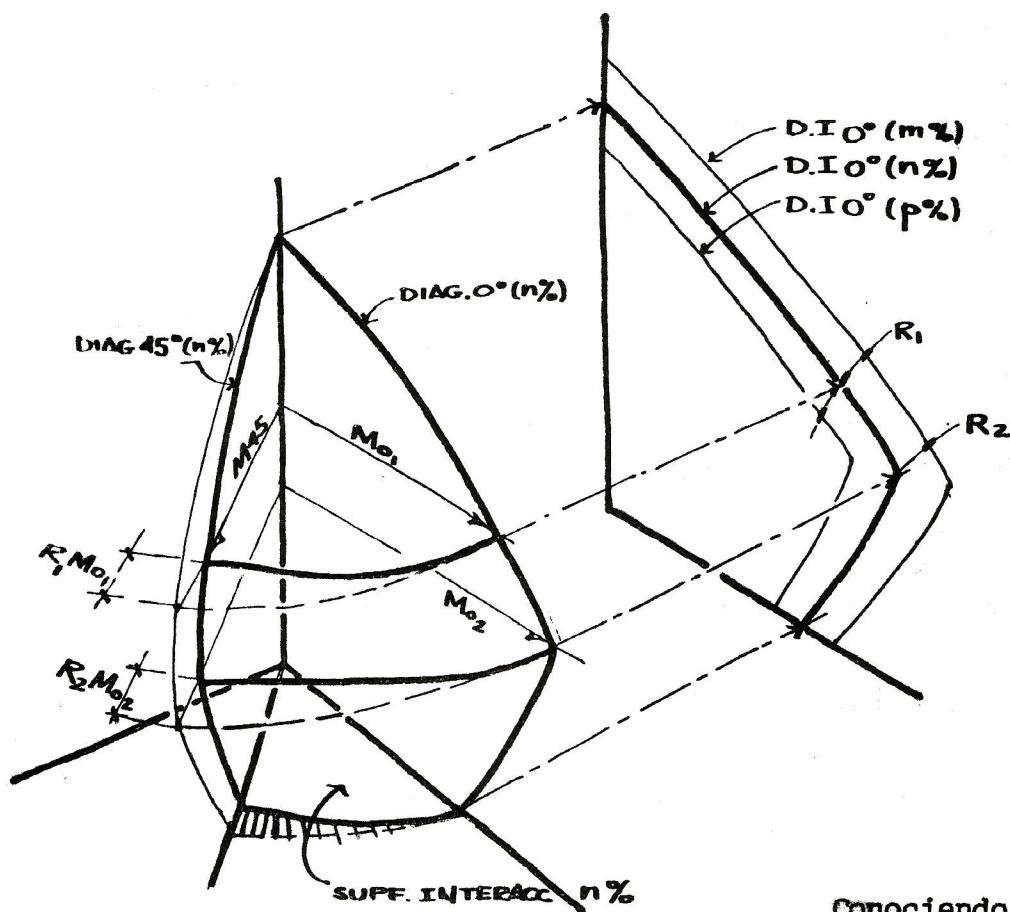
Puede superponerse para hacer más manuable las gráficas, varias superficies de falla, cada una correspondiente a un cierto porcentaje de refuerzo, diferenciando las líneas de contorno correspondientes a cada uno ya sea por medio de colores o diferenciando el trazo de las líneas de cada uno.

4.2 Diagrama de interacción Biaxial

Es una forma de representación de la superficie de falla más compacta pero más laboriosa de trabajar en diseño. Para hallar el por-

centaje de acero que se necesita debe recurrirse a dos o tres iteraciones.

Consiste de un diagrama típico de interacción correspondiente a uno de los ejes principales al cual se ha añadido los valores de R a lo largo de su desarrollo.



Conociendo dichos valores se puede obtener el diagrama para cualquier ángulo de flexión.

5. Proceso de Cálculo

Se ha calculado las gráficas por medio de computación electrónica (Desarrollo de Programas en lenguaje Fortran 1 para computadora IBM 1620 20K) en la siguiente forma:

PRIMER GRUPO:

- A) Programas de Análisis Básico.
- B) Programas de procesamiento de resultados del Análisis Básico para elaborar tabulaciones apropiadas para traslado al dibujo.

SEGUNDO GRUPO:

- A) Programa para cálculo de factores F de Pannell.
- B) Programa para cálculo de factores ρ de Pannell.

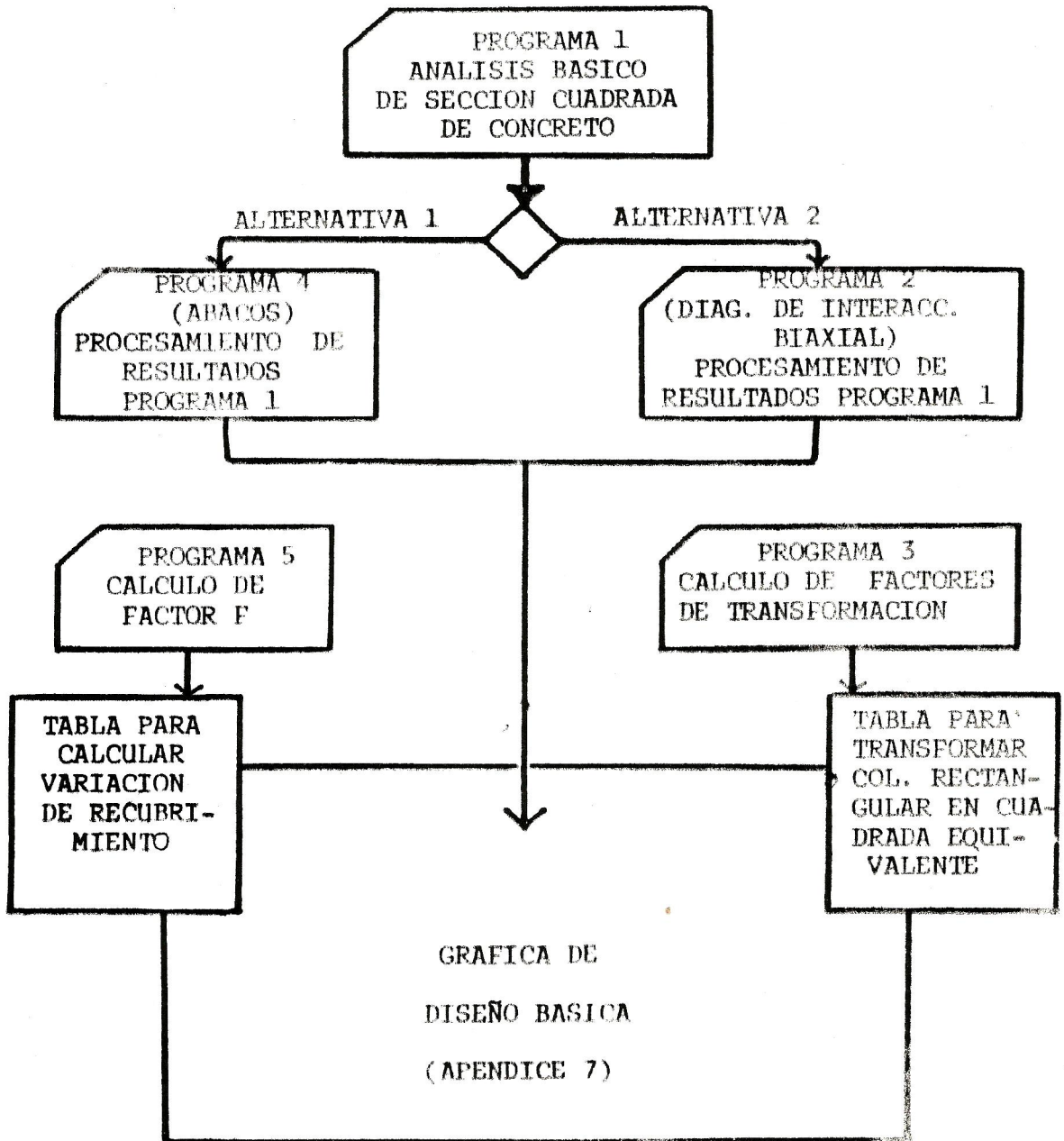
TERCER GRUPO:

Programas para elaboración de tabulaciones auxiliares.

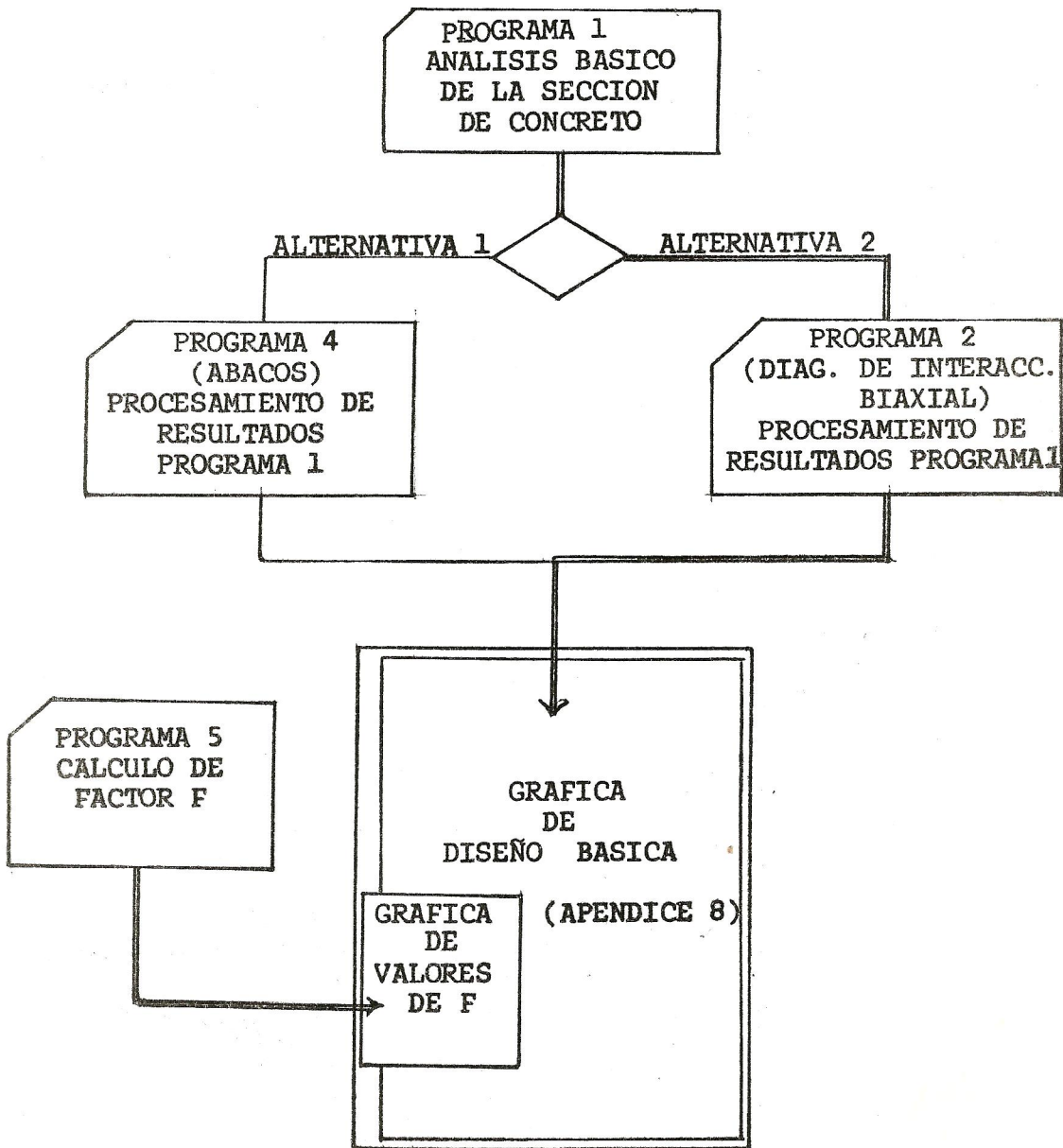
En las páginas subsiguientes se ha desarrollado:

- 1º) Diagramas Generales de Flujo de los procesos de elaboración de gráficas.
- 2º) Diagramas Generales de Flujo de cada programa principal.

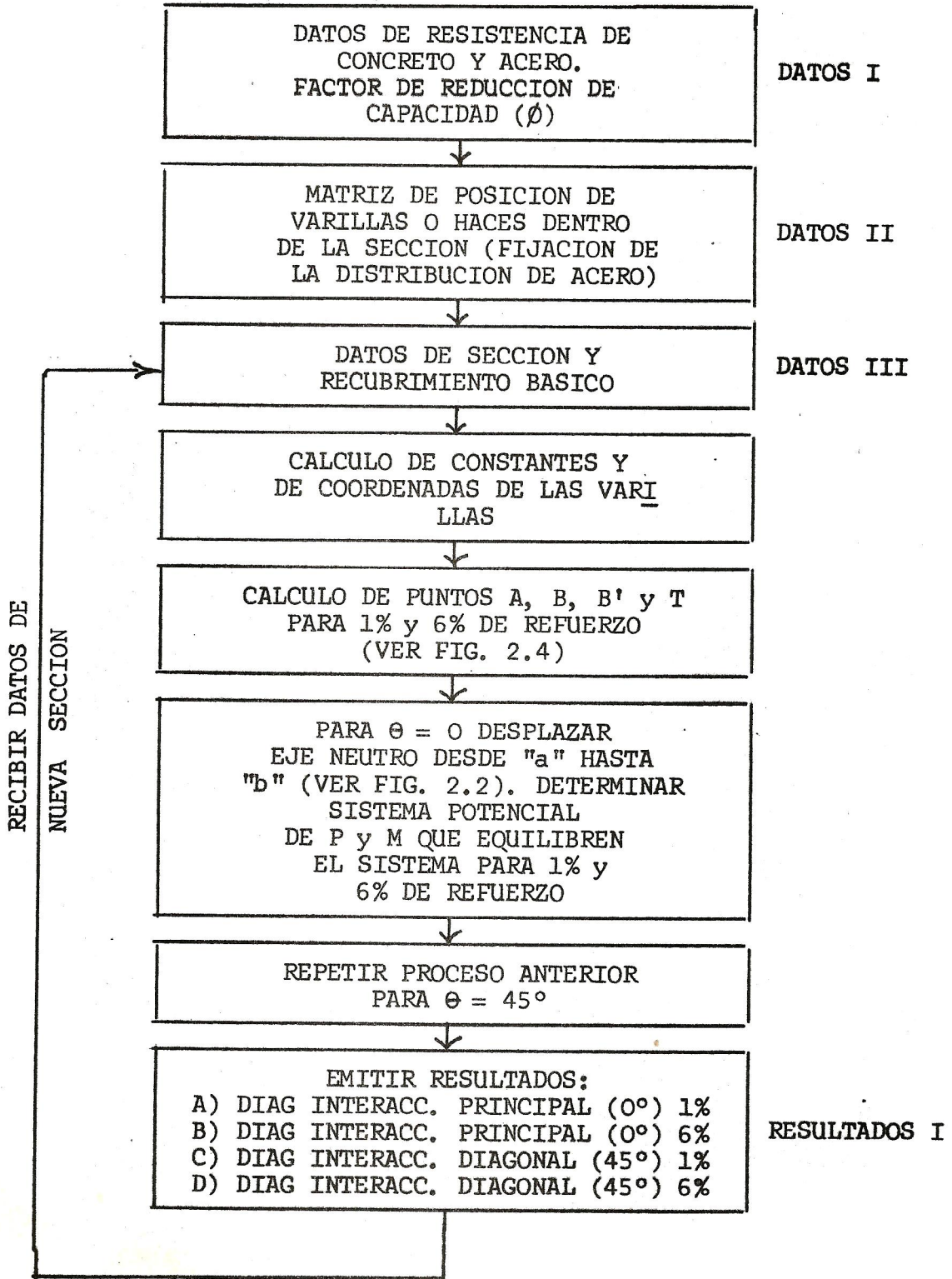
CALCULO DE GRAFICAS DE DISEÑO DE
COLUMNAS CUADRADAS O RECTANGULARES
CON DISTRIBUCION DE ACERO RESPECTIVAMENTE
CUADRADA O RECTANGULAR



CALCULO DE GRAFICAS DE DISEÑO DE
COLUMNAS CUADRADAS CON DISTRIBUCION
CIRCULAR DE ACERO

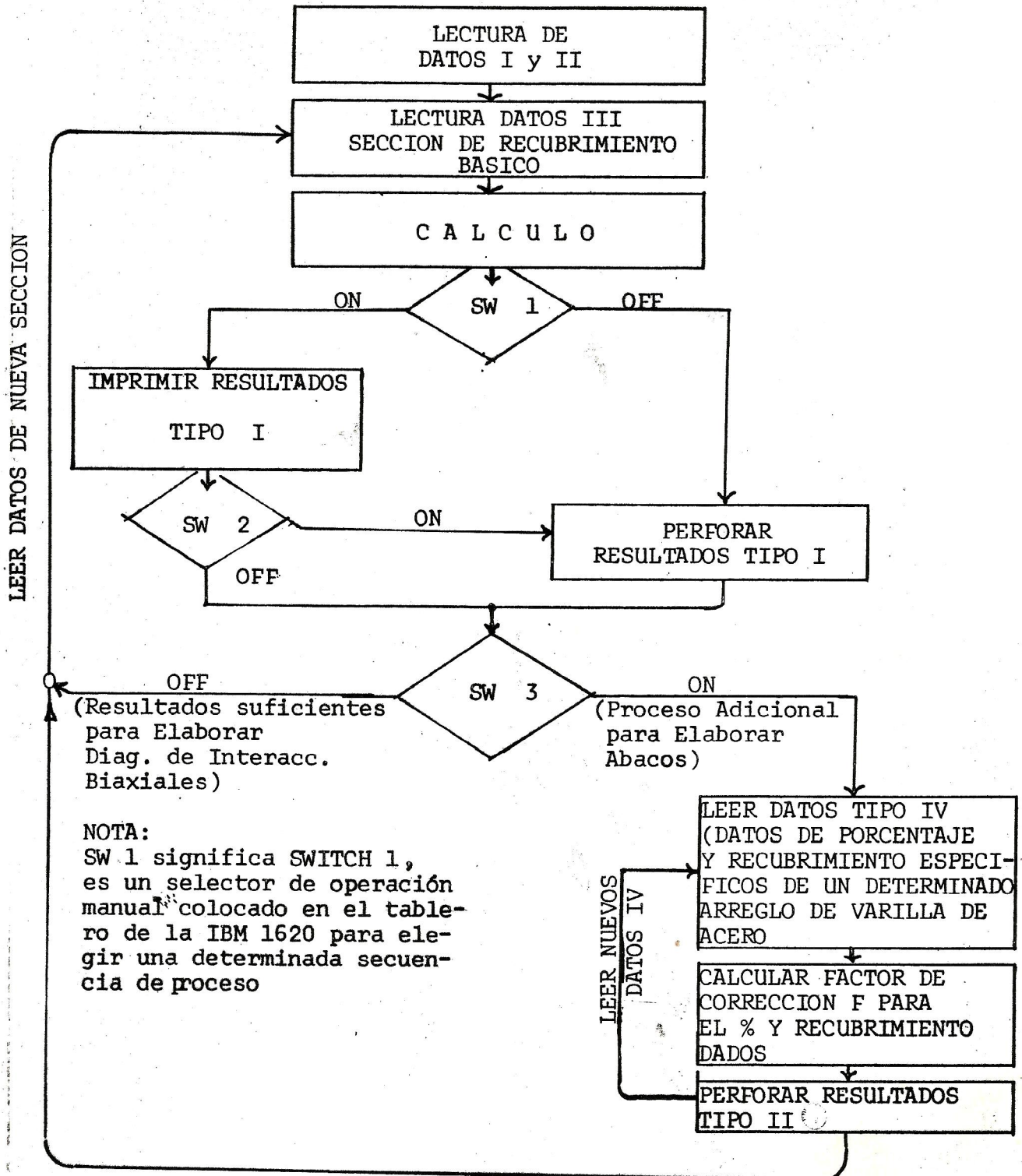


Programa 1: DIAGRAMA DE FLUJO BASICO



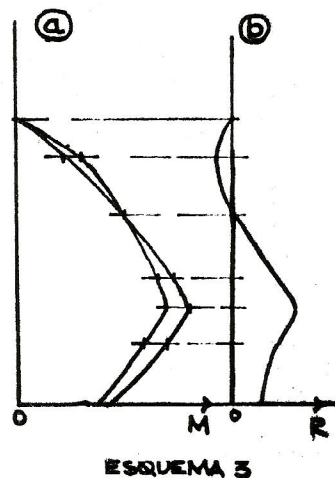
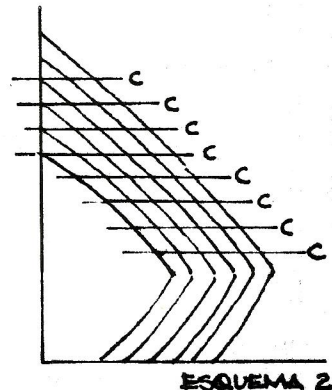
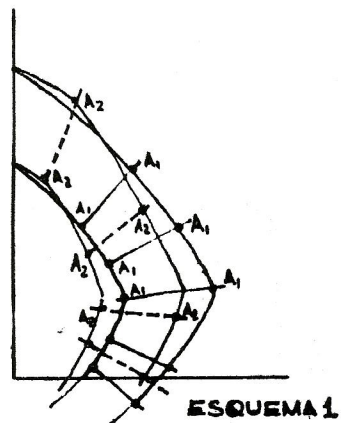
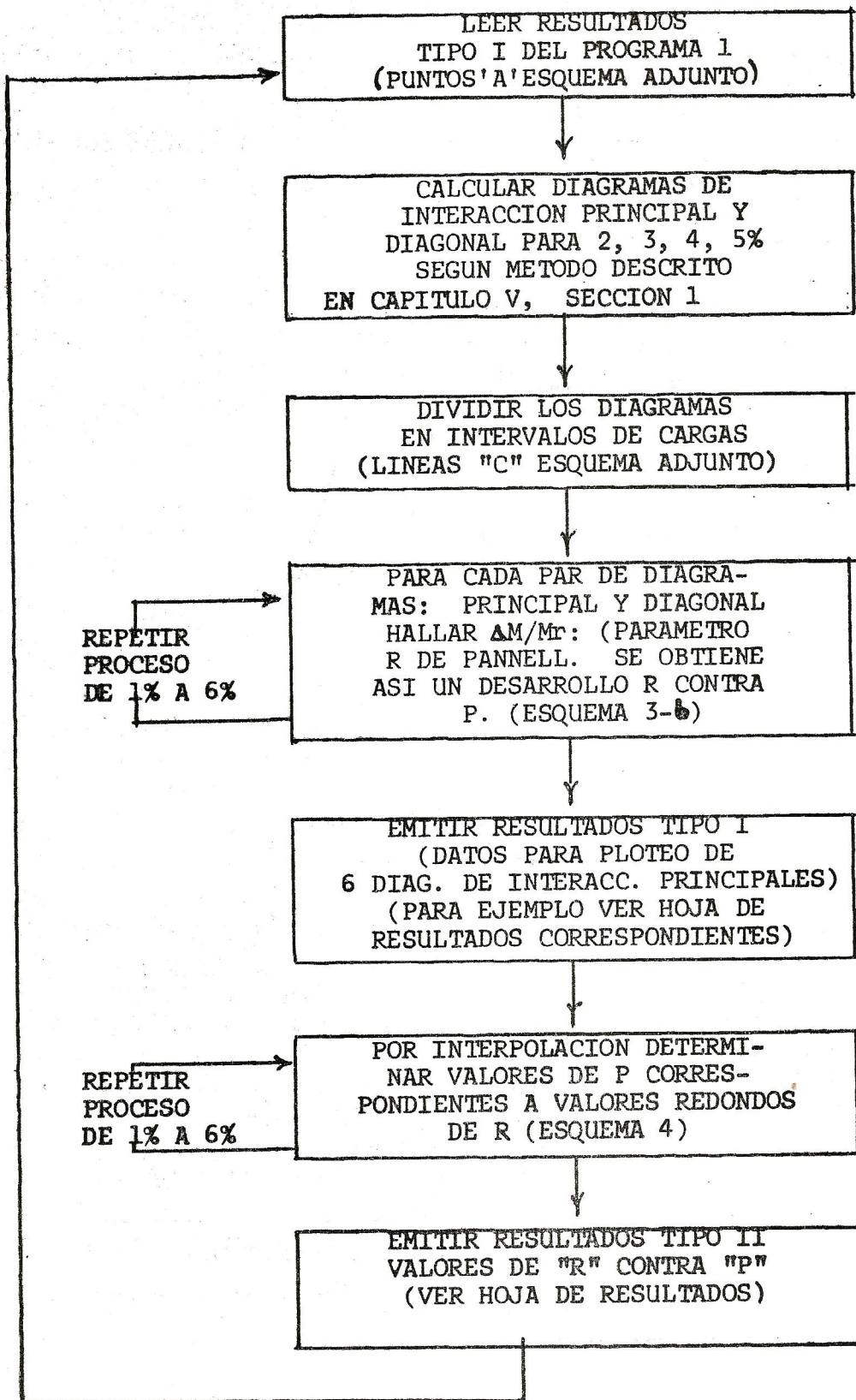
Programa 1: DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO

El proceso básico de cálculo descrito en la página anterior está comprendido dentro del siguiente diagrama general.



Programa 2:

DIAGRAMA DE FLUJO BASICO



PORCENTAJE DE ACERO # 1.00

.00	843.	.02	784.	.04	713.	.06	618.
.07	448.	.06	423.	.05	397.	.04	372.
.03	256.	.00	0.	.00	0.	.00	0.

DIMENSIONES#T/CM2 Y CM

FPC	FY	PHI	T	REC	ARREGLO
.211	2.810	.750	90.0	8.200	4 12

VALORES DE CARGA%TON□ Y MOMENTO%T-M□

P%AS□	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
PA***	1249.4	1409.2	1569.0	1728.8	1888.6	2048.4
PB***	603.9	631.1	658.2	685.4	712.6	739.7
MB***	156.59	191.03	225.47	259.91	294.35	328.79

CARGA

1900.	.00	.00	.00	.00	.00	49.33
1800.	.00	.00	.00	.00	29.78	82.57
1700.	.00	.00	.00	9.81	63.39	115.80
1600.	.00	.00	.00	43.88	96.99	146.52
1500.	.00	.00	23.91	77.95	129.23	173.32
1400.	.00	3.25	58.58	111.92	156.12	196.46
1300.	.00	38.71	93.25	138.90	179.53	217.48
1200.	18.05	74.18	121.66	162.60	200.47	237.45
1100.	54.63	104.40	145.67	183.44	219.81	256.45
1000.	87.09	128.74	166.39	201.94	238.35	275.38
900.	111.80	148.80	183.72	219.90	255.78	292.09
800.	130.66	164.97	200.07	235.46	271.82	308.81
700.	144.96	178.49	214.00	250.59	287.85	325.53
600.	154.45	190.25	223.95	257.60	291.24	324.85
500.	154.18	187.76	221.34	254.91	288.47	322.03
400.	145.57	178.80	212.42	246.23	280.18	314.20
300.	130.81	164.33	197.04	230.23	263.71	297.38
200.	111.26	145.79	179.77	213.93	247.24	280.56
100.	85.73	124.07	160.54	194.53	228.69	262.95
.	53.76	97.88	137.15	174.30	209.17	243.33

VALORES DE R Y CARGA%TON□ %4 POR LINEA□

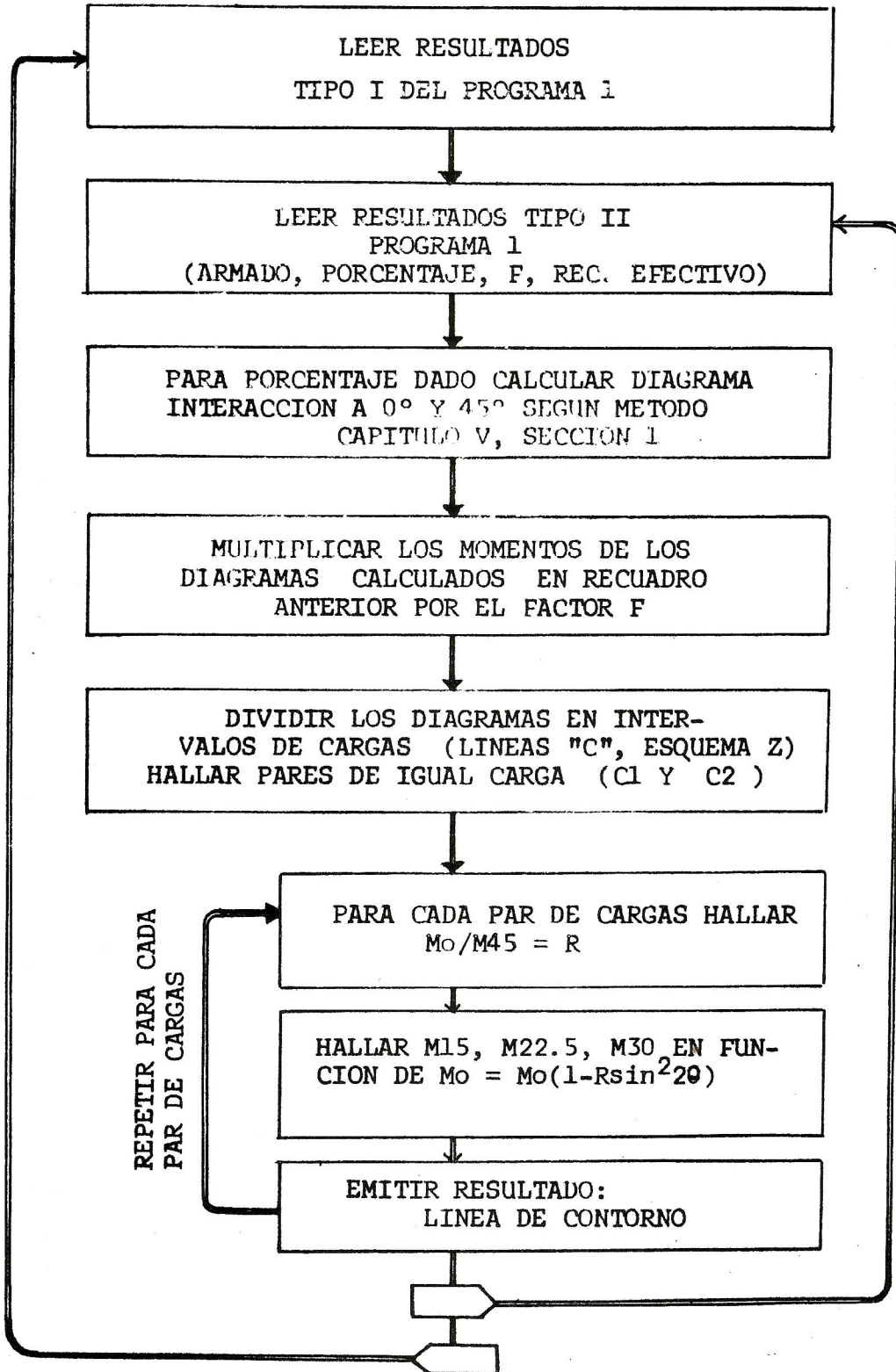
PORCENTAJE DE ACERO # 6.00

.00	1667.	.02	1438.	.04	1263.	.06	1110.
.08	940.	.09	784.	.08	751.	.07	718.
.06	457.	.05	395.	.00	0.	.00	0.

PORCENTAJE DE ACERO # 5.00

PROGRAMA 4:

DIAGRAMA DE FLUJO



ABACO DE FLEXOCOMPRESION BIAXIAL, COLUMNA CUADRADA
 DIMENSIONES #T/CM2 Y CM

FPC FY PHI T REC ARREGLO
 .211 2.812 .700 30.0 8.100 1 4

4 MANOJOS%1.06 P# 1.266 REC# 7.100 F# 1.046

PA PB-0 MB-0 PB-45 MB-45
 134.0 47.3 5.9 39.8 5.0

① negro Col 1

ANG.FLEX.#00.0 15. 22.5 30.0 45.0

130.	.48	.51	.55	.58	.62
120.	1.68	1.76	1.84	1.92	2.00
110.	2.82	2.85	2.88	2.91	2.94
100.	3.72	3.71	3.70	3.69	3.67
90.	4.43	4.38	4.33	4.28	4.23
80.	4.94	4.86	4.77	4.69	4.60
70.	5.33	5.21	5.09	4.97	4.85
60.	5.63	5.48	5.33	5.17	5.02
50.	5.84	5.64	5.44	5.24	5.04
40.	5.52	5.40	5.28	5.16	5.04
30.	5.00	4.88	4.77	4.66	4.55
20.	4.34	4.24	4.15	4.06	3.97
10.	3.51	3.45	3.38	3.31	3.25
0.	2.48	2.44	2.40	2.36	2.32

69

4 MANOJOS%1.07 P# 1.724 REC# 7.200 F# 1.049

PA PB-0 MB-0 PB-45 MB-45
 141.5 47.1 6.5 39.4 5.5

ANG.FLEX.#00.0 15. 22.5 30.0 45.0

140.	.19	.2	.21	.22	.24
130.	1.36	1.44	1.52	1.60	1.68
120.	2.53	2.58	2.63	2.69	2.74
110.	3.49	3.5	3.51	3.52	3.53
100.	4.28	4.24	4.20	4.17	4.13
90.	4.92	4.84	4.76	4.68	4.61

APENDICE 2

MANEJO DE TABLAS Y GRAFICOS

APENDICE 2

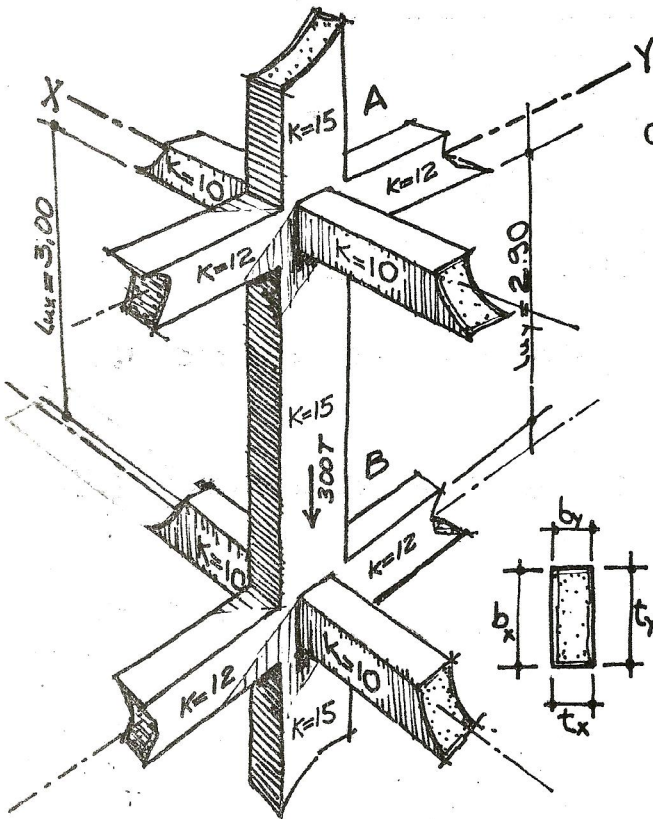
MANEJO DE TABLAS Y GRAFICAS

A2.1	Cálculo de Esbeltez de Miembros en Flexocompresión	pg. 71
A2.2	Diseño de miembros en flexocompresión biaxial por medio de ábacos y tablas complementarias (Apéndices 3, 4, 6, 7)	pg. 79
A2.3	Diseño de miembros en flexocompresión biaxial por medio de Diagramas de Interacción Biaxial y tablas complementarias (Apéndices 3, 4, 8, 11).....	pg. 87
A2.4	Variación del recubrimiento efectivo por medio de las tablas del apéndice 5.....	pg. 92
A2.5	Cálculo de Refuerzo Transversal Especial-confinamiento - por medio de las tablas del apéndice 9.....	pg. 94

A2.1 CALCULO DE ESBELTEZ DE MIEMBROS EN FLEXOCOMPRESION POR MEDIO DE LAS TABLAS Y GRAFICAS DEL APENDICE 10

Ejemplos Resueltos

Ejemplo 1



Columna AB (Marcos sujetos a lado)

Sección 60 x 50 cm $\beta_d = \frac{wv}{WE} = 0.75$

$f'c = 0.281 \text{ T/cm}^2$

1) Determinar: EI_x y EI_y de la tabla A10-7: (utilizando ecuación 10-8 ACI 318-71)

para $t_x = 40 \text{ cm}$, $EI'_x = 54 \text{ Tm}^2/\text{cm}$

para $t_y = 60 \text{ cm}$, $EI'_y = 182 \text{ Tm}^2/\text{cm}$

entonces:

$$EI_x = \frac{EI'_x b_s}{1 + \beta_d} = \frac{54 \times 60}{1 + 0.75} = 1850 \text{ Tm}^2$$

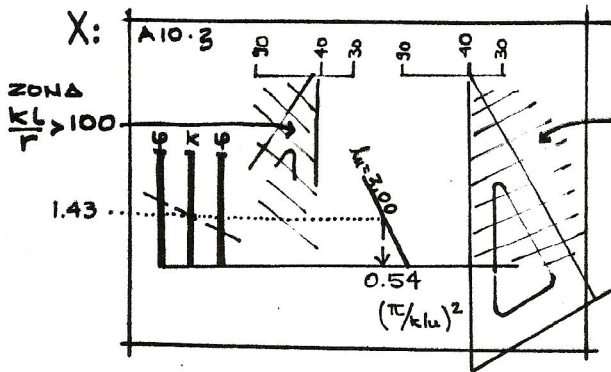
$$EI_y = \frac{EI'_y b_y}{1 + \beta_d} = \frac{182 \times 40}{1 + 0.75} = 4160 \text{ Tm}^2$$

2) Determinar P_c (Ec 10-6 ACI 318-71)
Utilizar gráfica A10-3 (marco sujeto a lado)

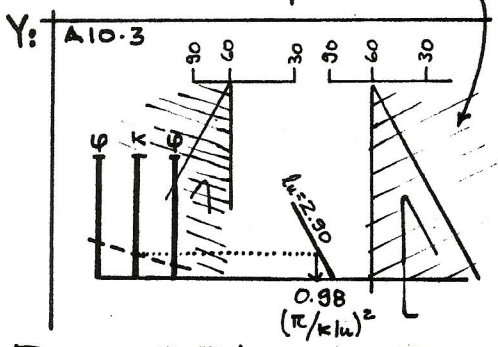
a) Determinar K_x y K_y

	Del nomograma en gráfica A10-3
$\varphi_{Ax} = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vigas_x}} = \frac{15+15}{10+10} = 1.50$	$K_x = 1.43$
$\varphi_{Bx} = \frac{15+13}{10+10} = 1.40$	
$\varphi_{Ay} = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vigas_y}} = \frac{15+15}{14+12} = 1.15$	$K_y = 1.08$
$\varphi_{By} = \frac{15+13}{14+12} = 1.08$	

b) Determinar parámetro $(\pi/K lu)^2$ en 'x' y en 'y'.



ZONA EN QUE $KL \leq 22$ (Secc. 10.11.04, 318-71)



c) Obtener P_{cx} y P_{cy} :

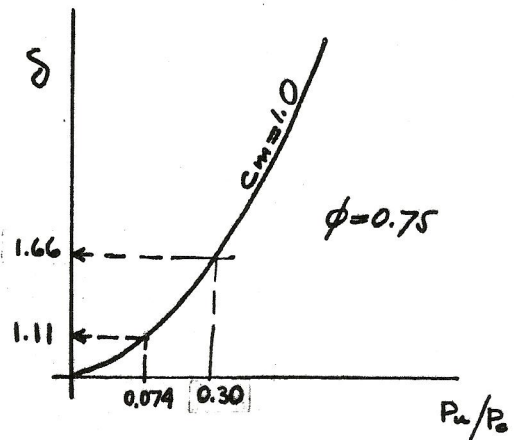
$$P_c = \left(\frac{\pi}{K lu} \right)^2 EI$$

$$P_{cx} = 0.54 * 1850 = 1000 \text{ Ton}$$

$$P_{cy} = 0.98 * 4160 = 4080 \text{ Ton}$$

3) Determinar δ (Ec 10-4 ACI 318-71)
(Utilizar Gráfica A10-1 o A10-2)

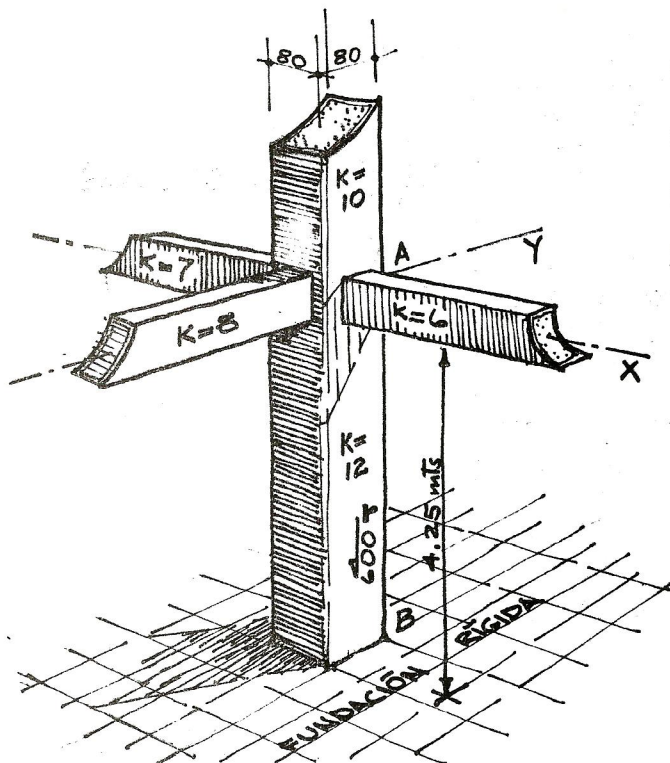
- a) MARCO SUJETO A LADEO : $C_m = 1.0$
- b) ASUMIR $\phi = 0.75$
- c) $(P_u/P_c)_x = \frac{300}{1000} = 0.30$
- d) $(P_u/P_c)_y = \frac{300}{4080} = 0.074$



$$\delta_x = 1.66$$

$$\delta_y = 1.11$$

Ejemplo 2



Columna AB: (marcos sujetos a lado)

$f'c = 0.352 \text{ Ton/cm}^2$ $\beta_d = w/wt \ 0.60$

% acero estimado: 4.0

- 1) Determinar EI_x y EI_y de Tabla A10-5

Ec.10-7 para $f'c = 0.352$ y $\% = 4.0$

$t_x = 80 \text{ cm}$

$t_y = 80 \text{ cm}$

$EI'_x = EI'_y = 692 \text{ Ton m}^2/\text{cm}$

entonces:

$EI_x = EI_y = \frac{EI' * b}{1 + \beta_d} = \frac{692 * 80}{1.60}$

$EI = 34600 \text{ Ton m}^2$

- 2) Determinar P_{cx} y P_{cy}
Utilizar Gráfica A10-3 (marco sujeto a lado)

- a) Determinar K_x y K_y

$\varphi_{Ax} = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vieAsx}} = \frac{10+12}{7+6} = 1.69$

$\varphi_{Bx} = \frac{12+0}{\infty} = 0$

Del Nomograma en gráfica A10-3

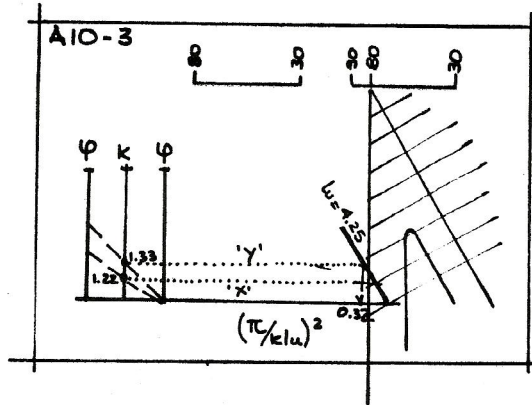
$K_x = 1.22$

$\varphi_{Ay} = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vieAsy}} = \frac{10+12}{8+0} = 2.75$

$\varphi_{By} = \frac{12+0}{\infty} = 0$

$K_y = 1.33$

b) Determinar parámetro $(\pi / K l u)^2$ en 'x' y en 'y'



$(\frac{\pi}{K l u})_x^2$: no "esbelta" : $\delta = 1$

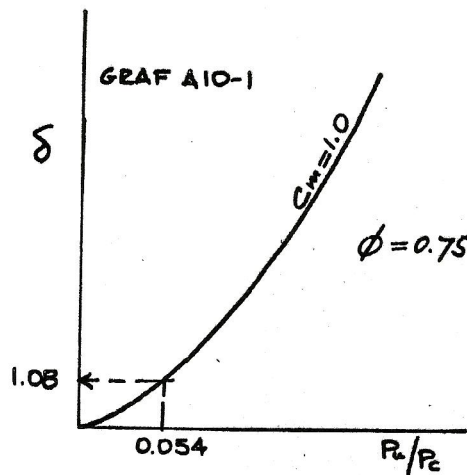
$(\frac{\pi}{K l u})_y^2 = 0.32$

c) Obtener P_{cy} :

$P_{cy} = 0.32 \times 34600 = 11,100 \text{ Ton}$

3) Determinar δ ; ($P_u = 600T$, $\phi = 0.75$, $C_m = 1.0$)

$P_u / P_c = \frac{600}{11,100} = 0.054$



$\delta_x = 1.0$

$\delta_y = 1.08$

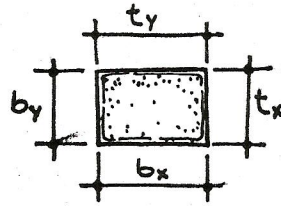
Ejemplo 3

Columna AB: (marcos arriostrados)

$f'c = 0.211 \text{ T/cm}^2 \quad \beta d = 0.50$

Estimar % acero = 3.0, arreglo 1-4

- 1) Determinar EI_x y EI_y
(Tabla A10-8)



USAR
EC. 10-7, 3:B-71

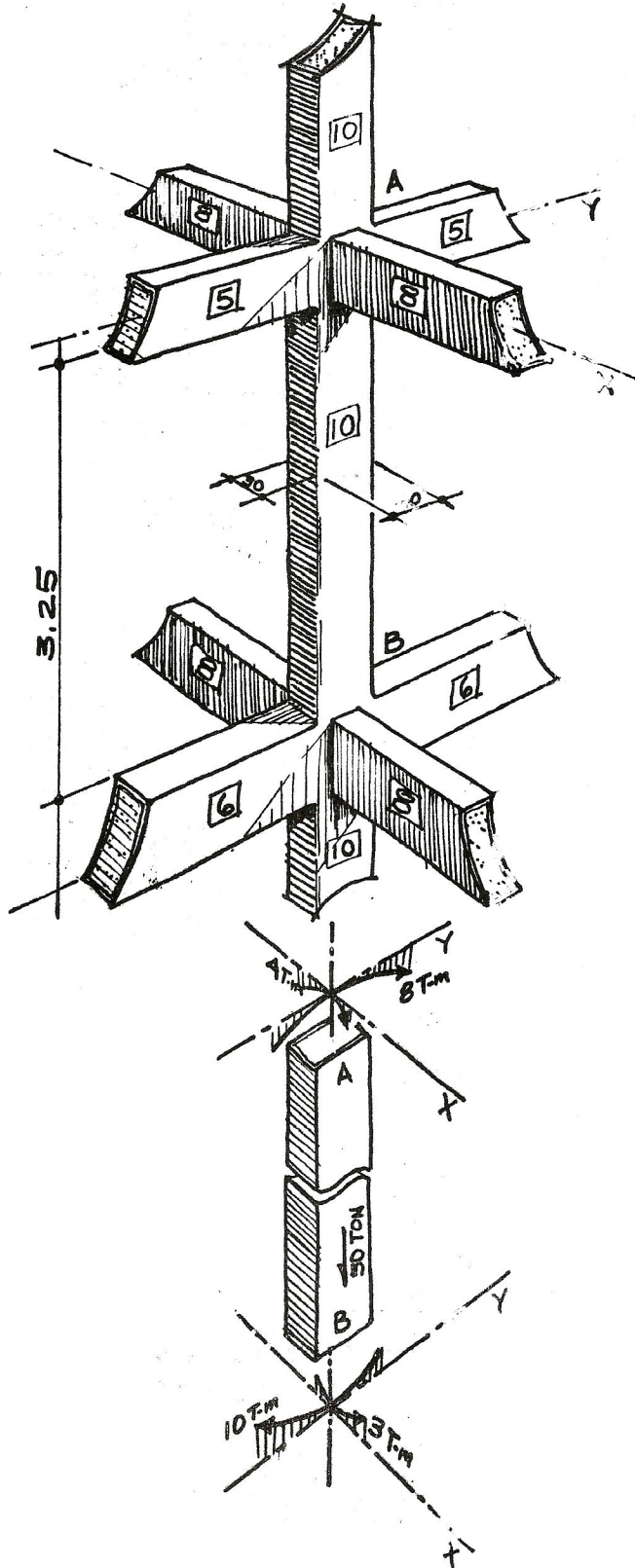
$t_x = 30 \text{ cm}; EI'_x = 18.9 \text{ T.m}^2/\text{cm}$

$t_y = 40 \text{ cm}; EI'_y = 58.6 \text{ T.m}^2/\text{cm}$

$b_x = 40 \text{ cm}; EI_x = \frac{18.9 \times 40}{1 + 0.50} = 504 \text{ T.m}^2$

$b_y = 30 \text{ cm}; EI_y = \frac{58.6 \times 30}{1 + 0.50} = 1070 \text{ T.m}^2$

- 2) Determinar P_{cx} y P_{cy}
Utilizar gráfica A10-4 (marco arriostrado)
a) Determinar K_x y K_y



$\psi_{Ax} = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vigasx}} = \frac{10+10}{8+8} = 1.25$

$k_x = 0.80$

$\psi_{Bx} = \frac{10+10}{8+8} = 1.25$

$\psi_{Ay} = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vigasy}} = \frac{10+10}{5+5} = 2.00$

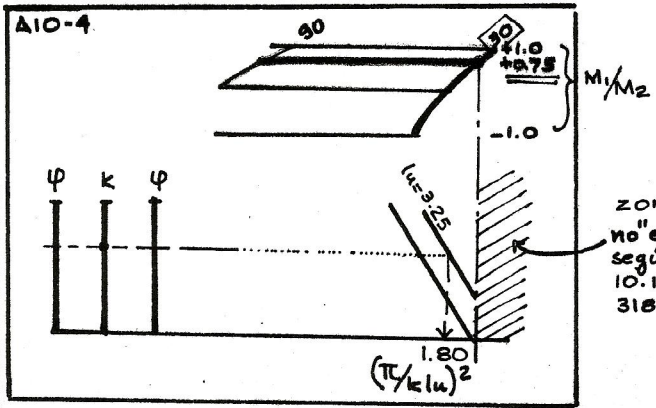
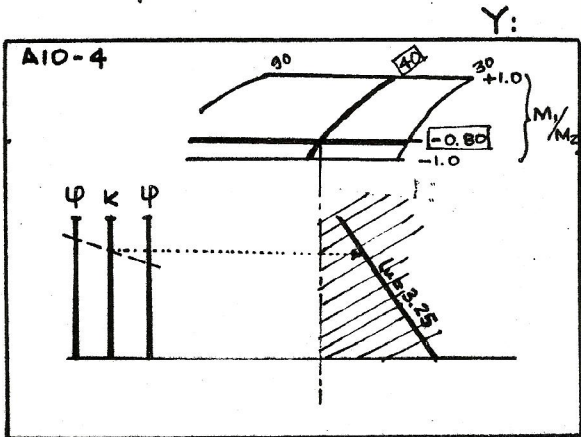
$k_y = 0.84$

$\psi_{By} = \frac{10+10}{6+6} = 1.67$

b) Determinar parámetro $(\pi / K lu)^2$ en 'x' y en 'y'

$$\left(\frac{M_1}{M_2}\right)_x = \frac{+3}{4} = +0.75$$

$$\left(\frac{M_1}{M_2}\right)_y = \frac{-8}{10} = -0.80$$



En eje X : $(\pi / klu)^2 = 1.80$

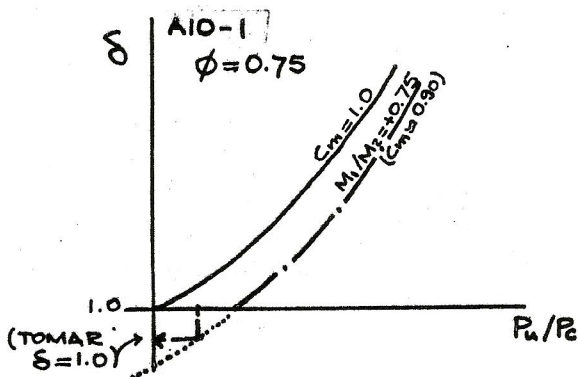
En eje y : no esbelta $\delta_y = 1.0$

c) Obtener P_{cx}

$$P_{cx} = 1.80 \times 504 = 910 \text{ Ton}$$

3) Determinar δ : ($P_u = 50T$, $\phi = 0.75$, $(M_1/M_2)_x = + 0.75$)

$$P_u / P_c = 50 / 910 = 0.055$$



$$\delta_x = 1.0$$

$\delta_y = 1.0$ (Ver inciso 2b de este Ejemplo)

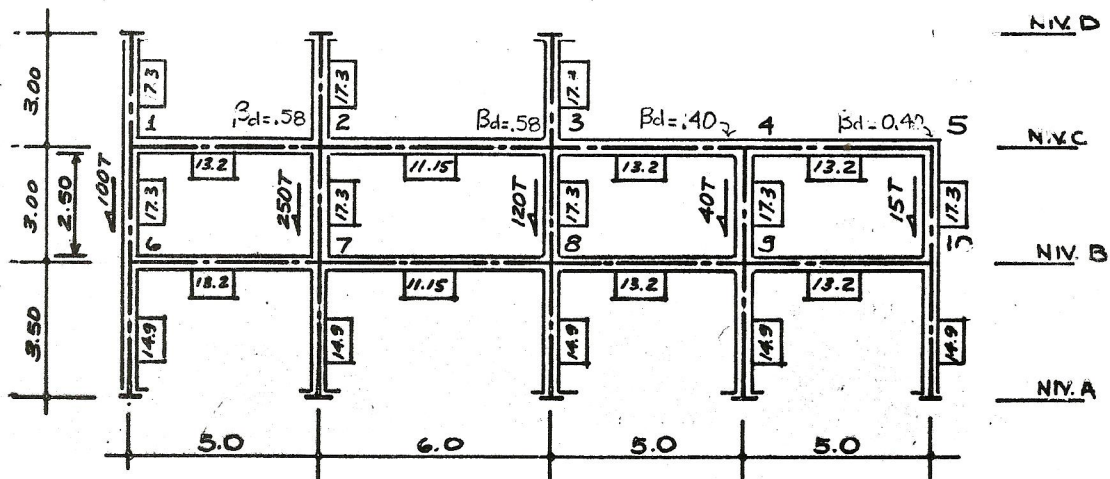
Ejemplo 4:

Se presenta un ejemplo integral de cálculo de factor de magnificación de momento δ para un determinado piso en un marco estructural de concreto reforzado sujeto a lado.

El Código ACI 318-71 requiere el cálculo de un factor δ común para todas las columnas del piso y verificar δ para cada columna asumiéndola arriostrada por los demás miembros (esto último para prevenir sobrecargas localizadas, que afecten un cierto miembro en compresión).

- 1) Datos Básicos: $f'_c = 0.281 \text{ T/cm}^2$, sección de columnas 50 x 50 cm.

MIEMBRO	$I \text{ cm}^4$ (DATO)	$L \text{ mt}$ (DATO)	RIGIDEZ RELAT. K
1-2 6-7	66×10^4	5.00	13.20
2-3 7-8	67×10^4	6.00	11.15
3-4 8-9	66×10^4	5.00	13.20
4-5 9-10	66×10^4	5.00	13.20
COLS. DC	52×10^4	3.00	17.30
COLS CB	52×10^4	3.00	17.30
COLS BA	52×10^4	3.50	14.90



2) Cálculos Preliminares

1 MIEMBRO	2 $\varphi_A = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vigas}}$	3 $\varphi_B = \frac{\sum K_{cols}}{\sum K_{vigas}}$	4 l_u (mt)	5 k	6 k_a	7 $(\frac{\pi}{k l_u})^2 \frac{1}{m^2}$	8 $(\frac{\pi}{k_a l_u})^2 \frac{1}{m^2}$
			DATO	②, ③ A10-3	②, ③ A10-4	⑤, ④ A10-3	⑥, ④ A10-4
1-6	$\varphi_2 = \frac{17.3+17.3}{13.2} = 2.62$	$\varphi_6 = \frac{17.3+14.9}{13.2} = 2.44$	2.50	1.72	0.88	0.53	—
2-7	$\varphi_2 = \frac{17.3+17.3}{13.2+11.15} = 1.42$	$\varphi_7 = \frac{17.3+14.9}{13.2+11.15} = 1.32$	2.50	1.41	0.81	0.80	—
3-8	$\varphi_3 = \frac{17.3+17.3}{11.15+13.2} = 1.42$	$\varphi_8 = \frac{17.3+14.9}{11.15+13.2} = 1.32$	2.50	1.41	0.81	0.80	—
4-9	$\varphi_4 = \frac{17.3}{13.2+13.2} = 0.65$	$\varphi_9 = \frac{17.3+14.9}{13.2+13.2} = 1.22$	2.50	1.28	0.76	0.85	—
5-10	$\varphi_5 = \frac{17.3}{13.2} = 1.31$	$\varphi_{10} = \frac{17.3+14.9}{13.2} = 2.44$	2.50	1.53	0.83	0.70	—

3) Cálculo de magnificador δ del piso

1 MIEMBRO	9 EI'	10 b	11 β	12 EI	13 $(\frac{\pi}{k l_u})^2$	14 P_c	15 P_u	16 δ (PISO) $\phi=0.75$
	DATOS Y A10-7 (EC 10-8)	DATO	DATO	⑨ x ⑩ 1.0 + ⑪	⑦	⑫ x ⑬	DATO	$\frac{\sum ⑬}{\sum ⑭}$ Y A10-1
1-6	105	50	0.58	3320	0.53	1760	100	$C_m = 1.0$
2-7	105	50	0.58	3320	0.80	2660	250	$\frac{525}{12880} = 0.0408$
3-8	105	50	0.58	3320	0.80	2660	120	δ (PISO) = 1.055
4-9	105	50	0.40	3750	0.85	2180	40	
5-10	105	50	0.40	3750	0.70	2620	15	
Σ						12880	525	

4) Verificación:

No es necesario magnificar el momento arrojado por el análisis elástico en ninguna de las columnas, considerándolas arriostradas, según se observa en las tablas de cálculo.

5) Conclusión:

Magnificar el momento de cada columna, en el plano considerado, multiplicándolo por el factor 1.055.

A2.2 DISEÑO DE MIEMBROS EN FLEXOCOMPRESION BIAxIAL POR MEDIO DE ABACOS Y TABLAS COMPLEMENTARIAS (APENDICES 3, 4, 6, 7)

En las páginas siguientes se presenta algunos ejemplos resueltos de diseño. Se hace notar que se asume que en todos ellos ya se ha tomado en cuenta las correcciones por esbeltez, en otras palabras se supone que los momentos de diseño han sido debidamente magnificados.

COLUMNAS RECTANGULARES

Ejemplos Resueltos

EJEMPLO 1

Sección = 85 x 85 cm $f'c = 0.352 \text{ Ton/cm}^2$ $f_y = 3.520 \text{ Ton/cm}^2$
 $p = 1600 \text{ Ton}$ $M_x = 140 \text{ Ton-mt}$ $M_y = 120 \text{ Ton-mt}$.

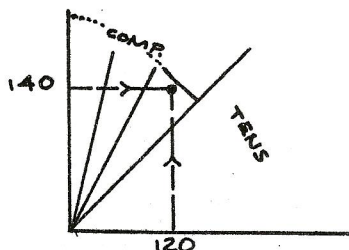
- 1) Verificar excentricidad mínima. (Ver ejemplo 2 y ss.).
- 2) Buscar en ábaco correspondiente

Porcentajes bajos: (lado derecho de la gráfica)

Investigar tipo de falla

$P < 1687$
 $P > 696$ falla en compresión

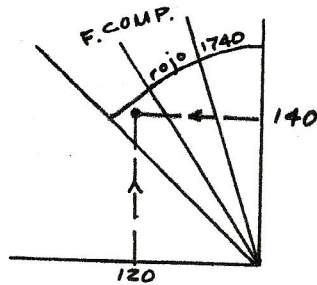
Buscar en octante de falla en compresión



negro: 900 Ton }
verde: 1100 Ton } < 1600
rojo: 1370 Ton }

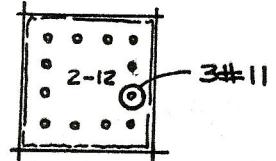
NOTA:
Localícese M mayor sobre eje a 0° del octante, de lo contrario no se encontrará el punto dentro del octante.

Investigar en % altos (lado izquierdo)



negro: 1470 } <1600
 verde: 1570 }
 rojo: 1740

Resultado:



Si se desea mayor precisión:

verde: 1570 Ton \longrightarrow $p = 4.07\%$
 rojo: 1740 Ton \longrightarrow $p = 5.02\%$ | 0.95

Interpolando:

$$\Delta = \frac{30}{170} \times 0.95 = 0.17$$

$$p = 4.07 + 0.17 = 4.24\%, \text{ en Tabla A4-4}$$

para 85 x 85 y 4.24%

usar arreglo

12(2#10+1#11) <> 4.39%

EJEMPLO 2

Sección 85 x 85 cm $f'c = 0.352 \text{ T/cm}^2$ $f_y = 3.520 \text{ T/cm}^2$

$P = 615 \text{ T}$ $M_x = 10 \text{ T-m}$ $M_y = 258 \text{ T-m}$

1) Verificar: $e(\text{mayor}) = \frac{258}{615} = 0.42 \text{ mt} > 0.05T = 0.0425 \text{ mts} < .42 \text{ mt.}$
Bien

NOTA: $e(\text{menor}) = \frac{10}{615} < 0.0425 \text{ mts}$

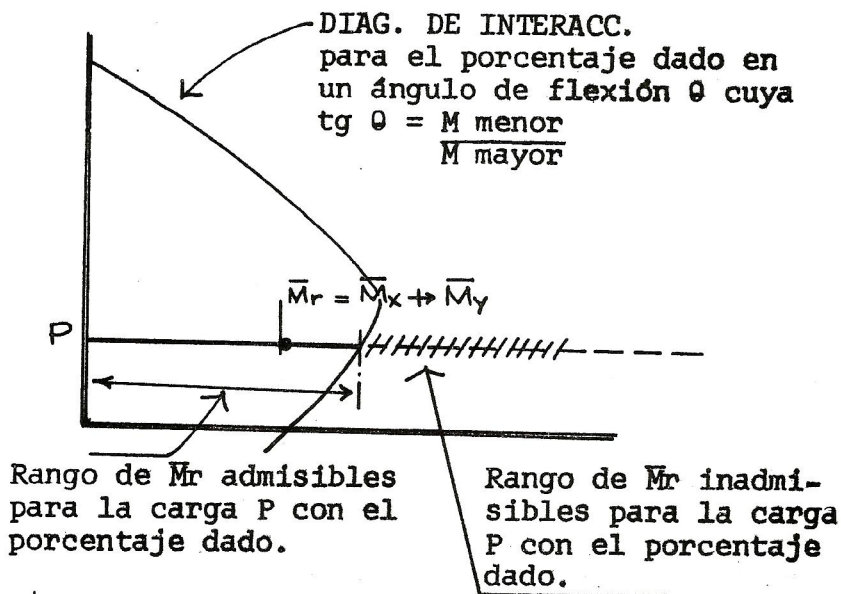
Sin embargo el Código ACI 318-71 permite que emin se considere únicamente sobre uno de los ejes y no necesariamente sobre ambos simultáneamente.

2) Cargas de diseño: $P = 615 \text{ T}$ $M_x = 10 \text{ T-m}$ $M_y = 258 \text{ T-m.}$

- 3) a) Buscar en porcentajes bajos (lado derecho de gráfica).
- b) $P = 646 \text{ Pb (negro)}$ = menor de los 3 Pb de la gráfica derecha.
Diseñar: Octante de Falla en Tensión.
- c) En este caso tanto las curvas verdes como negras quedan descartadas por estar el punto (240, 10 T-m) más alejado del centro de la gráfica que las curvas extremas negras y verdes.
- d) El porcentaje rojo satisfará las solicitaciones de carga ya que la curva de 615 Ton es envolvente del punto (240, 10 Ton-mt) y puede armarse la sección con un arreglo de 12 haces de 2#9+1#8.

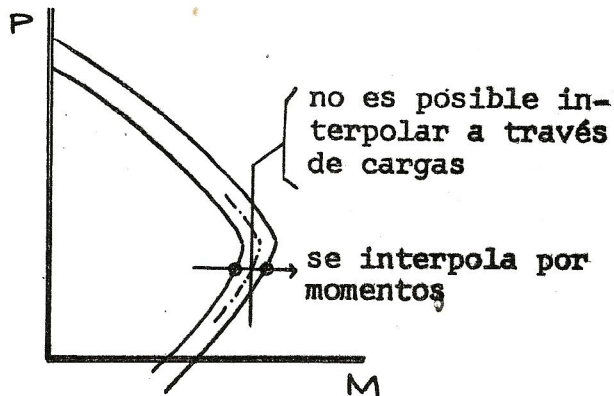
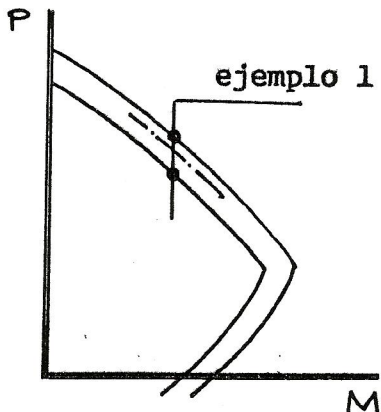
NOTA:

Un porcentaje dado satisface las solicitaciones de carga P , M_x , M_y cuando la línea de contorno correspondiente a P para ese porcentaje envuelve al punto (M_x, M_y) por la siguiente razón:



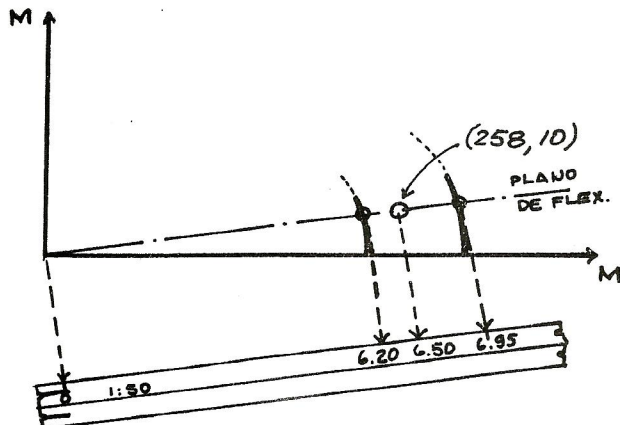
Si se desea mayor precisión:

En el ejemplo 1 la interpolación para hallar el porcentaje necesario se hizo a través de cargas. Como puede observarse en el esquema adjunto en este caso debe interpolarse a través de los momentos.



Interpolación a través de momentos.

En general las gráficas sólo tienen escala gráfica y no métrica. Sin embargo puede colocarse una escala métrica cualquiera como se indica en el esquema y llevar a cabo la interpolación. (Para resolver este ejemplo se utilizó una escala 1:50).



	rojo	solicitado	verde
p	2.98	X	1.67
escala cualquiera de momentos	6.95	6.50	6.20

$$X = 1.67 + \Delta$$

$$\Delta = 0.30 * 1.31 = 0.53$$

$$\frac{0.75}{0.75}$$

$$X = 2.20\%$$

En el párrafo anterior se ha expuesto cómo puede hacerse una interpolación a través de momentos.

Debe hacerse aún una anotación complementaria tanto si se interpola a través de momentos como de cargas.

Como puede observarse en el recuadro de armados de la gráfica en estudio (lado derecho) el armado ploteado en verde es tipo 1-4 y el ploteado en rojo es tipo 2-12.

Por otra parte se observa que el incremento de momentos entre los 3 armados (especialmente sobre el eje de 0°) es aproximadamente constante a pesar de que el incremento de porcentajes de negro a verde (ambos 1-4) es 0.60% y el de verde a rojo es de 1.31%. Ello confirma lo expuesto en el Capítulo 5, Sección 2 en lo referente a que el armado distribuido es menos eficaz que aquél concentrado en las esquinas de la sección.

Por lo tanto, debe tenerse cuidado al interpolar porcentajes de acero entre 2 arreglos distintos. Se da las siguientes recomendaciones para interpolar entre 2 arreglos diferentes:

- 1) Interpolar directamente y distribuir el porcentaje hallado en un arreglo 1-4.
- 2) Considerar la alternativa, menos conservadora, de disminuir en 0.5% el porcentaje del arreglo 2-12, interpolar, y distribuir el porcentaje de acero hallado en el arreglo 1-4.

- 3) Si no es posible distribuir el porcentaje hallado en arreglo 1-4 aumentar en 1.0% el porcentaje 1-4 tabulado, interpolar y distribuir el porcentaje de acero hallado en arreglo 2-12, recurso que se utilizará para concluir este ejemplo de diseño.

	verde	solicitado	rojo
arreglo	1-4	2-12	2-12
P	1.67	_____	2.98
P' (MODIFIC)	2.67	X	2.98
escala cualquiera de momentos	6.20	6.50	6.95

$$X = 2.67 + \Delta$$

$$\Delta = \frac{0.30}{0.75} * 0.31 = 0.124$$

$$X = 2.67 + 0.13 = 2.80\% \text{ (compárese con el 2.20\% hallado anteriormente)}$$

En tabla A4-4

usar 12 haces de 2#8+1#9 <> 2.75%

EJEMPLO 3

Sección 45 x 45 $f'c=0.211T/cm^2$ $f_y=2.810 T/cm^2$

$$P = 340 \text{ Ton}$$

$$M_x = 6 \text{ T-m}$$

$$M_y = 4 \text{ T-m}$$

- 1) Verificación de e min.

$$e_{\text{may}} = \frac{6}{330} = 0.0182 < 0.025 = e_{\text{min.}}$$

$$\text{usar } M_{\text{may}} = 0.025 \times 340 = 8.25 \text{ T-m.}$$

- 2) Cargas de diseño:

$$P = 330 \text{ Ton}$$

$$M_x = 8.25 \text{ T-m}$$

$$M_y = 4 \text{ T-m.}$$

- 3) Buscar en % menores:

$$P > P_b \Rightarrow \text{Zona de falla en compresión}$$

$$(8.25, 4) \left| \begin{array}{l} \text{negro: } 245 \text{ T} \\ \text{verde: } 283 \text{ T} \\ \text{rojo: } 320 \text{ T} \end{array} \right| < 330 \text{ Ton}$$

4) Buscar en % mayores:

(8.25, 4) : negro: 348 Ton > 330 Ton

5) Usar arreglo 1-4: 4 haces de 3#9

Si se desea mayor precisión:

	rojo (der)	negro (izq)	solicitado
arreglo	1-4	1-4	1-4
p %	3.00	3.82	X
P Ton	320	348	330

$$p = 3.00 + \Delta \quad \Delta = \frac{10}{28} \times 0.82 = 0.294$$

$$p = 3.00 + 0.30 = 3.30\%$$

En tabla A4-1

Arreglo 1-4 4 haces de (2#9+1#8) 3.56%

EJEMPLO 4

Sección 45 x 45 cm $f'c = 0.211 \text{ T/cm}^2$ $f_y = 2.810 \text{ Ton/cm}^2$

$P = 30 \text{ T}$ $M_x = 15 \text{ T-m}$ $M_y = 10 \text{ T-m}$

1) $e_{\text{may}} = \frac{15}{30} = 0.5 > 0.025 = e_{\text{min}}$.

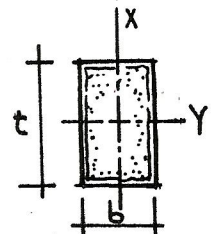
2) $30 \text{ Ton} < 44 \text{ Ton} = P_{\text{min}}$.

Debe diseñarse como miembro en flexión.

DE ABACOS EN FLEXIÓN PURA (ÚLTIMOS 6 GRAF. DEL APÉNDICE 7);
 BUSCAR EN EL 1º DE ELLOS (45x45cm, 0.211, 2.810, $\phi = 0.70$);
 1) MODIFICAR ϕ
 $44 \rightarrow 0.70$
 $30 \rightarrow X$
 $0 \rightarrow 0.90$ } $X = 0.70 + 0.2 \times \frac{14}{44} = 0.76$
 2) $M'_x = 15 \times 0.7 / 0.76 = 13.8 \text{ T.m}$
 $M'_y = 10 \times 0.7 / 0.76 = 9.2 \text{ T.m}$
 3) EN ABACO: USAR 4(3#8) <> 3.00%

EJEMPLO 5

Sección de 60 x 40 cm $f'c = 0.211 \text{ T/cm}^2$ $f_y = 2.810 \text{ T/cm}^2$
 $P = 220 \text{ Ton}$ $M_x = 20 \text{ T-mt}$ $M_y = 15 \text{ T-mt}$



1) Transformación de columna (1er tanteo): de Tabla A6-1 y de tabla A6-2 ($f'c = 0.211$ $f_y = 2.810$), Columna 60 x 40 cm :

Asumir un porcentaje de refuerzo: (3%)

arreglo 1-4 $\rho = 1.72$ } 1er tanteo:
 arreglo 2-12 $\rho = 1.65$ } $\rho = 1.70$

$M'_y = 1.70 \times 15 = 25.5 \text{ Ton-mt}$.

como $t/b = 60/40 = 1.5$

$M''_y = 25.5 \times 1.5 = 38.2 \text{ Ton-mt}$.

$M^m_x = 20 \times 1.5 = 30 \text{ Ton-mt}$
 $P^m = 200 \times 1.5 = 330 \text{ Ton-mt}$

2) Diseñar con sección $t \times t$

$60 \times 60 \text{ cm}$ $f'_c = 0.211$ $f_y = 2.810$
 $P = 330 \text{ T}$, $M_y = 38.2 \text{ T-m}$, $M_x = 30 \text{ T-mt}$

3) En % menores (lado derecho):

	P Ton	p %	arreglo
para (38.2, 30) verde:	305 Ton	2.00	1-4
rojo:	365 Ton	2.53	1-4
solicitado:	330 Ton	X	1-4

$X = 2.00 + \frac{25}{60} * 0.53 = 2.22\% \text{ arreglo 1-4}$

2° Tanteo:

Tabla A6.1

arreglo 1-4 $p = 2.2\% \rightarrow \rho = 1.63$
 $M'_y = 1.63 * 15 = 24.2 \text{ Ton-mt}$
 $M''_y = 24.2 * \left(\frac{t}{b}\right) = 36.3 \text{ Ton-mt}$

Buscando en el ábaco indicado para $P = 330, M = (36.3, 30)$

	P Ton	p %
verde	320	2.00
rojo	380	2.53
solicitado	330	X

$X = 2.00 + \frac{10}{60} * 0.53 = 2.09\% \text{ arreglo 1-4}$

As $(40 \times 60) = \frac{2.09}{100} * 40 \times 60 = 50 \text{ cm}^2 \text{ en arreglo 1-4}$

Tabla A4.1 As = $50 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4(2\#7+1\#8) <> 51.3 \text{ cm}^2$

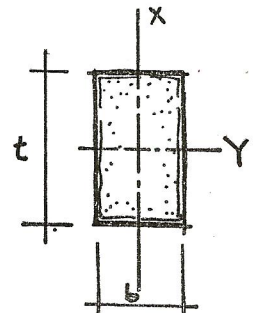
EJEMPLO 6

Col $60 \times 30 \text{ cm}$ 0.211 Ton/cm^2 2.810 Ton/cm^2
 $P = 180 \text{ T}$ $M_x = 20 \text{ T-m}$ $M_y = 10 \text{ T-m}$

1) $e_x = \frac{20}{180} = 0.111 > 0.05T = 0.03 \text{ mts.} = e \text{ min.}$

2) Transformación a equivalente cuadrada (1er tanteo)

Tabla A6-1 y A6-2
 Asumir % refuerzo = 3%



$$30 \times 60 \left\{ \begin{array}{l} \text{arreglo 1-4} \rightarrow \rho = 2.89 \rightarrow 2.90 \\ \text{arreglo 2-12} \rightarrow \rho = 2.47 \rightarrow 2.50 \end{array} \right\} 2.70$$

$$M^1_y = 2.70 \times 10 = 27 \text{ T-m.}$$

$$t/b = 2$$

$$M^2_y = 2 \times 27 = 54 \text{ T-m.}$$

$$M^2_x = 2 \times 20 = 40 \text{ T-m.}$$

$$P^2 = 2 \times 180 = 360 \text{ Ton}$$

3) Con las cargas anteriores entrar a ábaco

60 x 60 0.211 2.810
 lado izquierdo de gráfica (% mayores) 360 > 287 = Pb
 buscar en octante de falla en compresión

M (54,40) negro: 300 Ton 2-12 → 4.27 %
 verde: 400 Ton 2-12 → 5.07 %
 solicitado: 360 Ton

$$p = 4.27 + \frac{60}{100} \times 0.80 = 4.27 + 0.48 = 4.75\% \text{ arreglo 2-12}$$

4) 2º tanteo de transformación.

Tabla A6-2 { 60 x 30
 Arreglo 2-12 y p = 4.75% → ρ = 2.59

$$M^1_y = 2.59 \times 10 \text{ T-m} = 25.9 \text{ T-m.}$$

$$M^2_y = 2 \times 25.9 = 51.8 \text{ Ton-mt.}$$

4) Volver al ábaco mencionado con

$$P = 360 \text{ T} \quad M_x = 40 \quad M_y = 51.8 \text{ T-m.}$$

$$\text{negro: } 335 \text{ Ton} \quad 2-12 \quad 4.27\%$$

$$\text{verde: } 420 \text{ Ton} \quad 2-12 \quad 5.07\%$$

$$\text{solicitado: } 360 \text{ Ton} \quad 2-12 \quad X$$

$$X = 4.27 + \frac{25}{60} \times 0.80 = 4.27 + 0.33 = 4.60\%$$

$$5) \quad (1 \times 60) = \frac{4.60 \times 30 \times 60}{100} = 82.7 \text{ cm}^2 \text{ en arreglo 2-12}$$

En tabla A4.3 : arreglo 2-12, 82.7 cm²
 usar 12 haces de (2#6+1#5) <> 92.16 cm²

A2.3

DISEÑO DE MIEMBROS EN FLEXOCOMPRESION BIAIXIAL
POR MEDIO DE DIAGRAMAS DE INTERACCION BIAIXIAL
Y TABLAS COMPLEMENTARIAS

Ejemplos Resueltos

Ejemplo 1:

Sección 50 x 50 cm, $f'c = 0.211 \text{ T/cm}^2$, $f_y = 2.810 \text{ T/cm}^2$, arreglo 4-12

$P = 250 \text{ Ton}$ $M_x = 20 \text{ T-m}$ $M_y = 10 \text{ T-m}$

1) $e_{\text{may}} = \frac{20}{250} = 0.08 \text{ mt} > 0.05 \text{ T} = 0.025 \text{ mt} = e_{\text{min.}}$

$\text{tg } \theta = \frac{M_{\text{men}}}{M_{\text{may}}} = \frac{10}{20} = 0.5$

2) 1er Tanteo.

Determinar G para $R = 0$ en gráfica A11-1 \therefore

$G = 1.12$ $M_r = M_{\text{may}} * G = 20 * 1.12 = 22.4 \text{ T-m}$

Buscar en Diagrama de Interacción Biaxial 50 x 50, 0.211, 2.810
el punto $P = 250 \text{ T}$ $M_r = 22.4 \text{ T-m}$

Resultado: $p = 1.2\%$, $R = 0.045$, adoptar: $R = 0.05$

3) 2º Tanteo.

Determinar G para $R = 0.05$ en gráfica A11-1 \therefore

$G = 1.17$ $M_r = M_{\text{may}} * G = 20 * 1.17 = 23.4 \text{ T-m}$

Buscar en Diagrama de Interacción Biaxial para $(M_r, P) = (23.4, 250)$

Resultado: $p = 1.5\%$; $R = 0.05$

4) En Tabla A4-3:

para col. 50 x 50 y $p = 1.5\%$ 12#7 distribuidos en arreglo 4-12

Si se desea mayor precisión:

5) En tabla A3-3 para haces de 1#7 y zuncho #5:

rec. efectivo = 6.5 cm.

En gráfica complementaria de valores de F:

para 1.5% y rec. = 6.5 $\rightarrow F = 1.02$

Entonces: corrección de momento: $\frac{23.4}{1.02} = 22.9 \text{ T-mt}$

Para $P = 2.50$ y $M_r = 22.9$ $p = 1.4\%$

Según tabla A4-3
colocar 12#7 (en
arreglo 4-12)

Nota: Puede observarse que el hecho de añadir el uso del factor F no influye gran cosa en el armado a menos que se trate de secciones pequeñas donde la variación de F es más significativa o de secciones grandes donde variaciones de fracciones de porcentaje de refuerzo implican una variación mayor en el área de acero.

De todas maneras, el no considerar el factor F resulta en un diseño ligeramente más conservador ya que se calculó la superficie de interacción con un recubrimiento efectivo correspondiente a un armado del orden del 6%.

Ejemplo 2:

Sección 50 x 50 cm, $f'c = 0.211$, $f_y = 2.810$, arreglo 4-12
 $P = 175$ Ton $M_x = 25$ T-m $M_y = 25$ T-m.

1) $e_{\text{may}} = \frac{25}{I_{75}} = 0.143 > 0.05$ T = e min.

$$\text{tg } \theta = \frac{M_{\text{may}}}{M_{\text{men}}} = \frac{25}{25} = 1.0$$

2) 1er Tanteo.

En gráfica All-1

Determinar G para $\text{tg } \theta = 1$, $R = 0$

$$\therefore G = 1.414$$

$$M_r = M_{\text{may}} * G = 25 * 1.414 = 35.4 \text{ T-m}$$

Buscar en Diag. Interacción Biaxial para $(M_r, P) = (35.4, 175)$

Resultado: $p = 2.9\%$; $R = 0.125$ adoptar $R = 0.13$

3) 2º Tanteo.

En gráfica All-1 determinar G para $\text{tg } \theta = 1$, $R = 0.13$

$$\therefore G = 1.63$$

$$M_r = M_{\text{may}} * G = 25 * 1.64 = 40.8 \text{ T-mt.}$$

Buscar en Diag. de Interacción Biaxial $(M_r, P) = (40.8, 175)$

$$p = 4.0\%; \quad G = 0.13$$

4) En tabla A4-3:

para 50 x 50 y $p = 4.0\%$: 12 haces de 3#6 en arreglo 4-12 4.10%.

Si se desea mayor precisión:

5) En tabla A3-3, para haces de 3#6 y zuncho #5: rec. efectivo = 6.9; asumiendo que el armado descenderá al inmediato inferior de la tabla A4-3;

tomar rec. efectivo = 7.0 cm. (ver tabla A3-3).

En la gráfica complementaria de valores de F para
 rec. = 7.0 cm F = 1.029
 $M_r' = 40.8 = 39.8 \text{ T-m}$
 $\frac{1.027}{}$
 Para (Mr, P) = (39.8, 175) p = 3.85%
 En tabla A4-3 para 50 x 50 y p = 3.85%
 Tomar 12#10 en arreglo 4-12 3.92%

Ejemplo 3:

Sección 50 x 50 cm, $f'c = 0.211 \text{ T/cm}^2$, $f_y = 2.810 \text{ T/cm}^2$, arreglo 4-12
 P = 25 Ton $M_x = 20 \text{ T-m}$ $M_y = 25 \text{ T-mt.}$

- 1) P = 25 < 68 = P min.
 Debe diseñarse como miembro en flexión (P = 0) el factor de reducción de capacidad ϕ puede incrementarse. En la gráfica complementaria de la esquina inferior izquierda se indica que puede aumentarse a 0.83 (para 25 Ton).

Corrección de cargas para diseño con gráficas
 $P = 0, M'_x = 20 * \frac{0.75}{0.83}$ $M'_y = 25 * \frac{0.75}{0.83}$
 $M'_x = 18.1 \text{ T-m}$ $M'_y = 22.6 \text{ T-m}$

- 2) $\text{tg } \theta = \frac{20}{25} = \frac{18.1}{22.6} = 0.8$
 En gráfica All-1 para $\text{tg } \theta = 0.8$ y R = 0
 G = 1.28
 $M_r = 1.28 * M \text{ may} = 1.28 * 22.6 = 29 \text{ Ton-mt.}$
 En Diag. de Interacción Biaxial para (M, P) = (29,0), p = 4.2%

Al examinar la trayectoria de las curvas R en el diagrama de interacción biaxial puede observarse que para arreglos tipo 4-12 puede asumirse sin mucho error y conservadoramente que el valor de desviación R puede asumirse de igual valor que el porcentaje. (Para otro tipo de arreglos ver el ejemplo siguiente).

Asumir R = p = 0.042 Tomar R = 0.045

- 3) Determinar G para $\text{Tg } \theta = 0.8$ R = 0.045 en gráfica All.1
 En Diag. de Interacción Biaxial para (M, P) = (30,0) p = 0.043
 en tabla A4-3: para 50 x 50 y p = 0.043 12 haces de 2#7+1#6 4.59%.

Si se desea mayor precisión:

- a) Considerar que el código no requiere zunchar bajo estas condiciones (P < 0.4 Pb) por lo tanto el armado transversal puede reducirse a #4 o #3.

- b) Se supone que el armado bajará al % inmediato inferior de la tabla A4-3, en este caso: 12 (3#6).
- c) Entonces asumir 12(3#6) y estribos #4.
de la tabla A3-3: rec. efectivo = 6.6 cm.
de la gráfica complementaria de valores de F para 4% y rec. = 6.6cm
 $F = 1.038$
 $M_r' = \frac{30}{1.038} = 29 \text{ T-m}$
Para (M, P) = (29, 0): $p = 4.10\%$
entonces sí puede utilizarse 12 haces de 3#6, arreglo 4-12.

Ejemplo 4:

Sección 30 x 30 cm, $f'c = 2.11 \text{ T/cm}^2$, $f_y = 2.320 \text{ T/cm}^2$, arreglo 1-4
 $P = 10 \text{ Ton}$ $M_x = 4.5 \text{ T-m}$ $M_y = 3.0 \text{ T-mt}$

- 1) $P = 10 < 20 = P \text{ min.}$
Diseñar como miembro en flexión
 \emptyset puede aumentarse, según la gráfica complementaria de la esquina inf. izq. a 0.80
Corrección de cargas para diseñar con gráficos.
 $P = 0$; $M_x = 4.5 \times \frac{0.7}{0.8}$ $M_y = 3 \times \frac{0.7}{0.8}$
 $M_x = 3.94 \text{ T-m}$ $M_y = 2.62 \text{ T-m}$
- 2) $\text{tg } \theta = \frac{3.0}{4.5} = \frac{2.6-2}{2.9-4} = 0.67$
En gráfica All-1 para $\text{tg } \theta = 0.67$ y $R = 0$:
 $G = 1.21$
 $M_r = M \text{ may} \times G = 2.94 \times 1.21 = 35.5 \text{ T-m}$
En Diag. de Interacción Biaxial para (M, P) = (35.5, 0):
 $p = 2.5\%$

Siguiendo un razonamiento similar al expuesto en el ejemplo anterior, para arreglos 1-4 y 2-12 puede asumirse que R tiene un valor numérico igual a $3 \cdot p$.

Asumir $R = 3 \cdot p = 0.025 \times 3 = 0.075$,

- 3) Determinar G para $\text{tg } \theta = 0.67$ y tomar $R = 0.08$ en gráfica All-1:
 $G = 1.29$
 $M_r = M \text{ may} \times G = 2.94 \times 1.29 = 3.8 \text{ T-m}$
Para (P, M) = (3.8, 0) : $p = 2.65\%$
Verificar R: $R = 0.0265 \times 3 = 0.08$ bien.

- 4) En tabla A4-1 para 2.65% y col. 30 x 30 cm:
usar arreglo 1-4: 4 haces de 3#5 2.64%

OPCIONAL

- 5) Investigar si se puede utilizar 4 haces de 2#6 (2.53%)
a) en tabla A3-1, para 2#6 y estribo #4 rec. efectivo = 6.8 cm.
b) de gráfica complementaria de valores de F
para rec. = 6.8, y $p = 2.6\%$, $F = 1.08$
 $M_r' = 3.8 = 3.5 T-m$
 $\frac{1.07}{}$
c) para (3.5, 0) $p = 2.5\%$ sí se puede utilizar 4(2#6).

A2.4 VARIACION DEL RECUBRIMIENTO EFECTIVO POR MEDIO DE
LAS TABLAS DEL APENDICE 5

Las tablas del apéndice 5 permiten tomar en consideración cambios en el recubrimiento efectivo del acero de refuerzo mediante el factor F de Pannell.

Las tabulaciones que se ha presentado corresponden a las secciones contenidas en los ábacos del Apéndice 7. En general no es necesario utilizarlas al trabajar con los ábacos porque en el cálculo de éstos el factor F ya ha sido tomado en cuenta.

Para una misma resistencia de acero, al aumentar la resistencia del concreto el valor de F disminuye. Sin embargo se consideró que se puede asumir el mismo valor para concreto de 211 y 281 Kg/cm², por ejemplo, cuando están reforzados con la misma clase de acero, calculando F para 211 Kg/cm², sin ser demasiado liberal.

Ejemplo:

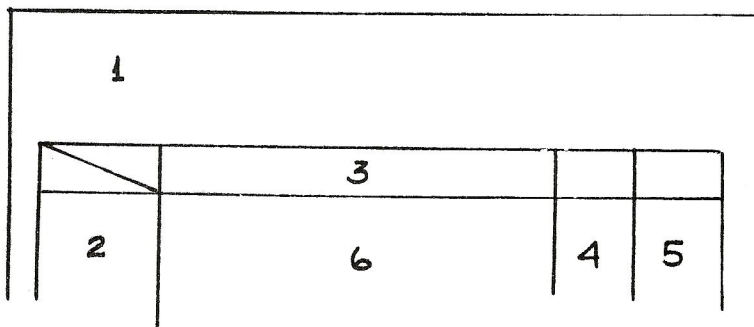
Se desea saber si para la sección y cargas del Ejemplo 3, Sección A2.1 es posible variar el recubrimiento especificado de 3.8 cm a 5 cm. ($f'c = 0.211 \text{ T/cm}^2$, $f_y = 2.810 \text{ T/cm}^2$; sección 45 x 45 cm, $P = 330 \text{ T}$, $M_x = 8.25 \text{ T-m}$, $M_y = 4 \text{ T-m}$).

Se supondrá que la columna está reforzada con 4 haces de 3#9 (como se obtuvo en el ejemplo mencionado).

- 1) En el recuadro de armados del ábaco correspondiente se lee que el valor de F de ese armado respecto a la superficie de interacción base es de 1.027 con un recubrimiento efectivo de 8.7 cm. Del mismo recuadro se obtiene: arreglo: 1-4, $\% = 3.82$.
- 2) El nuevo recubrimiento efectivo será:
$$8.7 - 3.8 + 5.0 = 9.9 \text{ cm.}$$
- 3) En la tabla A5.1: ($f'c = 0.211$, $f_y = 2.810 \text{ T/cm}^2$, arreglo 1-4) para sección 45 x 45, 4% de refuerzo, y recubrimiento efectivo de 10cm:
 $F = 0.939$.
- 4) Transformar a momentos equivalentes
$$M'_x = 8.25 * (1.027/0.939) = 9.02 \text{ T-m}$$
$$M'_y = 4.0 * (1.027/0.939) = 4.37$$
- 5) Verificar en el ábaco si la curva para 330 Tbn (ábaco negro, izq.) es envolvente del punto $M (9.02, 4.37) \text{ T-m}$. Si lo es puede variarse el recubrimiento.

A2.5 CALCULO DE REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL-CONFINAMIENTO-
POR MEDIO DE LAS TABLAS DEL APENDICE 9

Descripción de las Tablas:



- 1: Parámetros básicos de diseño.
- 2: Dimensión menor de la sección (cm).
- 3: Dimensión mayor de la sección (cm).
- 4: a max: indica si el valor de p_s está regido por la ecuación IV o IV' (Capítulo VI, página 44).
- 5: Indica el valor de h'' que se empleó en el cálculo del paso del zuncho. Debe prestársele especial atención en el confinamiento de columnas no cuadradas.
- 6: Valores de paso (cm).

Ejemplo 1:

Se tiene una columna de:

Sección 50 x 50 cm; $f'c = 0.281 \text{ T/cm}^2$; f_y (zuncho) = 2.810 T/cm^2 ;

arreglo de acero: cuadrado; $P = 380 \text{ Ton}$; $P_b = 220 \text{ Ton}$.

1) Verificar que $P > 0.4 P_b$

$380 > 0.4 * 220$: debe confinarse.

2) Diseñar con tablas A9-7 a A9-9.

a) Tabla A9-7; (zuncho #4)

Indica que no puede utilizarse zuncho #4.

b) Tabla A9-8; (zuncho #5)

Indica que para sección 50 x 50 debe utilizarse:

Zuncho #5 con un paso $a = 5.3$ cm.

c) Tabla A9-9; (zuncho #6)

Indica que para sección de 50 x 50 debe utilizarse:

Zuncho #6 con un paso $a = 7.6$ cm.

3) Verificar h'' (ver ejemplo 2).

4) Los zunchos deben colocarse

a) en cada extremo de la columna de acuerdo a la sección A-6 del Código ACI 318-71; verificar conforme a la sección A6.5.

b) verificar los nudos en cada extremo de la columna de acuerdo a la sección A-7 del código ACI 318-71.

Ejemplo 2:

Sección 70 * 35 cm; $f'c = 0.281$ T/cm²; f_y (zuncho) = 3.520 T/cm².

1) Verificar: $P > 0.4 P_b$.

2) Diseñar con tablas A9-10 a A9-12

a) Tabla A9-10

Zuncho #4: paso $a = 6.1$ cm.

b) Tabla A9-11

Zuncho #5: paso $a = 9.5$ cm.

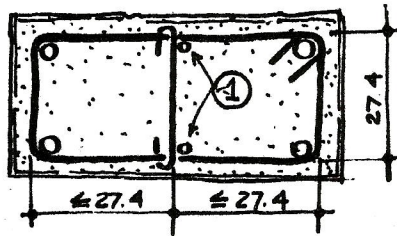
c) Tabla A9-12:

Zuncho #6: paso $a = 10$ cm.

3) Verificar h'' :

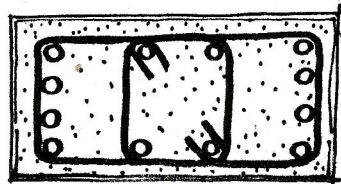
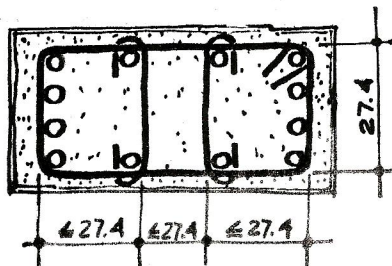
La columna H'' de las tablas mencionadas indica que para sección de 75×35 cm, $h'' = 27.4$ cm.

CASO I (Distribución de Acero: Arreglo Tipo 1-4)



1): varillas auxiliares para llenar requisitos sección A6.4.3, ACI 318-71

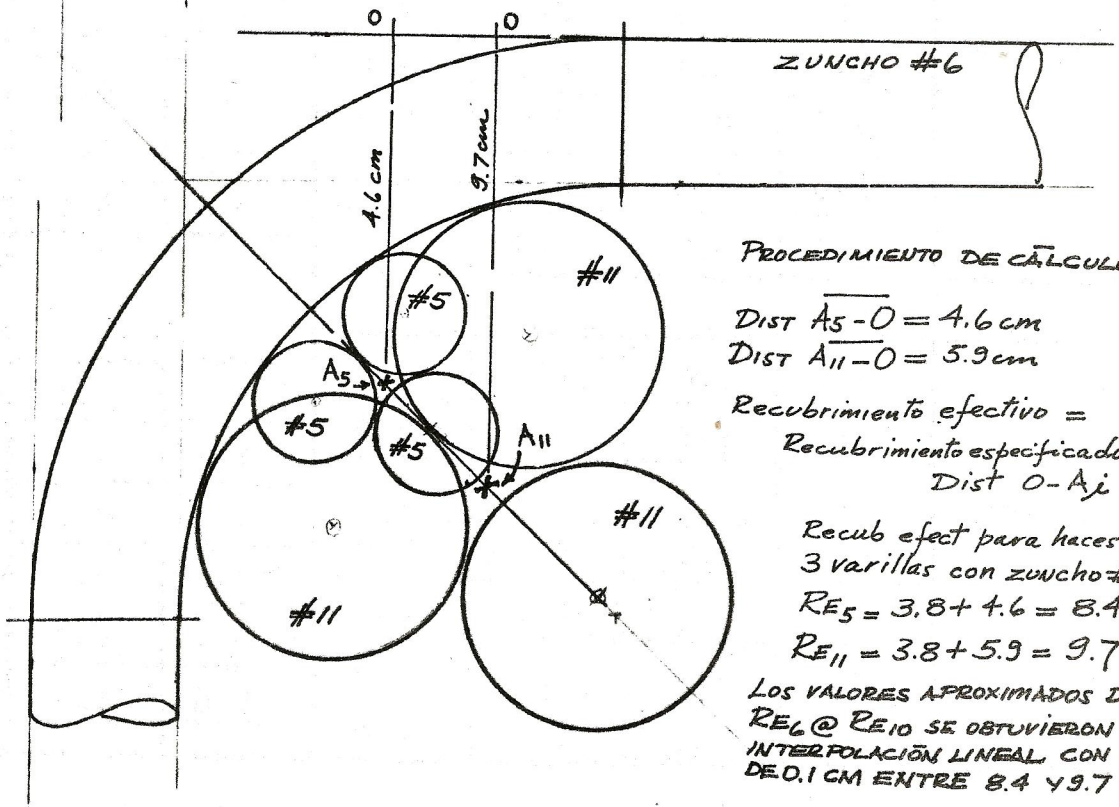
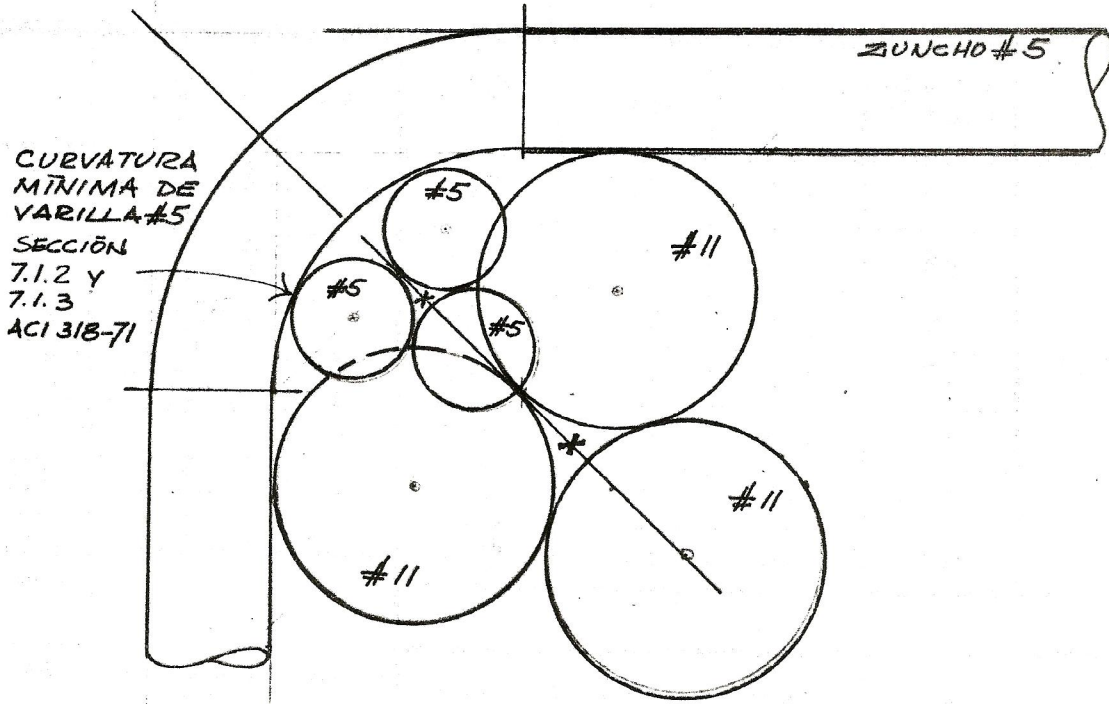
CASO II (Distribución de Acero: Arreglo Tipo 2-12)



APENDICE 3

**CALCULO GRAFICO DE RECUBRIMIENTO EFECTIVO
TABLAS DE RECUBRIMIENTO EFECTIVO**

EJEMPLO DE CALCULO GRAFICO DEL
RECUBRIMIENTO EFECTIVO



PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

$\overline{\text{DIST } A_5 - O} = 4.6 \text{ cm}$

$\overline{\text{DIST } A_{11} - O} = 5.9 \text{ cm}$

Recubrimiento efectivo =
Recubrimiento especificado +
Dist O - A_j

Recub efect para haces de
3 varillas con zuncho #6:

$RE_5 = 3.8 + 4.6 = 8.4$

$RE_{11} = 3.8 + 5.9 = 9.7$

LOS VALORES APROXIMADOS DE
 RE_6 @ RE_{10} SE OBTUVIERON POR
INTERPOLACIÓN LINEAL CON APROX.
DED. 1 CM ENTRE 8.4 Y 9.7 CM.

TABLA A3 - 1

RECUBRIMIENTO EFECTIVO (EN CM)

ARREGLOS TIPO 1 - 4

CALCULADOS PARA RECUBRIMIENTO ESPECIFICADO DE 3.8 CM

	Armado longit.	○	∞	⊖	⊖	⊖	
ZUNCHO # 5	#5	7.0	7.0	7.4	7.5	7.6	#5
	#6	7.1	7.2	7.7			#6
	#7	7.2	7.4	8.0	7.8	7.9	#7
	#8	7.3	7.7	8.3	8.1	8.2	#8
	#9	7.4	8.0	8.7	8.5	8.6	#9
	#10	7.5	8.3	9.0	8.8	8.9	#10
	#11	7.6	8.6	9.3	9.1	9.2	#11
ZUNCHO # 6	#5	8.1	8.2	8.4	8.5	8.5	#5
	#6	8.2	8.3	8.6			8.7
	#7	8.3	8.4	8.8	8.9	8.9	#7
	#8	8.4	8.5	9.0	9.1	9.2	#8
	#9	8.5	8.6	9.3	9.4	9.4	#9
	#10	8.6	8.8	9.5	9.6	9.6	#10
	#11	8.7	9.0	9.7			#11
ZUNCHO # 4	#5	6.4	6.6	6.9	7.0	7.1	#5
	#6	6.5	6.8	7.2			7.3
	#7	6.6	7.0	7.5	7.6	7.7	#7
	#8	6.7	7.2	7.8	8.0	8.1	#8
	#9	6.8	7.5	8.2	8.3	8.4	#9
	#10	6.9	7.8	8.5	8.6	8.7	#10
	#11	7.0	8.1	8.8			#11

TABLA A3 - 2

RECUBRIMIENTO EFECTIVO (EN CM)

ARREGLOS TIPO 2 - 12

CALCULADOS PARA RECUBRIMIENTO ESPECIFICADO DE 3.8 CM

	Armado longit.	○	∞	⊖	⊗	⊗	
ZUNCHO # 4	#5	5.8	6.0	6.2	6.3	6.4	#5
	#6	6.0	6.2	6.4			#6
	#7	6.2	6.4	6.6			#7
	#8	6.4	6.6	6.8			#8
	#9	6.6	6.9	7.1			#9
	#10	6.8	7.1	7.3			#10
	#11	6.9	7.3	7.5			#11
ZUNCHO # 5	#5	6.5	6.5	7.0	7.1	7.2	#5
	#6	6.6	6.6	7.2			#6
	#7	6.7	6.7	7.5			#7
	#8	6.8	6.8	7.7			#8
	#9	7.0	7.0	8.0			#9
	#10	7.2	7.2	8.2			#10
	#11	7.4	7.4	8.5			#11
ZUNCHO # 6	#5	7.1	7.1	7.5	7.6	7.7	#5
	#6	7.2	7.2	7.7			#6
	#7	7.3	7.4	7.9			#7
	#8	7.4	7.4	8.1			#8
	#9	7.5	7.5	8.4			#9
	#10	7.7	7.7	8.6			#10
	#11	7.9	7.9	8.9			#11

TABLA A3 - 3

RECUBRIMIENTO EFECTIVO (EN CM)

ARREGLOS TIPO 3-6, 4-12, 5-8

CALCULADOS PARA RECUBRIMIENTO ESPECIFICADO DE 3.8 CM

	Armado longit	○	∞	⊙	⊙	⊙	
ZUNCHO # 4	#5	5.9	5.9	6.3			#5
	#6	6.0	6.0	6.6	6.4	6.5	#6
	#7	6.2	6.2	6.8	6.7	6.8	#7
	#8	6.4	6.4	7.1	6.9	7.0	#8
	#9	6.5	6.5	7.4	7.2	7.3	#9
	#10	6.7	6.7	7.6	7.5	7.6	#10
	#11	6.9	6.9	7.9	7.7	7.8	#11
ZUNCHO # 5	#5	6.2	6.2	6.6			#5
	#6	6.3	6.3	6.9	6.7	6.8	#6
	#7	6.5	6.5	7.2	7.0	7.1	#7
	#8	6.7	6.7	7.4	7.3	7.4	#8
	#9	6.8	6.8	7.7	7.5	7.6	#9
	#10	7.0	7.0	8.0	7.8	7.9	#10
	#11	7.2	7.2	8.2	8.1	8.2	#11
ZUNCHO # 6	#5	6.5	6.5	7.0			#5
	#6	6.7	6.7	7.2	7.1	7.2	#6
	#7	6.8	6.8	7.5	7.3	7.4	#7
	#8	7.0	7.0	7.7	7.6	7.7	#8
	#9	7.1	7.1	8.0	7.8	7.9	#9
	#10	7.3	7.3	8.3	8.1	8.2	#10
	#11	7.5	7.5	8.5	8.4	8.5	#11

APENDICE 4

TABLAS DE PORCENTAJE Y AREA DE ACERO DE ARREGLOS ESPECIFICOS

ARREGLOS TIPO 1 - 4

PORCENTAJES DE ACERO EN SECCIONES CUADRADAS
Y AREAS DE ACERO DE LOS ARREGLOS

ARREGLO	DIMENSIONES DE LA SECCION EN CM.							As (cm ²)
	30	35	40	45	50	55	60	
4#6	1.267							11.40
4#7	1.724	1.267	0.970					15.52
4(2#5)	1.759	1.292	0.990					15.83
4#8	2.252	1.655	1.267	1.001				20.27
4(2#6)	2.534	1.861	1.425	1.126				22.80
4(3#5)	2.639	1.939	1.485	1.173				23.75
4#9	2.866	2.105	1.612	1.274	1.032			25.79
4(2#5+ 1#6)	3.026	2.223	1.702	1.345	1.089			27.23
4(2#6+ 1#5)	3.413	2.508	1.920	1.517	1.229	1.016		30.72
4(2#7)	3.448	2.534	1.940	1.533	1.241	1.026		31.04
4#10	3.632	2.669	2.043	1.614	1.308	1.081		32.69
4(3#6)	3.800	2.791	2.138	1.689	1.368	1.131		34.20
4(2#6+ 1#7)	4.258	3.128	2.395	1.892	1.533	1.267	1.065	38.32
4#11	4.477	3.289	2.519	1.990	1.612	1.332	1.119	40.30
4(2#8)	4.504	3.309	2.534	2.002	1.622	1.340	1.126	40.54
4(2#7+ 1#6)	4.715	3.464	2.652	2.096	1.697	1.403	1.179	42.43
4(3#7)	5.173	3.800	2.910	2.299	1.862	1.539	1.293	46.55
4(2#7+ 1#8)	5.700	4.188	3.207	2.534	2.051	1.696	1.425	51.30
4(2#9)	5.731	4.211	3.224	2.547	2.063	1.705	1.433	51.58
4(2#8+ 1#7)		4.576	3.503	2.768	2.242	1.853	1.557	56.06
4(3#8)		4.963	3.800	3.003	2.432	2.010	1.689	60.80
4(2#10)		5.337	4.086	3.229	2.615	2.161	1.816	65.38
4(2#8+ 1#9)		5.415	4.145	3.275	2.653	2.193	1.842	66.33

ARREGLOS TIPO 2 - 12 Y 4 - 12

PORCENTAJES DE ACERO EN SECCIONES CUADRADAS

Y AREAS DE ACERO DE LOS ARREGLOS

ARREGLO	DIMENSIONES DE LA SECCION EN CM.							As (cm ²)
	30	35	40	45	50	55	60	
12#5	2.639	1.940	1.485	1.173				23.76
12#6	3.800	2.792	2.138	1.689	1.368	1.131		34.20
12#7	5.173	3.801	2.910	2.299	1.862	1.539	1.293	46.56
12(2#5)	5.278	3.877	2.969	2.346	1.900	1.570	1.320	47.49
12#8		4.964	3.800	3.003	2.432	2.010	1.689	60.81
12(2#6)		5.584	4.275	3.378	2.736	2.261	1.900	68.40
12(3#5)		5.816	4.453	3.519	2.850	2.356	1.979	71.25
12#9			4.836	3.821	3.095	2.558	2.149	77.37
12(2.5+ 1.6)			5.107	4.035	3.268	2.701	2.270	81.69
12(2.6+ 1.5)			5.760	4.551	3.686	3.047	2.560	92.16
12(2#7)			5.819	4.598	3.724	3.078	2.586	93.12
12#10				4.843	3.923	3.242	2.724	98.07
12(3#6)				5.067	4.104	3.392	2.850	102.60
12(2.6+ 1.7)				5.677	4.598	3.800	3.193	114.96
12#11				5.970	4.836	3.996	3.358	120.90
12(2#8)				4.864	4.864	4.020	3.378	121.62
12(2.7+ 1.6)					5.092	4.209	3.536	127.29
12(3#7)					5.587	4.617	3.880	139.65
12(2.7+ 1.8)						5.088	4.275	153.90
12(2.8+ 1.7)						5.559	4.671	168.18
12(3#8)						6.030	5.067	182.40
12(2.8+ 1.9)							5.527	198.99
12(2.9+ 1.8)							5.967	215.55

ARREGLOS TIPO 2 - 12 y 4 - 12

PORCENTAJES DE ACERO EN SECCIONES CUADRADAS
Y AREAS DE ACERO DE LOS ARREGLOS

ARREGLO	DIMENSIONES DE LA SECCION EN CM.							AREA
	65	70	75	80	85	90		
12#7	1.102							46.56
12(2#5)	1.124							47.49
12#8	1.439	1.241	1.081					60.81
12(2#6)	1.619	1.396	1.216	1.069				68.40
12(3#5)	1.687	1.454	1.267	1.113				71.25
12#9	1.831	1.579	1.375	1.209	1.071			77.37
12(2.5+ 1.6)	1.934	1.668	1.453	1.277	1.131	1.009		81.69
12(2.6+ 1.5)	2.181	1.881	1.638	1.440	1.276	1.138		92.16
12(2#7)	2.204	1.900	1.655	1.455	1.289	1.150		93.12
12#10	2.321	2.002	1.744	1.532	1.357	1.211		98.07
12(3#6)	2.429	2.094	1.824	1.603	1.420	1.267		102.60
12(2.6+ 1.7)	2.721	2.346	2.044	1.796	1.591	1.419		114.96
12#11	2.861	2.467	2.149	1.889	1.673	1.492		120.90
12(2#8)	2.878	2.482	2.162	1.900	1.683	1.501		121.62
12(2.7+ 1.6)	3.013	2.598	2.263	1.989	1.762	1.572		127.29
12(3#7)	3.306	2.850	2.483	2.182	1.933	1.724		139.65
12(2.7+ 1.8)	3.643	3.141	2.737	2.405	2.130	1.900		153.90
12(2#9)	3.662	3.158	2.751	2.418	2.142	1.910		154.74
12(2.8+ 1.7)	3.980	3.432	2.990	2.628	2.328	2.077		168.18
12(3#8)	4.318	3.723	3.243	2.850	2.525	2.252		182.40
12(2#10)	4.643	4.003	3.487	3.065	2.715	2.422		196.14
12(2.8+ 1.9)	4.710	4.061	3.537	3.109	2.754	2.457		198.99
12(2.9+ 1.8)	5.102	4.399	3.840	3.368	2.983	2.661		215.55

ARREGLOS TIPO 3- 6

PORCENTAJES DE ACERO EN SECCIONES CUADRADAS

Y AREAS DE ACERO DE LOS ARREGLOS

ARREGLO	DIMENSIONES DE LA SECCION EN CM.							As (cm ²)
	30	35	40	45	50	55	60	
6#5	1.320							11.88
6#6	1.900	1.396	1.069					17.10
6#7	2.586	1.900	1.455	1.149				23.28
6(2#5)	2.639	1.938	1.485	1.173				23.75
6#8	3.378	2.482	1.900	1.501	1.216	1.005		30.41
6(2#6)	3.800	2.792	2.138	1.689	1.368	1.131		34.20
6(3#5)	3.959	2.908	2.227	1.759	1.425	1.178	0.990	35.63
6#9	4.298	3.157	2.418	1.910	1.547	1.279	1.075	38.69
6(2.5+ 1.6)	4.539	3.334	2.553	2.017	1.634	1.371	1.135	40.85
6(2.6+ 1.5)	5.120	3.762	2.880	2.276	1.843	1.523	1.280	46.08
6(2#7)	5.173	3.801	2.910	2.299	1.862	1.539	1.293	46.56
6#10	5.448	4.003	3.065	2.421	1.961	1.621	1.362	49.04
6(3#6)	5.700	4.187	3.206	2.533	2.052	1.696	1.425	51.30
6(2.6+ 1.7)		4.692	3.592	2.839	2.299	1.900	1.597	57.48
6#11		4.933	3.778	2.985	2.418	1.998	1.679	60.45
6(2#8)		4.963	3.800	3.003	2.432	2.010	1.689	60.80
6(2.7+ 1.6)		5.196	3.978	3.143	2.546	2.104	1.768	63.65
6(3#7)		5.700	4.364	3.448	2.793	2.308	1.940	69.83
6(2.7+ 1.8)			4.810	3.800	3.078	2.544	2.138	76.95
6(2#9)			4.835	3.821	3.095	2.556	2.149	77.37
6(2.8+ 1.7)			5.255	4.152	3.363	3.289	2.763	84.09
6(3#8)			5.700	4.504	3.648	3.015	2.533	91.20
6(2#10)				4.843	3.923	3.242	2.724	98.07

APENDICE 5

TABLAS DE VARIACION DE RECUBRIMIENTO EFECTIVO (FACTORES F)

DIMENSIONES T/CN2 Y CM

FPI	K1	FY	ARREGLO
.211	.850	2.810	1 4

SECCION 30.* 30. REC.BASE= 8.100

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
0.300	.924	.887	.861	.842	.828	.816
0.900	.949	.924	.906	.893	.883	.875
8.500	.974	.961	.952	.946	.941	.937
7.700	1.016	1.023	1.029	1.033	1.035	1.038
7.300	1.032	1.047	1.058	1.065	1.071	1.076

SECCION 35.* 35. REC.BASE= 8.500

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.939	.910	.891	.877	.867	.859
9.500	.965	.950	.939	.932	.926	.922
9.000	.983	.975	.970	.967	.964	.962
8.000	1.016	1.023	1.028	1.032	1.035	1.037
7.500	1.031	1.047	1.057	1.065	1.070	1.075

SECCION 40.* 40. REC.BASE= 8.900

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.969	.955	.946	.939	.934	.931
9.500	.983	.975	.970	.967	.964	.962
8.500	1.010	1.015	1.019	1.021	1.023	1.024
8.000	1.023	1.035	1.043	1.048	1.052	1.055

SECCION 45.* 45. REC.BASE= 9.300

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.983	.976	.971	.967	.964	.962
9.500	.995	.993	.991	.990	.989	.989
9.000	1.006	1.010	1.012	1.013	1.014	1.015
8.500	1.017	1.026	1.032	1.036	1.039	1.042
8.000	1.028	1.043	1.052	1.059	1.064	1.068

SECCION 50.* 50. REC.BASE= 9.300

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.986	.979	.975	.972	.970	.968
9.500	.996	.994	.992	.992	.991	.990
9.000	1.005	1.008	1.010	1.011	1.012	1.013
8.500	1.015	1.022	1.027	1.031	1.033	1.035
8.000	1.024	1.037	1.045	1.050	1.055	1.058

SECCION 55.* 55. REC.BASE= 9.300

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.988	.982	.978	.975	.973	.972
9.500	.996	.994	.993	.993	.992	.992
9.000	1.004	1.007	1.009	1.010	1.011	1.011
8.500	1.013	1.020	1.024	1.027	1.029	1.031
8.000	1.021	1.032	1.039	1.044	1.048	1.050

SECCION 60.* 60. REC.BASE= 9.300

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.989	.984	.980	.978	.976	.975
9.500	.997	.995	.994	.993	.993	.993
9.000	1.004	1.006	1.008	1.009	1.009	1.010
8.500	1.011	1.017	1.021	1.024	1.026	1.027
8.000	1.018	1.028	1.035	1.039	1.042	1.044

VALORES DE F

TABLA A5-2

DIMENSIONES T/CM2 Y CM

FPC .211 KI .850 FY 2.812 ARREGLO 2 12

SECCION 50.* 50. REC.BASE= 7.500

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
9.500	.970	.953	.941	.933	.927	.922
9.000	.977	.965	.956	.950	.945	.941
8.500	.985	.976	.971	.966	.963	.961
8.000	.992	.988	.985	.983	.981	.980
7.000	1.006	1.011	1.014	1.016	1.017	1.019

SECCION 55.* 55. REC.BASE= 7.700

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
9.500	.976	.962	.953	.946	.941	.937
9.000	.983	.973	.966	.961	.958	.955
8.500	.989	.983	.979	.976	.974	.972
8.000	.996	.993	.992	.991	.990	.989
7.500	1.002	1.004	1.005	1.005	1.006	1.006

SECCION 60.* 60. REC.BASE= 7.900

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
9.500	.981	.970	.963	.957	.953	.950
9.000	.987	.979	.974	.970	.968	.965
8.500	.993	.989	.986	.984	.982	.981
8.000	.998	.998	.997	.997	.997	.996
7.500	1.004	1.007	1.009	1.010	1.011	1.012

VALORES DE F

TABLA A5-3

DIMENSIONES T/CM2 Y CM

FPC .281 K1 .850 FY 3.516 ARREGLO 1 4

SECCION 65.* 65. REC.BASE= 9.700

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.500	.988	.983	.979	.977	.975	.974
10.000	.995	.993	.992	.991	.990	.990
9.500	1.002	1.004	1.005	1.005	1.006	1.006
9.000	1.010	1.014	1.017	1.019	1.021	1.022

SECCION 70.* 70. REC.BASE= 9.700

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.500	.989	.984	.981	.979	.978	.976
10.000	.996	.994	.993	.992	.991	.991
9.500	1.002	1.003	1.004	1.005	1.005	1.005
9.000	1.009	1.013	1.015	1.017	1.019	1.020

SECCION 75.* 75. REC.BASE= 9.700

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.500	.990	.985	.983	.981	.979	.978
10.000	.996	.994	.993	.993	.992	.992
9.500	1.002	1.003	1.004	1.004	1.004	1.005
9.000	1.008	1.012	1.014	1.016	1.017	1.018

SECCION 80.* 80. REC.BASE= 9.700

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.500	.991	.987	.984	.982	.981	.980
10.000	.996	.995	.994	.993	.993	.992
9.500	1.002	1.003	1.003	1.004	1.004	1.004
9.000	1.007	1.011	1.013	1.014	1.016	1.016

SECCION 85.* 85. REC.BASE= 9.700

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.500	.991	.988	.985	.984	.982	.982
10.000	.996	.995	.994	.994	.993	.993
9.500	1.002	1.002	1.003	1.003	1.004	1.004
9.000	1.007	1.010	1.012	1.013	1.014	1.015

SECCION 90.* 90.

REC.BASE= 9.700

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.500	.992	.988	.986	.985	.984	.983
10.000	.997	.995	.995	.994	.994	.993
9.500	1.001	1.002	1.003	1.003	1.003	1.004
9.000	1.006	1.009	1.011	1.012	1.013	1.014

VALORES DE F

Tabla A5-4

DIMENSIONES T/CM2 Y CM

FPC
.281

K1
.850

FY
3.516

ARREGLO
2 12

SECCION 65.* 65.

REC.BASE= 8.500

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.982	.973	.967	.963	.959	.957
9.500	.988	.982	.978	.975	.973	.971
9.000	.994	.991	.989	.987	.986	.985
8.000	1.005	1.008	1.010	1.012	1.013	1.014

SECCION 70.* 70.

REC.BASE= 8.600

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.985	.977	.972	.968	.965	.963
9.500	.990	.985	.982	.979	.978	.976
9.000	.995	.993	.992	.991	.990	.989
8.000	1.006	1.009	1.011	1.013	1.014	1.015

SECCION 75.* 75.

REC.BASE= 8.800

REC	PORCENTAJE AS					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
10.000	.988	.982	.978	.975	.972	.971
9.500	.993	.989	.987	.985	.984	.983
8.500	1.002	1.004	1.005	1.006	1.006	1.007
8.000	1.007	1.011	1.014	1.016	1.017	1.019

SECCION	80.* 80.	REC.BASE= 8.900					
REC	PORCENTAJE AS						
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	
10.000	.990	.984	.981	.978	.977	.975	
9.500	.994	.991	.989	.988	.987	.986	
8.500	1.003	1.005	1.006	1.007	1.008	1.008	
8.000	1.007	1.012	1.014	1.017	1.018	1.019	

SECCION	85.* 85.	REC.BASE= 8.900					
REC	PORCENTAJE AS						
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	
10.000	.990	.986	.982	.980	.978	.977	
9.500	.995	.992	.990	.989	.988	.987	
8.500	1.003	1.005	1.006	1.007	1.007	1.008	
8.000	1.007	1.011	1.013	1.015	1.017	1.018	

SECCION	90.* 90.	REC.BASE= 8.900					
REC	PORCENTAJE AS						
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	
10.000	.991	.987	.983	.981	.980	.978	
9.500	.995	.992	.991	.990	.989	.988	
8.500	1.002	1.004	1.005	1.006	1.007	1.007	
8.000	1.006	1.010	1.012	1.014	1.016	1.017	

APENDICE 6

TABLAS DE FACTORES ρ DE TRANSFORMACION DE COLUMNAS
RECTANGULARES EN CUADRADAS EQUIVALENTES

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

TABLA A6-1

VALORES DE RHO EN FUNCION DE AREA DE ACERO

DIMENSIONES=T/CM2 Y CM

FPC
.211

FY
2.810

ARREGLO
1 4

COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 9.30						
60.* 50.	1.23	1.25	1.26	1.27	1.28	1.28
60.* 45.	1.40	1.44	1.46	1.47	1.49	1.50
60.* 40.	1.62	1.68	1.72	1.75	1.78	1.79
60.* 35.	1.92	2.03	2.11	2.17	2.21	2.24
60.* 30.	2.44	2.70	2.89	3.03	3.15	3.24
REC= 9.30						
55.* 50.	1.12	1.13	1.13	1.14	1.14	1.14
55.* 45.	1.27	1.29	1.31	1.32	1.32	1.33
55.* 40.	1.47	1.51	1.54	1.57	1.58	1.60
55.* 35.	1.74	1.83	1.89	1.93	1.97	1.99
55.* 30.	2.21	2.42	2.58	2.71	2.80	2.88
REC= 9.30						
50.* 45.	1.13	1.15	1.15	1.16	1.16	1.17
50.* 40.	1.31	1.34	1.36	1.38	1.39	1.40
50.* 35.	1.56	1.62	1.67	1.70	1.73	1.75
50.* 30.	1.98	2.15	2.28	2.38	2.46	2.53
REC= 9.30						
45.* 40.	1.16	1.17	1.18	1.19	1.19	1.20
45.* 35.	1.37	1.42	1.45	1.47	1.49	1.50
45.* 30.	1.74	1.88	1.98	2.06	2.12	2.17
REC= 8.90						
40.* 35.	1.18	1.20	1.22	1.23	1.24	1.24
40.* 30.	1.48	1.56	1.62	1.67	1.70	1.73
REC= 8.50						
35.* 30.	1.24	1.27	1.30	1.32	1.33	1.34

TABLA A6-2

VALORES DE RHO EN FUNCION DE AREA DE ACERO

DIMENSIONES=T/CM2 Y CM

FPC
.211

FY
2.810

ARREGLO
2 12

COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 7.90						
60.* 50.	1.22	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26
60.* 45.	1.38	1.40	1.42	1.43	1.44	1.45
60.* 40.	1.58	1.62	1.65	1.68	1.70	1.71
60.* 35.	1.85	1.92	1.98	2.02	2.06	2.08
60.* 30.	2.23	2.37	2.47	2.55	2.61	2.66
REC= 7.70						
55.* 50.	1.11	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13
55.* 45.	1.25	1.27	1.28	1.29	1.29	1.30
55.* 40.	1.43	1.46	1.49	1.50	1.52	1.53
55.* 35.	1.67	1.73	1.78	1.81	1.83	1.85
55.* 30.	2.02	2.13	2.21	2.27	2.32	2.36
REC= 7.50						
50.* 45.	1.12	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15
50.* 40.	1.29	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35
50.* 35.	1.50	1.55	1.58	1.60	1.62	1.63
50.* 30.	1.81	1.90	1.96	2.01	2.04	2.07
REC= 7.40						
45.* 40.	1.14	1.15	1.16	1.17	1.17	1.17
45.* 35.	1.34	1.36	1.38	1.40	1.41	1.42
45.* 30.	1.61	1.67	1.72	1.75	1.78	1.80
REC= 6.90						
40.* 35.	1.17	1.18	1.19	1.19	1.20	1.20
40.* 30.	1.40	1.44	1.46	1.48	1.50	1.51
REC= 6.70						
35.* 30.	1.20	1.22	1.23	1.24	1.25	1.25

TABLA A6-3

VALORES DE RHO EN FUNCION DE AREA DE ACERO						
DIMENSIONES=T/CM2 Y CM						
	FDC 281	FY 2810	ARPECCLO 1 4			
COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 9.30						
60.* 50.	1.23	1.24	1.26	1.26	1.27	1.28
60.* 45.	1.39	1.42	1.44	1.46	1.47	1.48
60.* 40.	1.60	1.65	1.69	1.72	1.75	1.76
60.* 35.	1.89	1.98	2.05	2.11	2.15	2.19
60.* 30.	2.36	2.58	2.75	2.88	3.00	3.09
REC= 9.30						
55.* 50.	1.11	1.12	1.13	1.13	1.14	1.14
55.* 45.	1.26	1.28	1.29	1.31	1.31	1.32
55.* 40.	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.57
55.* 35.	1.71	1.79	1.85	1.89	1.92	1.95
55.* 30.	2.14	2.32	2.47	2.58	2.68	2.76
REC= 9.30						
50.* 45.	1.13	1.14	1.15	1.15	1.16	1.16
50.* 40.	1.30	1.33	1.35	1.36	1.37	1.38
50.* 35.	1.54	1.59	1.64	1.67	1.69	1.71
50.* 30.	1.92	2.07	2.19	2.28	2.36	2.42
REC= 9.30						
45.* 40.	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.19
45.* 35.	1.36	1.40	1.43	1.45	1.46	1.48
45.* 30.	1.70	1.81	1.90	1.98	2.04	2.09
REC= 8.90						
40.* 35.	1.18	1.20	1.21	1.22	1.23	1.23
40.* 30.	1.46	1.53	1.58	1.62	1.66	1.68
REC= 8.50						
35.* 30.	1.22	1.26	1.28	1.30	1.31	1.32

TABLA A6-4

VALORES DE RHO EN FUNCION DE APEA DE ACERO						
DIMENSIONES=T/CM2 Y CM						
FPC 281	FY 2.812	ARREGLO 2 12				
COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 9.30						
60.* 50.	1.22	1.24	1.25	1.26	1.26	1.27
60.* 45.	1.38	1.41	1.43	1.44	1.46	1.47
60.* 40.	1.58	1.63	1.67	1.70	1.72	1.74
60.* 35.	1.86	1.94	2.00	2.06	2.10	2.14
60.* 30.	2.29	2.47	2.61	2.74	2.84	2.94
REC= 9.30						
55.* 50.	1.11	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13
55.* 45.	1.25	1.27	1.28	1.30	1.30	1.31
55.* 40.	1.44	1.47	1.50	1.52	1.54	1.55
55.* 35.	1.69	1.75	1.81	1.85	1.88	1.91
55.* 30.	2.08	2.23	2.35	2.46	2.55	2.62
REC= 9.30						
50.* 45.	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15	1.16
50.* 40.	1.29	1.32	1.33	1.35	1.36	1.37
50.* 35.	1.52	1.57	1.61	1.64	1.66	1.68
50.* 30.	1.87	1.99	2.09	2.18	2.25	2.31

TABLA A6-5

VALORES DE RHO EN FUNCION DE

DIMENSIONES=T/CN2 Y T/H

FPC
281

FY
3.516

APDELO
1 4

COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 9.70						
90.* 80.	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15
90.* 70.	1.32	1.34	1.35	1.36	1.36	1.37
90.* 60.	1.58	1.61	1.63	1.65	1.66	1.67
90.* 50.	1.95	2.03	2.08	2.11	2.13	2.15
90.* 40.	2.62	2.82	2.95	3.05	3.12	3.18
90.* 35.	3.19	3.53	3.78	3.97	4.12	4.24
REC= 9.70						
85.* 80.	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08	1.08
85.* 70.	1.24	1.25	1.26	1.27	1.27	1.27
85.* 60.	1.48	1.51	1.53	1.54	1.55	1.56
85.* 50.	1.84	1.90	1.94	1.97	1.99	2.01
85.* 40.	2.46	2.64	2.76	2.85	2.92	2.97
85.* 35.	3.00	3.31	3.54	3.71	3.85	3.96
REC= 9.70						
80.* 70.	1.16	1.17	1.17	1.18	1.18	1.18
80.* 60.	1.38	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45
80.* 50.	1.72	1.77	1.81	1.83	1.85	1.87
80.* 40.	2.31	2.46	2.57	2.65	2.71	2.76
80.* 35.	2.80	3.09	3.29	3.45	3.57	3.67
REC= 9.70						
75.* 70.	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09
75.* 60.	1.29	1.31	1.32	1.33	1.33	1.34
75.* 50.	1.60	1.64	1.67	1.69	1.71	1.72
75.* 40.	2.15	2.28	2.38	2.45	2.50	2.54
75.* 30.	3.32	3.80	4.18	4.49	4.74	4.96
REC= 9.70						
70.* 60.	1.19	1.20	1.21	1.22	1.22	1.22
70.* 50.	1.48	1.52	1.54	1.56	1.57	1.58
70.* 40.	1.99	2.10	2.19	2.25	2.29	2.33
70.* 30.	3.07	3.50	3.84	4.12	4.35	4.54
REC= 9.70						
65.* 60.	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11	1.11
65.* 50.	1.36	1.39	1.40	1.42	1.43	1.43
65.* 40.	1.83	1.93	2.00	2.05	2.09	2.12
65.* 30.	2.82	3.21	3.51	3.75	3.96	4.13

TABLA A6-6

VALORES DE RHO EN FUNCION DE AREA DE ACERO

DIMENSIONES=T/CM2 Y CM

FPC
.281

FY
3.516

ARREGLO
2 12

COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 8.90						
90.* 80.	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15
90.* 70.	1.31	1.33	1.34	1.34	1.35	1.35
90.* 60.	1.56	1.58	1.61	1.62	1.63	1.64
90.* 50.	1.91	1.97	2.01	2.05	2.07	2.09
90.* 40.	2.50	2.63	2.73	2.81	2.87	2.91
90.* 35.	2.99	3.22	3.40	3.54	3.65	3.75
REC= 8.90						
85.* 80.	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
85.* 70.	1.23	1.24	1.25	1.26	1.26	1.26
85.* 60.	1.46	1.49	1.50	1.52	1.53	1.53
85.* 50.	1.80	1.85	1.89	1.92	1.94	1.95
85.* 40.	2.35	2.47	2.56	2.63	2.68	2.72
85.* 35.	2.81	3.02	3.19	3.31	3.42	3.50
REC= 8.90						
80.* 70.	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17	1.18
80.* 60.	1.37	1.39	1.40	1.41	1.42	1.43
80.* 50.	1.69	1.73	1.76	1.78	1.80	1.82
80.* 40.	2.20	2.31	2.39	2.45	2.50	2.53
80.* 35.	2.63	2.83	2.97	3.09	3.18	3.26
REC= 8.80						
75.* 70.	1.08	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09
75.* 60.	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32	1.32
75.* 50.	1.57	1.61	1.63	1.65	1.67	1.68
75.* 40.	2.05	2.14	2.21	2.26	2.30	2.33
75.* 30.	3.04	3.35	3.60	3.80	3.97	4.12
REC= 8.60						
70.* 60.	1.18	1.19	1.20	1.21	1.21	1.21
70.* 50.	1.46	1.48	1.50	1.52	1.53	1.54
70.* 40.	1.89	1.97	2.02	2.06	2.09	2.11
70.* 30.	2.80	3.06	3.27	3.44	3.58	3.70
REC= 8.50						
65.* 60.	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10	1.11
65.* 50.	1.34	1.36	1.38	1.39	1.40	1.40
65.* 40.	1.74	1.80	1.84	1.87	1.90	1.92
65.* 30.	2.57	2.80	2.97	3.12	3.24	3.34

TABLA A0-1

VALORES DE RHO EN FUNCION DE AREA DE ACERO

DIMENSIONES=T/CM2 Y CM

FPC
3.52

FY
3.516

APREGLO
1 4

COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 9.70						
90.* 80.	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15
90.* 70.	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.36
90.* 60.	1.57	1.60	1.63	1.64	1.65	1.66
90.* 50.	1.95	2.01	2.06	2.09	2.12	2.14
90.* 40.	2.60	2.77	2.90	2.99	3.07	3.13
90.* 35.	3.15	3.45	3.68	3.86	4.01	4.13
REC= 9.70						
85.* 80.	1.07	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08
85.* 70.	1.24	1.25	1.26	1.26	1.27	1.27
85.* 60.	1.48	1.50	1.52	1.53	1.54	1.55
85.* 50.	1.83	1.89	1.93	1.96	1.98	1.99
85.* 40.	2.45	2.60	2.71	2.80	2.86	2.92
85.* 35.	2.96	3.23	3.44	3.61	3.74	3.85
REC= 9.70						
80.* 70.	1.16	1.17	1.17	1.18	1.18	1.18
80.* 60.	1.38	1.40	1.42	1.43	1.44	1.44
80.* 50.	1.71	1.76	1.79	1.82	1.84	1.85
80.* 40.	2.29	2.43	2.53	2.60	2.66	2.71
80.* 30.	3.50	3.96	4.33	4.65	4.92	5.14
REC= 9.70						
75.* 70.	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09
75.* 60.	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.33
75.* 50.	1.59	1.63	1.66	1.68	1.70	1.71
75.* 40.	2.13	2.25	2.34	2.41	2.46	2.50
75.* 30.	3.25	3.67	4.02	4.30	4.54	4.75
REC= 9.70						
70.* 60.	1.19	1.20	1.21	1.21	1.22	1.22
70.* 50.	1.48	1.51	1.53	1.55	1.56	1.57
70.* 40.	1.97	2.08	2.15	2.21	2.26	2.30
70.* 30.	3.01	3.39	3.70	3.95	4.17	4.36
REC= 9.70						
65.* 60.	1.10	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11
65.* 50.	1.36	1.38	1.40	1.41	1.42	1.43
65.* 40.	1.81	1.90	1.97	2.02	2.06	2.09
65.* 30.	2.77	3.10	3.38	3.60	3.80	3.96

TABLA A6-8

VALORES DE RMO EN FUNCION DE AREA DE ACERO

DIMENSIONES=T/CM2 Y CM

FPC 3.552		FY 3.516		ARREGLO 2 12		
COLUMNA	PORCENTAJE DE ACERO					
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
REC= 9.70						
90.* 80.	1.14	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15
90.* 70.	1.31	1.33	1.34	1.35	1.35	1.36
90.* 60.	1.56	1.59	1.61	1.63	1.64	1.65
90.* 50.	1.93	1.98	2.03	2.06	2.09	2.11
90.* 40.	2.54	2.69	2.80	2.89	2.97	3.03
90.* 35.	3.05	3.29	3.49	3.66	3.80	3.92
REC= 9.70						
85.* 80.	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.08
85.* 70.	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26	1.27
85.* 60.	1.47	1.49	1.51	1.52	1.53	1.54
85.* 50.	1.81	1.86	1.90	1.93	1.95	1.97
85.* 40.	2.39	2.52	2.62	2.71	2.77	2.83
85.* 35.	2.87	3.09	3.27	3.42	3.55	3.66
REC= 9.70						
80.* 70.	1.16	1.16	1.17	1.17	1.18	1.18
80.* 60.	1.37	1.39	1.41	1.42	1.43	1.43
80.* 50.	1.70	1.74	1.77	1.80	1.82	1.83
80.* 40.	2.24	2.36	2.45	2.52	2.58	2.63
80.* 30.	3.34	3.70	4.01	4.28	4.51	4.72
REC= 9.70						
75.* 70.	1.08	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09
75.* 60.	1.28	1.30	1.31	1.31	1.32	1.33
75.* 50.	1.58	1.62	1.64	1.66	1.68	1.69
75.* 40.	2.09	2.19	2.27	2.34	2.39	2.43
75.* 30.	3.11	3.44	3.72	3.96	4.18	4.36
REC= 9.70						
70.* 60.	1.19	1.20	1.20	1.21	1.21	1.22
70.* 50.	1.46	1.49	1.51	1.53	1.54	1.56
70.* 40.	1.94	2.02	2.09	2.15	2.20	2.23
70.* 30.	2.89	3.18	3.43	3.65	3.84	4.01
REC= 9.70						
65.* 60.	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.11
65.* 50.	1.35	1.37	1.39	1.40	1.41	1.42
65.* 40.	1.78	1.86	1.92	1.96	2.00	2.04
65.* 30.	2.66	2.92	3.14	3.33	3.50	3.65

APENDICE 7

GRAFICAS DE DISEÑO DE SECCIONES CUADRADAS CON DISTRIBUCION CUADRADA DE ACERO

Nota:

Los tres primeros gráficos de este apéndice, no satisfacen los requisitos del Código ACI 318-71 en lo referente al f_y mínimo del acero de 2810 Kg. / cm^2 .

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
30 x 30 CM
 $f'_c = 0.211$ $f_y = 2.320$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
 Y REC. EFECTIVO = 8.1 CM

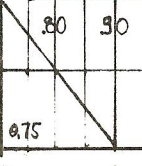
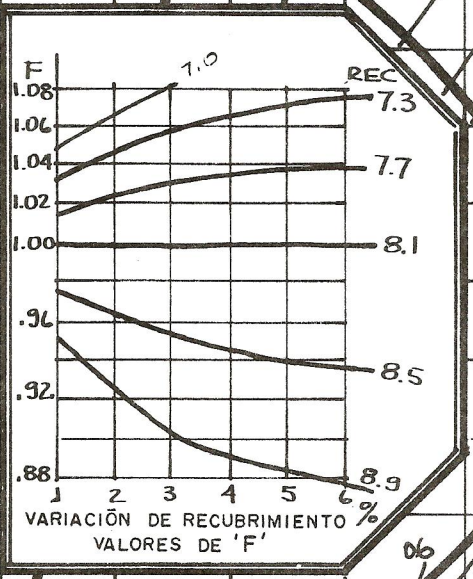
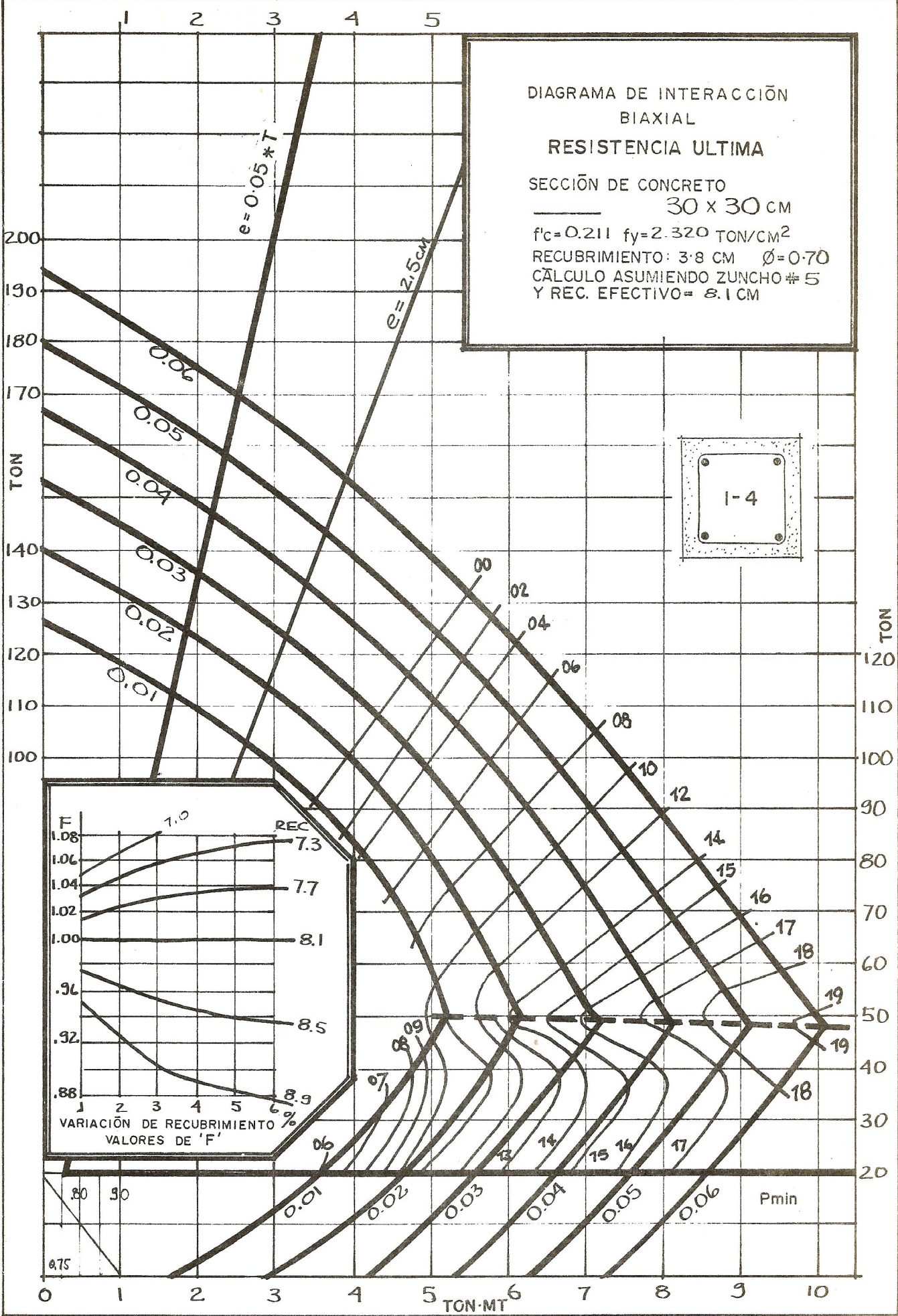
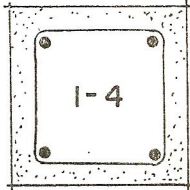


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL

RESISTENCIA ULTIMA

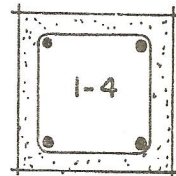
SECCIÓN DE CONCRETO

35 x 35 CM

$f'_c = 0.210$ $f_y = 2.320$ TON/CM²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$

CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO = 8.5 CM



TON

160

140

120

100

80

60

40

28

20

TON

160

140

120

100

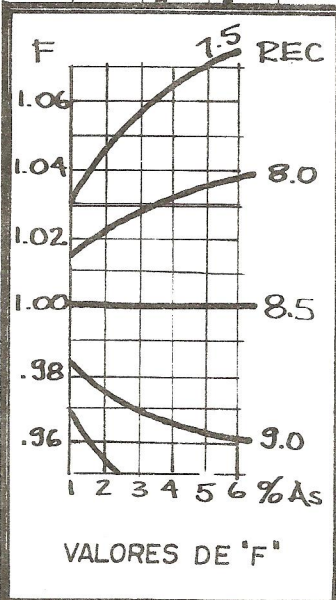
80

60

40

28

20



.75 .80 .85 .90

Pmin

TON·MT

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

2

4

6

8

10

260

240

220

200

180

160

140

$e = 2.5$ cm

$e = 0.05 * T$

0.06

0.05

0.04

0.03

0.02

0.01

08

02

04

06

08

10

12

14

16

18

20

18

20

07

06

08

10

12

14

16

17

2 4 6 8 10 12 14 16

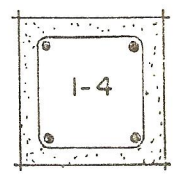
DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
 BIAIXIAL
 RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
 40 x 40 CM

$f'_c = 0.210$ $f_y = 2.320$ TON/CM²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$

CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
 Y REC. EFECTIVO = 8.9 CM



TON

200

180

160

140

120

100

80

60

36

20

TON

340

320

300

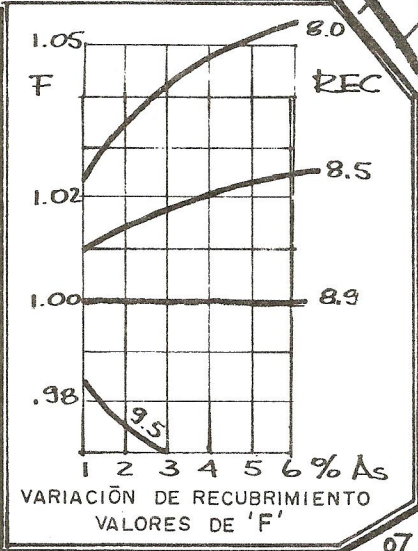
280

260

240

220

200



0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

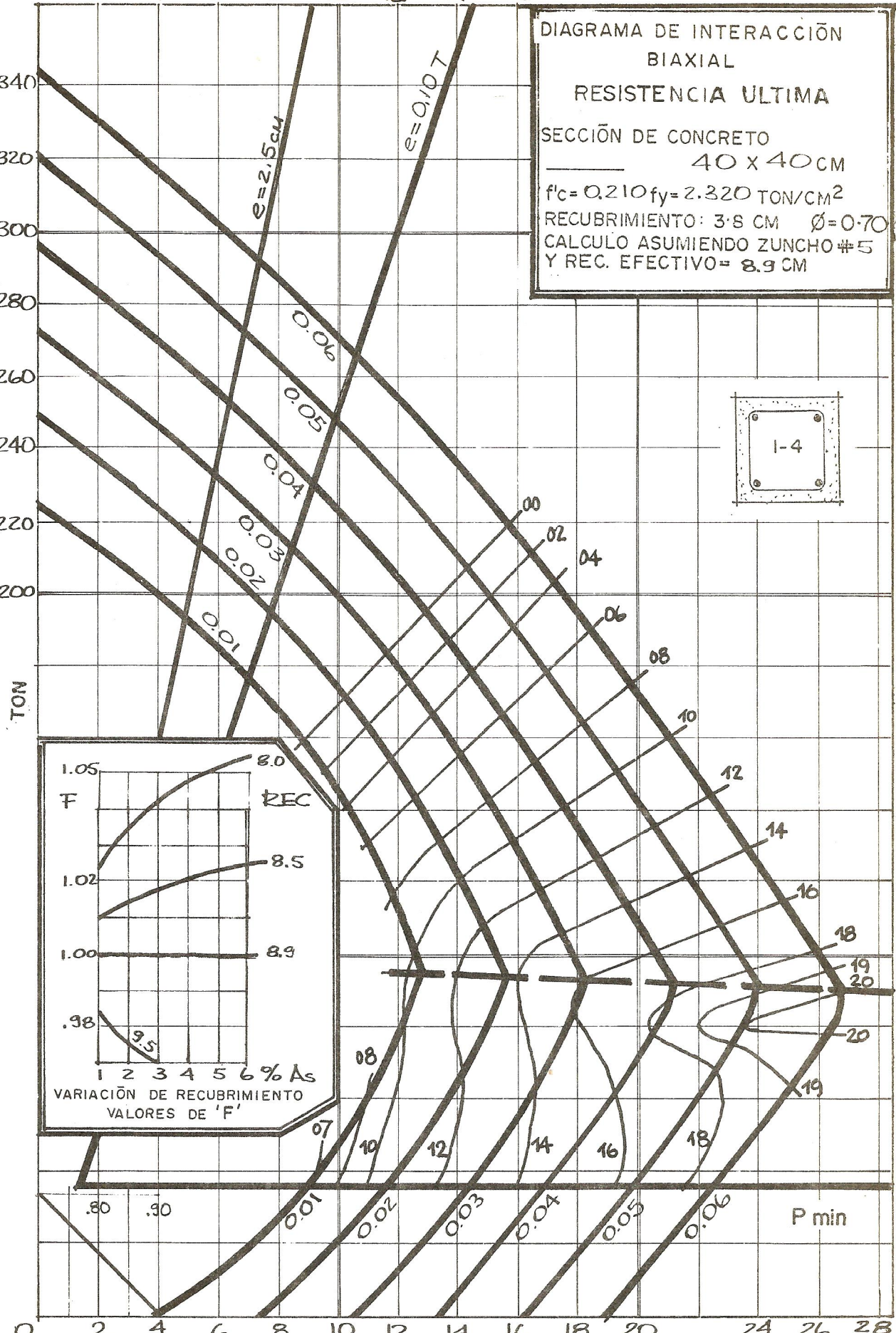
24

26

28

TON·MT.

P min





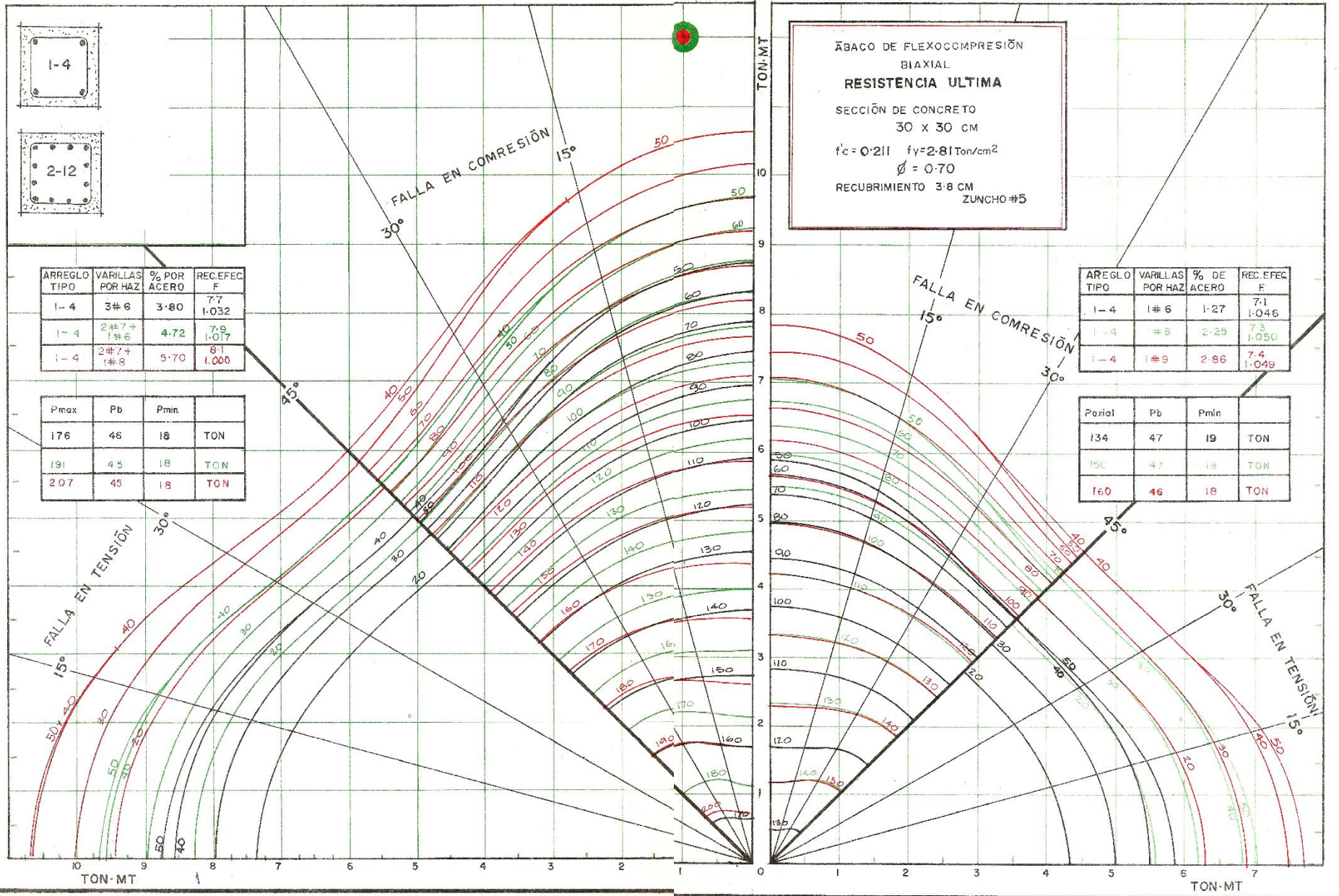
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% POR ACERO	REC.EFEC. F
1-4	3#6	3.80	7.7 1.032
1-4	2#7+ 1#6	4.72	7.9 1.017
1-4	3#7+ 1#8	5.70	8.1 1.000

Pmax	Pb	Pmin	
176	46	18	TON
191	45	18	TON
207	45	18	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN
 BIAxIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 30 x 30 CM
 $f'_c = 0.211$ $f_y = 2.81 \text{ Ton/cm}^2$
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO 3.8 CM
 ZUNCHO #5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC.EFEC. F
1-4	1#6	1.27	7.1 1.046
1-4	#8	2.25	7.3 1.050
1-4	1#9	2.86	7.4 1.049

Paxial	Pb	Pmin	
134	47	19	TON
151	47	18	TON
160	46	18	TON





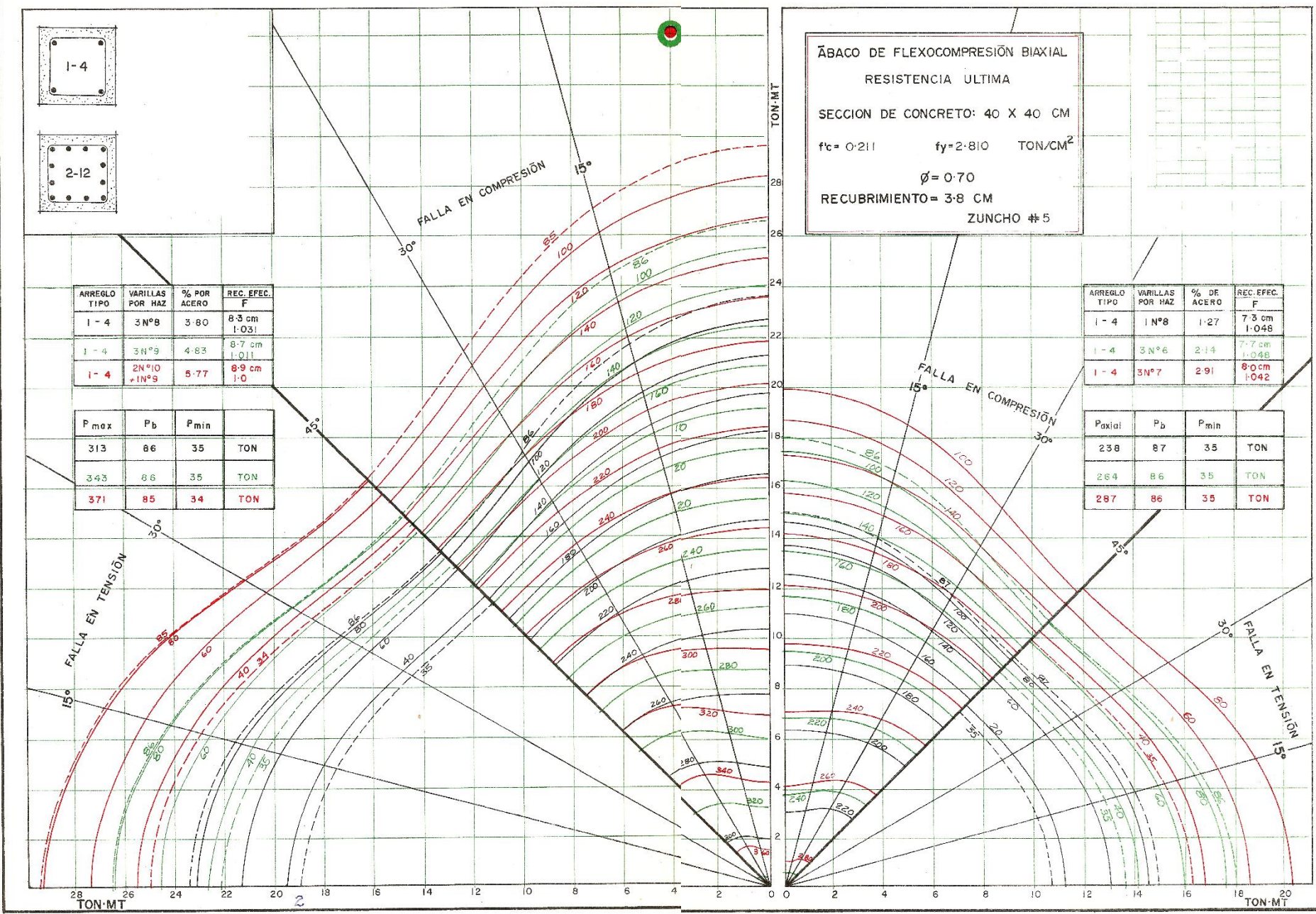
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% POR ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3 N°8	3.80	8.3 cm 1.031
1-4	3 N°9	4.83	8.7 cm 1.011
1-4	2 N°10 + 1 N°9	5.77	8.9 cm 1.0

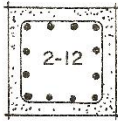
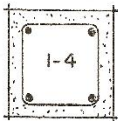
P _{max}	P _b	P _{min}	
313	86	35	TON
343	86	35	TON
371	85	34	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAIXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCION DE CONCRETO: 40 X 40 CM
 $f_c = 0.211$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO = 3.8 CM
 ZUNCHO #5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	1 N°8	1.27	7.3 cm 1.048
1-4	3 N°6	2.14	7.7 cm 1.038
1-4	3 N°7	2.91	8.0 cm 1.042

P _{axial}	P _b	P _{min}	
238	87	35	TON
264	86	35	TON
287	86	35	TON





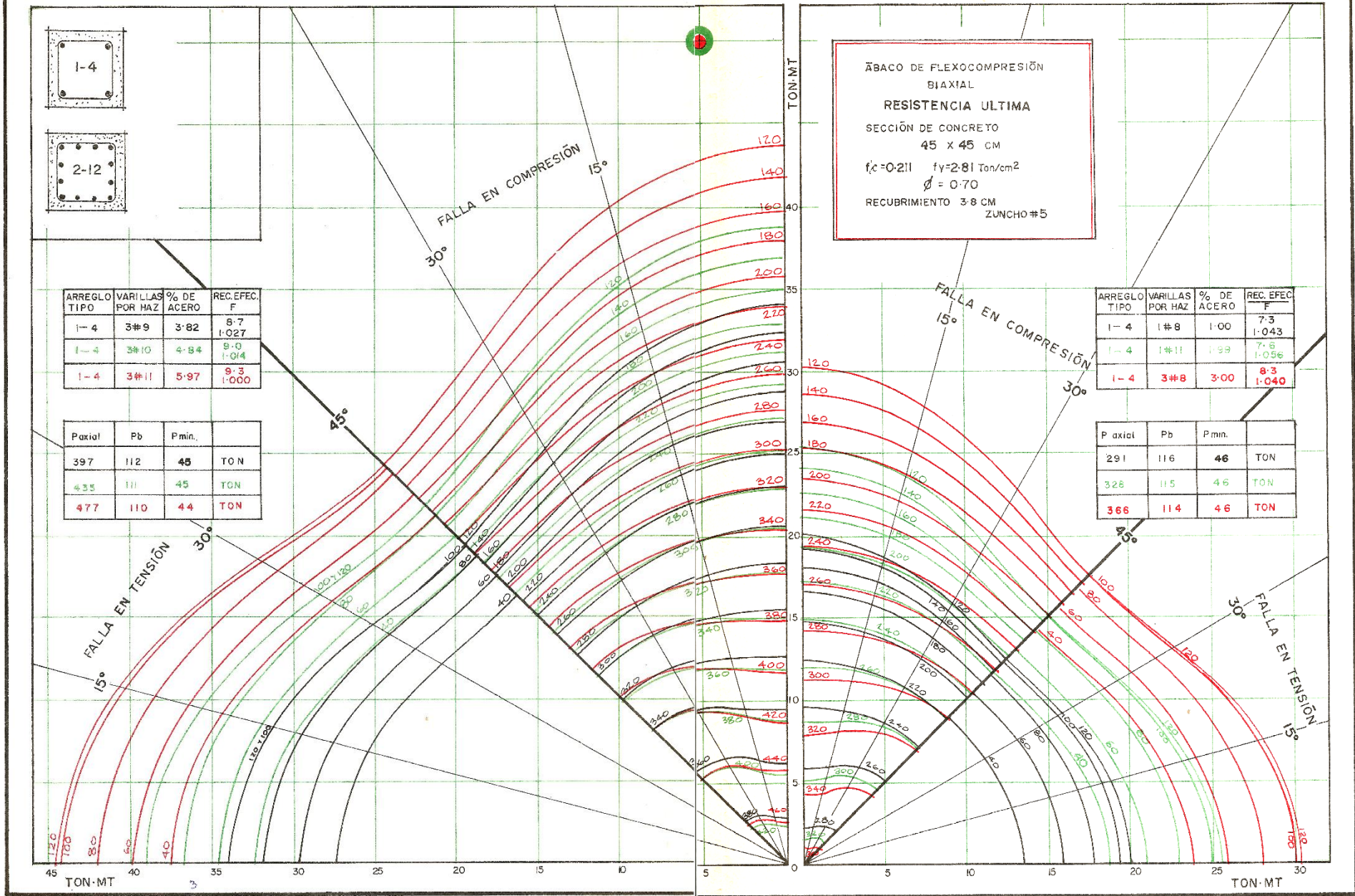
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3#9	3.82	8.7 1.027
1-4	3#10	4.84	9.0 1.014
1-4	3#11	5.97	9.3 1.000

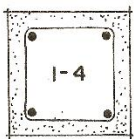
P axial	Pb	P min.	
397	112	45	TON
435	111	45	TON
477	110	44	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO 45 x 45 CM
 $f_c = 0.211$ $f_y = 2.81$ Ton/cm²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO 3.8 CM
 ZUNCHO #5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	1#8	1.00	7.3 1.043
1-4	1#11	1.99	7.9 1.056
1-4	3#8	3.00	8.3 1.040

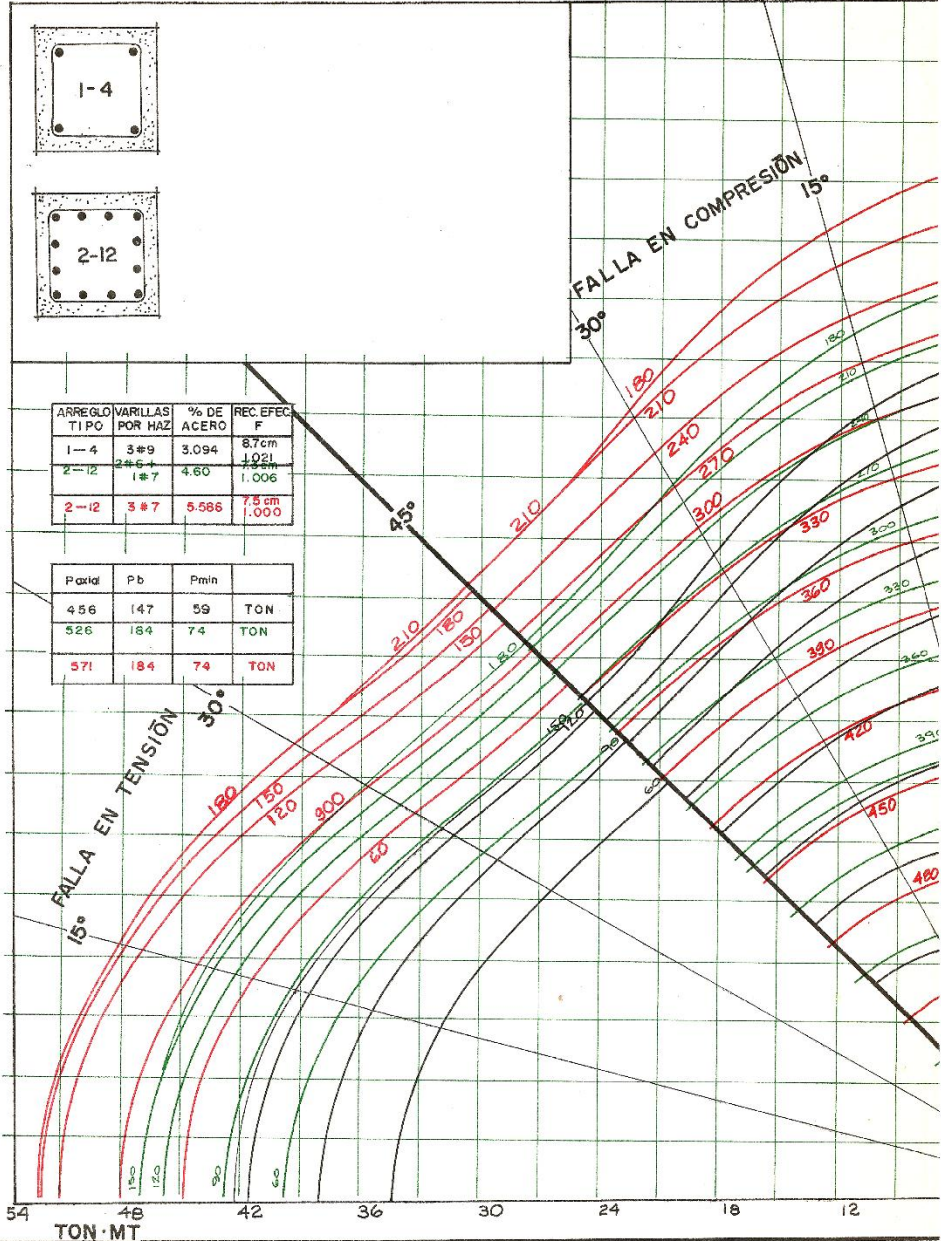
P axial	Pb	P min.	
291	116	46	TON
326	115	46	TON
366	114	46	TON





ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3#9	3.094	8.7cm
2-12	2#6 + 1#7	4.60	10.21
2-12	3#7	5.586	15.5cm

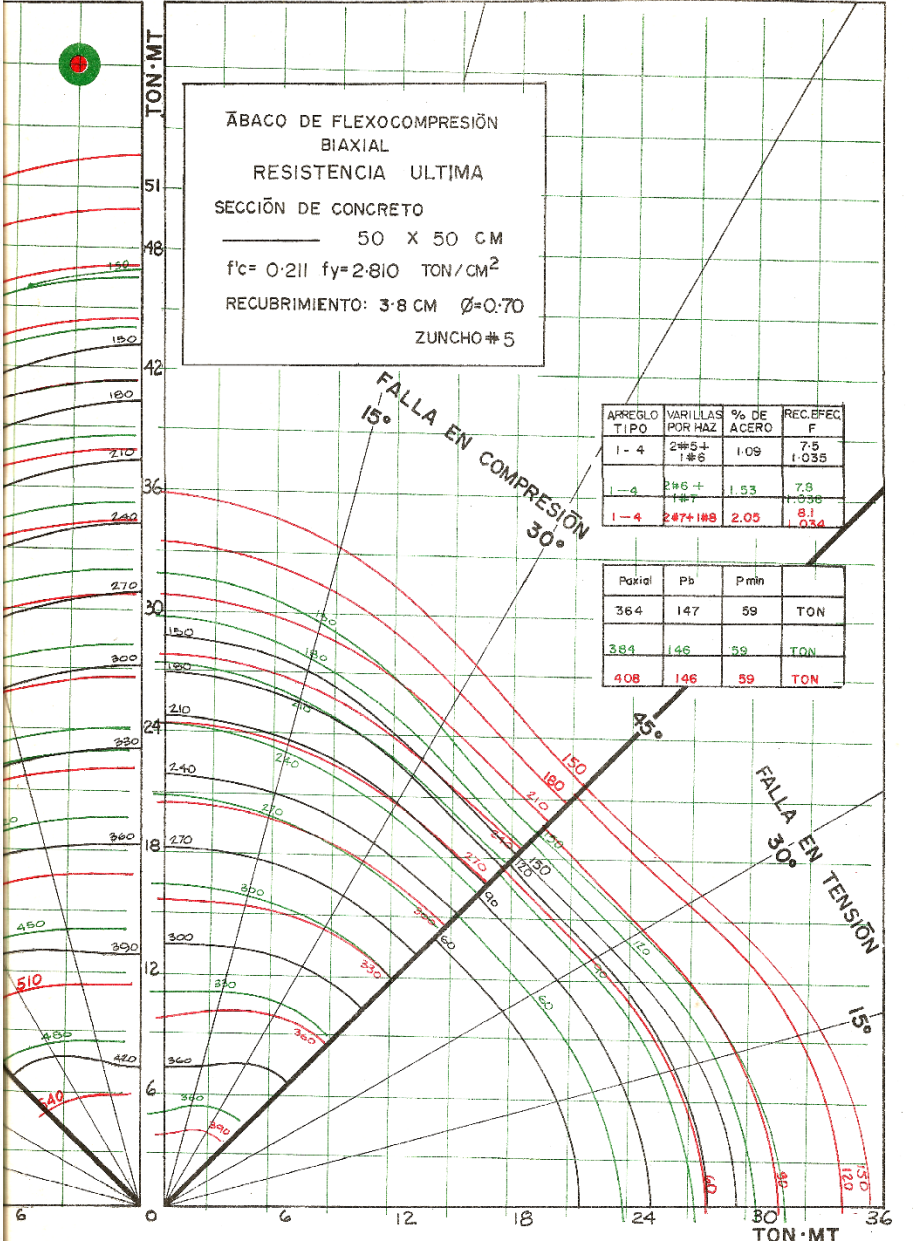
Paxid	Pb	Pmin	
456	147	59	TON
526	164	74	TON
571	184	74	TON

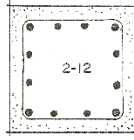
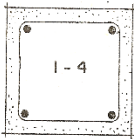


ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN
 BIAIXIAL
 RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 50 X 50 CM
 $f'c = 0.211$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 ZUNCHO #5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	2#5 + 1#6	1.09	7.5
1-4	2#6 + 1#7	1.53	7.9
1-4	2#7 + 1#8	2.05	8.1

Paxid	Pb	Pmin	
364	147	59	TON
384	146	59	TON
408	146	59	TON





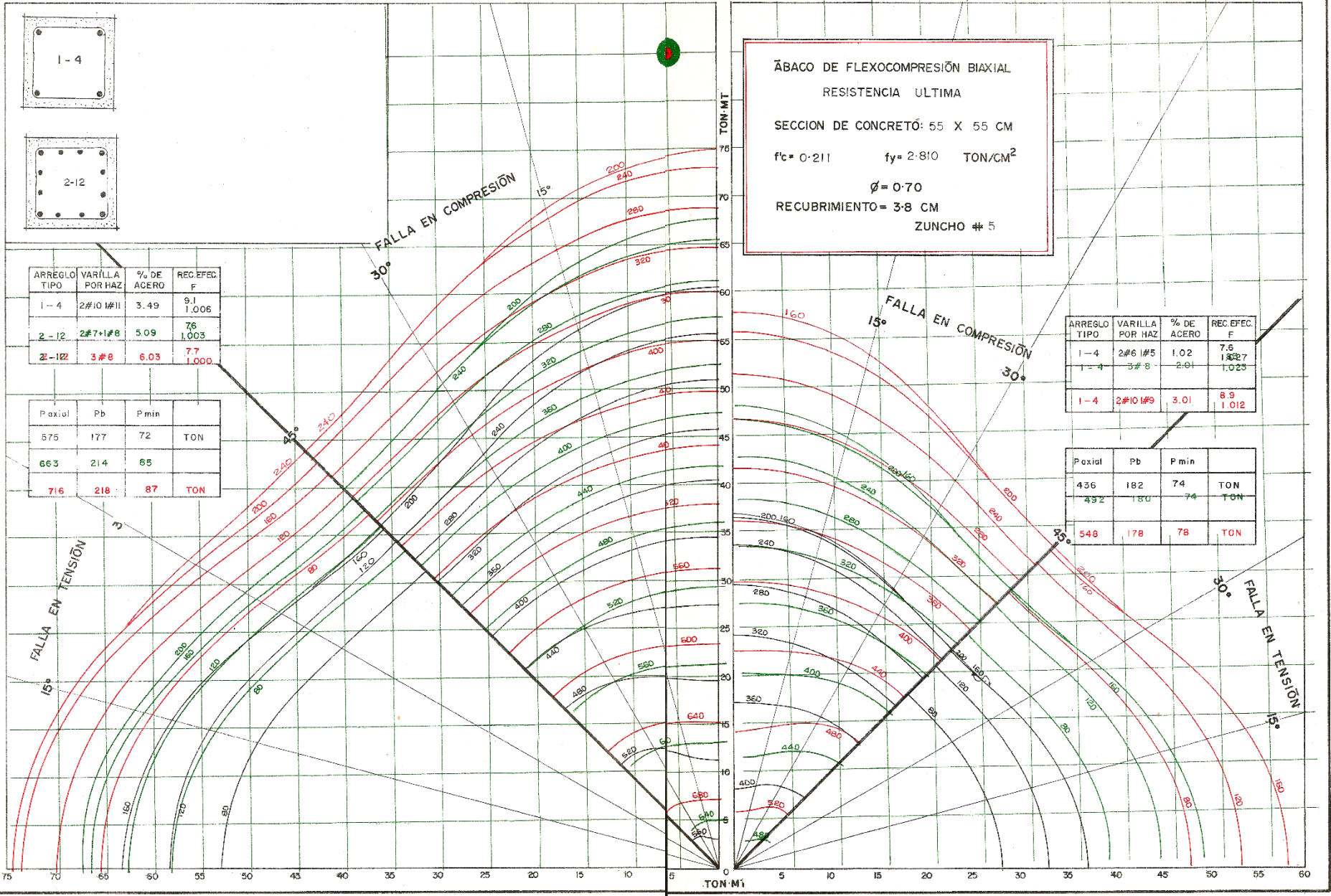
ARREGLO TIPO	VARILLA POR HAZ	% DE ACERO	REC.EFEC. F
1-4	2#10 #11	3.49	9.1 1.006
2-12	2#7+1#8	5.09	76 1.003
2-12	3#8	6.03	77 1.000

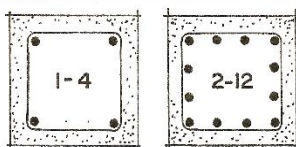
P axial	Pb	Pmin	
575	177	72	TON
663	214	85	
716	218	87	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCION DE CONCRETO: 55 X 55 CM
 $f_c = 0.211$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO = 3.8 CM
 ZUNCHO # 5

ARREGLO TIPO	VARILLA POR HAZ	% DE ACERO	REC.EFEC. F
1-4	2#6 #5	1.02	7.6 1.027
1-4	3#8	2.01	1.023
1-4	2#10 #9	3.01	8.9 1.012

P axial	Pb	Pmin	
436	182	74	TON
432	180	74	TON
548	178	78	TON





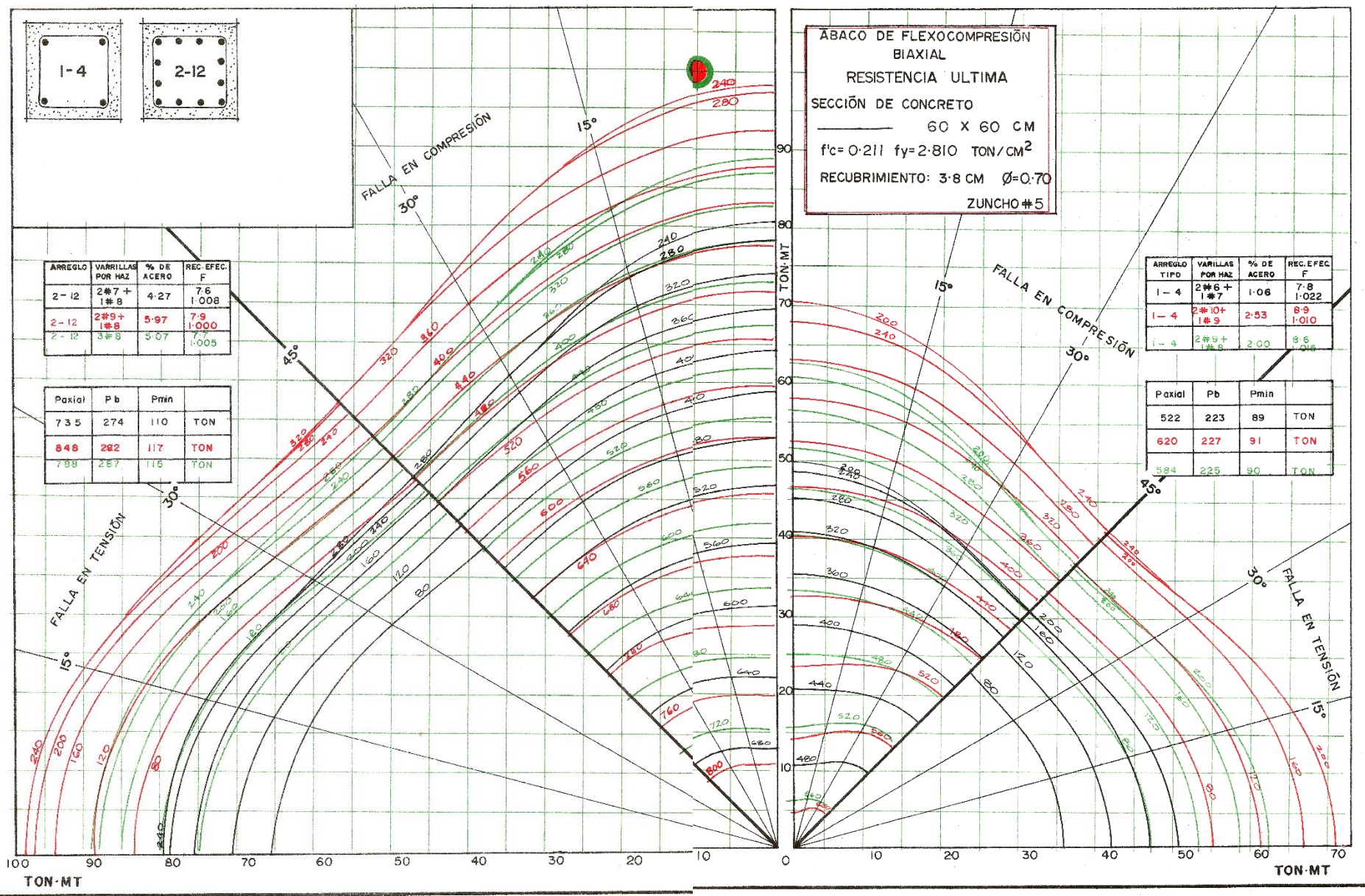
ABACO DE FLEXOCOMPRESIÓN
 BIAXIAL
 RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 60 X 60 CM
 $f_c = 0.211$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 ZUNCHO #5

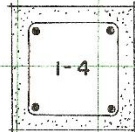
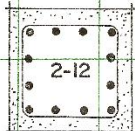
ARREGLO	VARRILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
2-12	2#7 + 1#8	4.27	7.6 1.008
2-12	2#9 + 1#8	5.97	7.9 1.000
2-12	3#8	5.07	7.7 1.005

Paxial	Pb	Pmin	
735	274	110	TON
848	282	117	TON
788	287	115	TON

ARREGLO TIPO	VARRILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	2#6 + 1#7	1.06	7.8 1.022
1-4	2#10 + 1#9	2.53	8.9 1.010
1-4	2#9 + 1#8	2.00	8.5 1.008

Paxial	Pb	Pmin	
522	223	89	TON
620	227	91	TON
584	225	90	TON





P axial	P b	P min.	
212	55	22	TON
227	54	21	TON
242	53	21	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
SECCIÓN DE CONCRETO
 30 X 30 CM
 $f'c = 0.281$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 ZUNCHO #5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	RECUB. EFEC F
1-4	3#6	3.8	7.7 cm 1.028
1-4	2#7+1#6	4.71	7.9 cm 1.015
1-4	2#7+1#8	5.7	8.1 cm 0.999

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	RECUB. EFEC F
1-4	1#6	1.266	7.1 cm 1.058
1-4	1#6	2.252	7.3 cm 1.045
1-4	1#9	2.965	7.4 cm 1.043

P axial	P b	P min.	
171	58	23	TON
187	57	23	TON
197	56	22	TON

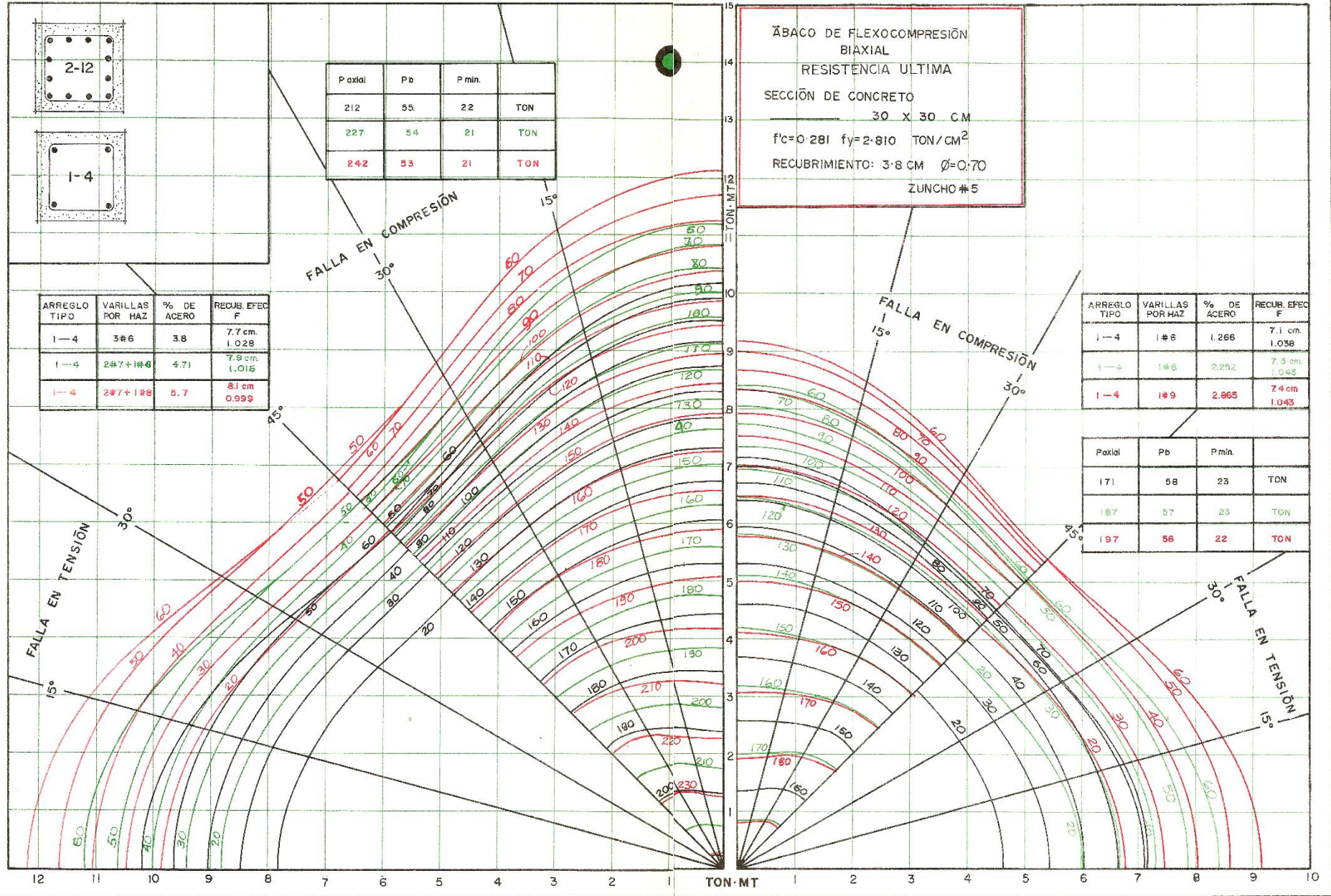
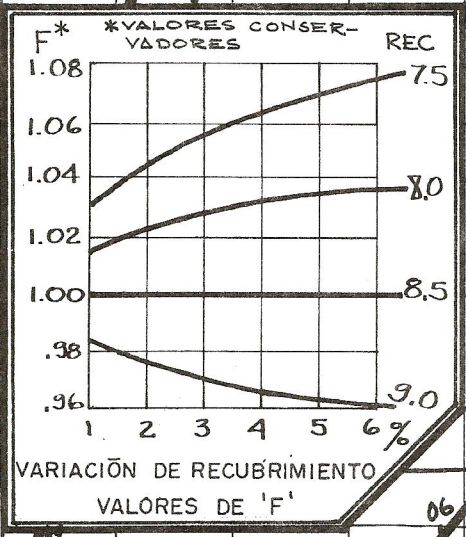
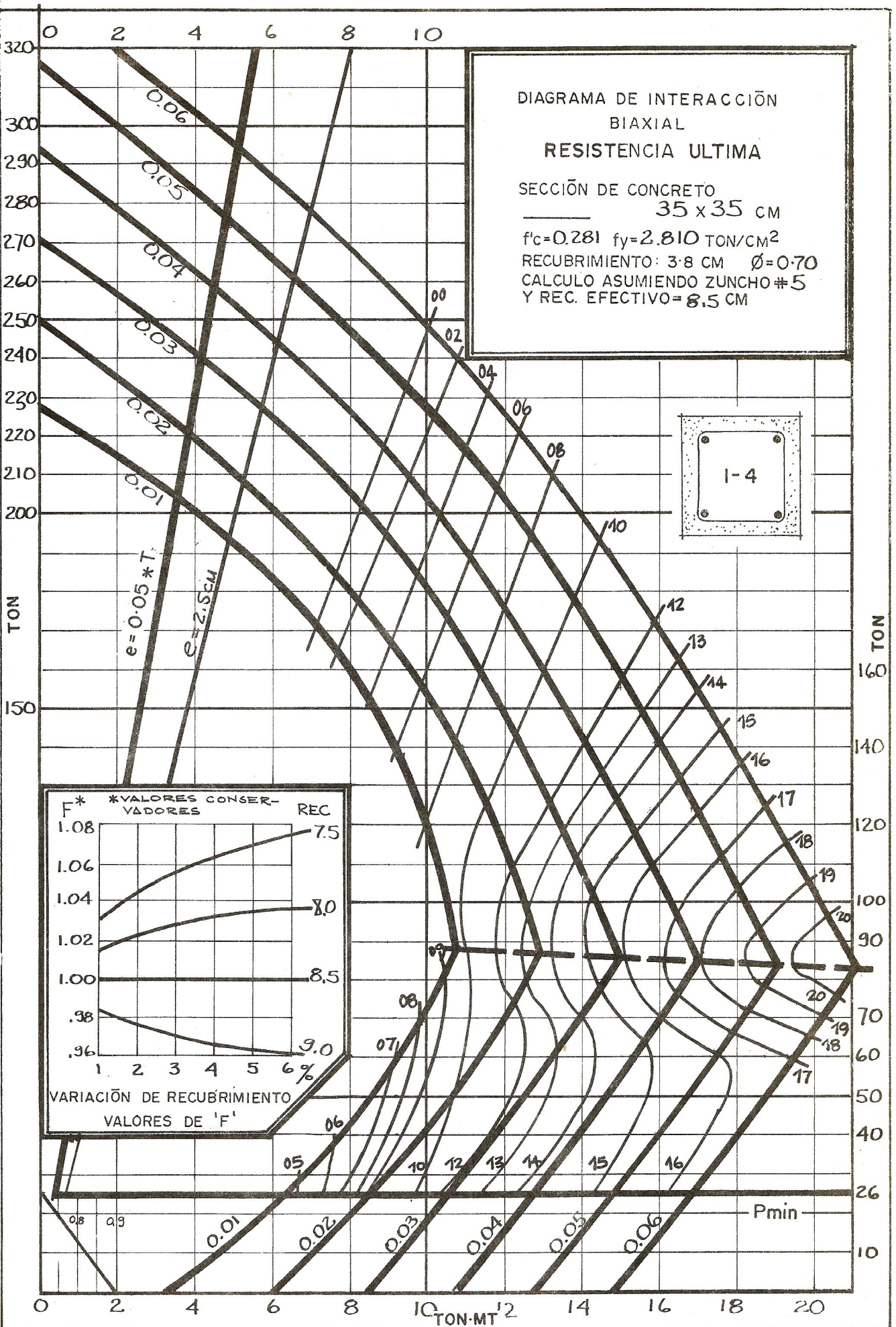
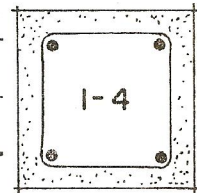


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
35 x 35 cm
f'_c=0.281 fy=2.810 TON/CM²
RECUBRIMIENTO: 3.8 cm Ø=0.70
CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO=8.5 CM





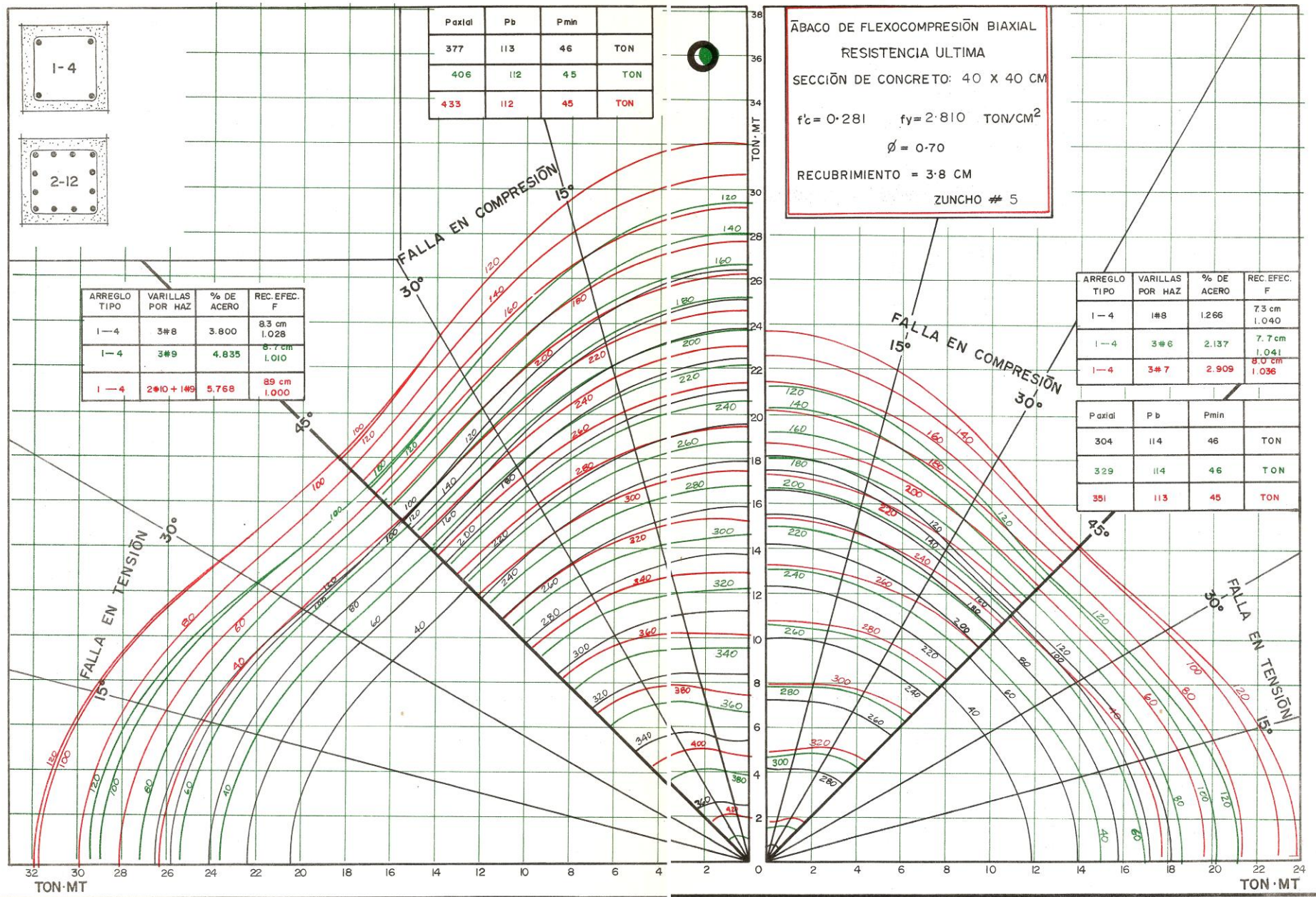
P axial	P b	P min	
377	113	46	TON
406	112	45	TON
433	112	45	TON

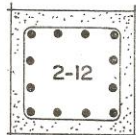
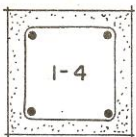
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3#8	3.800	83 cm 1.028
1-4	3#9	4.835	87 cm 1.010
1-4	2#10 + 1#9	5.768	89 cm 1.000

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAIXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
SECCIÓN DE CONCRETO: 40 X 40 CM
 $f_c = 0.281$ $f_y = 2.810 \text{ TON/CM}^2$
 $\phi = 0.70$
RECUBRIMIENTO = 3.8 CM
ZUNCHO # 5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	1#8	1.266	7.3 cm 1.040
1-4	3#6	2.137	7.7 cm 1.041
1-4	3#7	2.909	8.0 cm 1.036

P axial	P b	P min	
304	114	46	TON
329	114	46	TON
351	113	45	TON





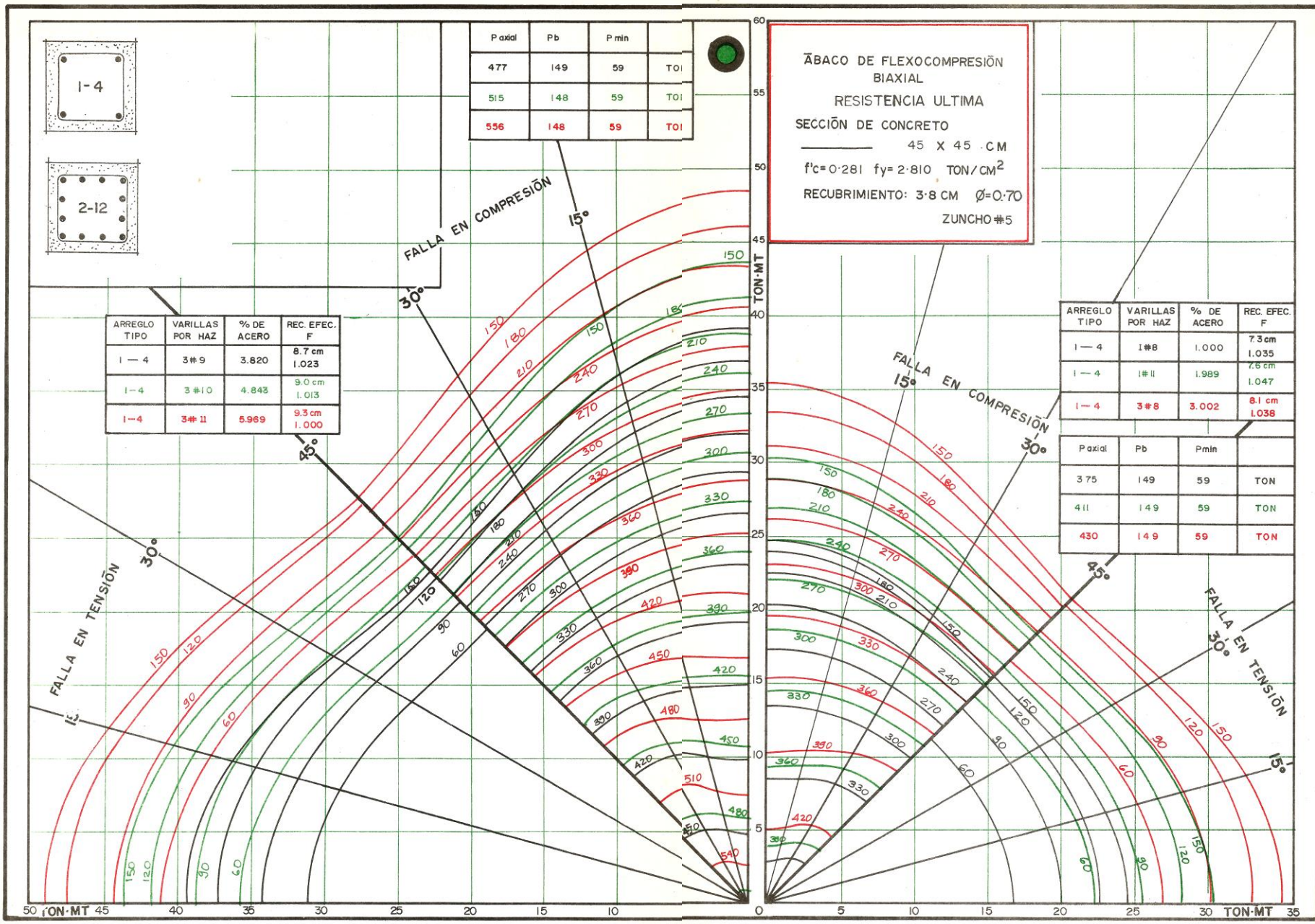
P axial	P b	P min	
477	149	59	TOI
515	148	59	TOI
556	148	59	TOI

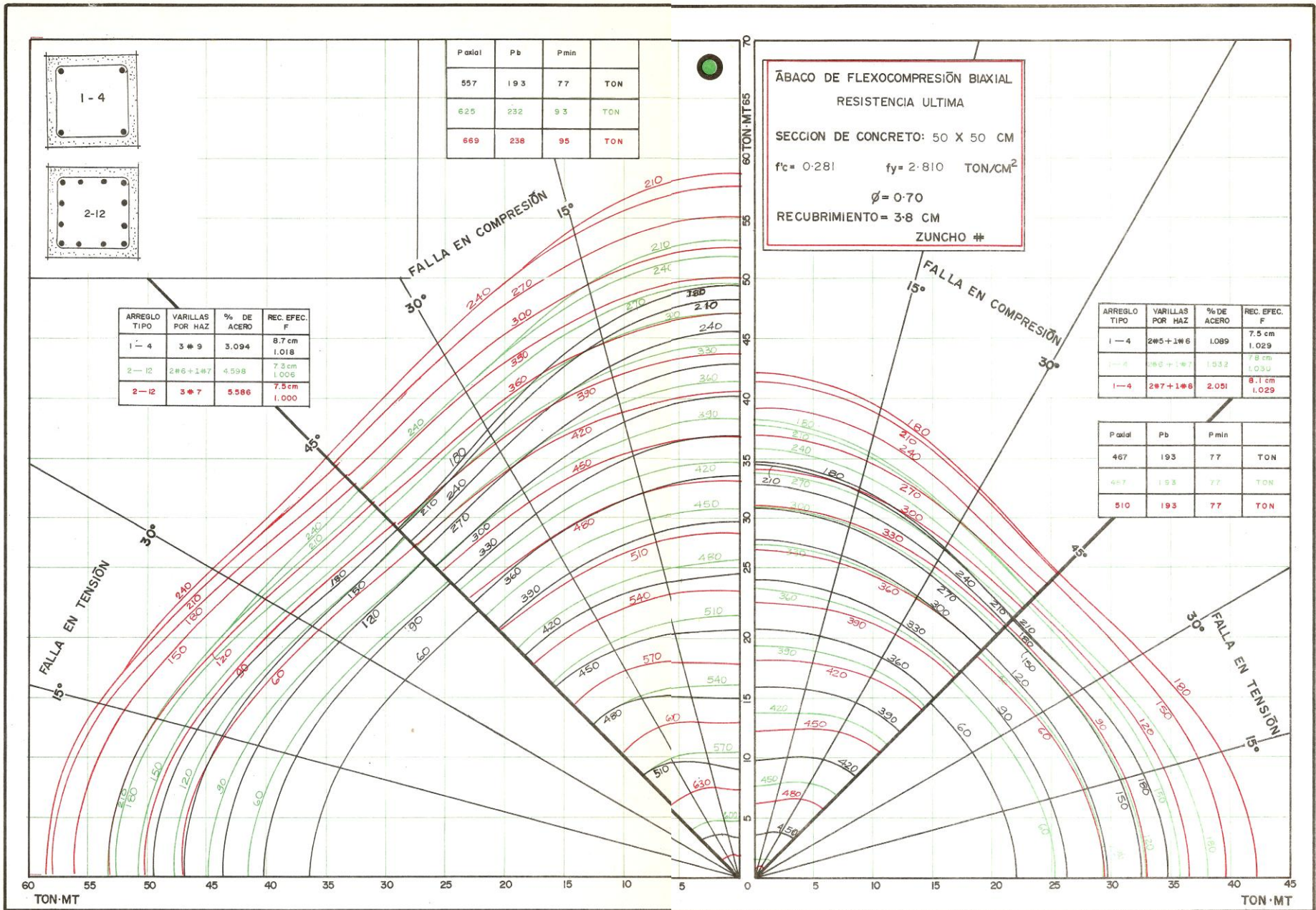
ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
SECCIÓN DE CONCRETO
 45 X 45 .CM
 $f'c = 0.281$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 ZUNCHO #5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3#9	3.820	8.7 cm 1.023
1-4	3#10	4.843	9.0 cm 1.013
1-4	3#11	5.969	9.3 cm 1.000

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	1#8	1.000	7.3 cm 1.035
1-4	1#11	1.989	7.6 cm 1.047
1-4	3#8	3.002	8.1 cm 1.038

P axial	P b	P min	
375	149	59	TON
411	149	59	TON
430	149	59	TON







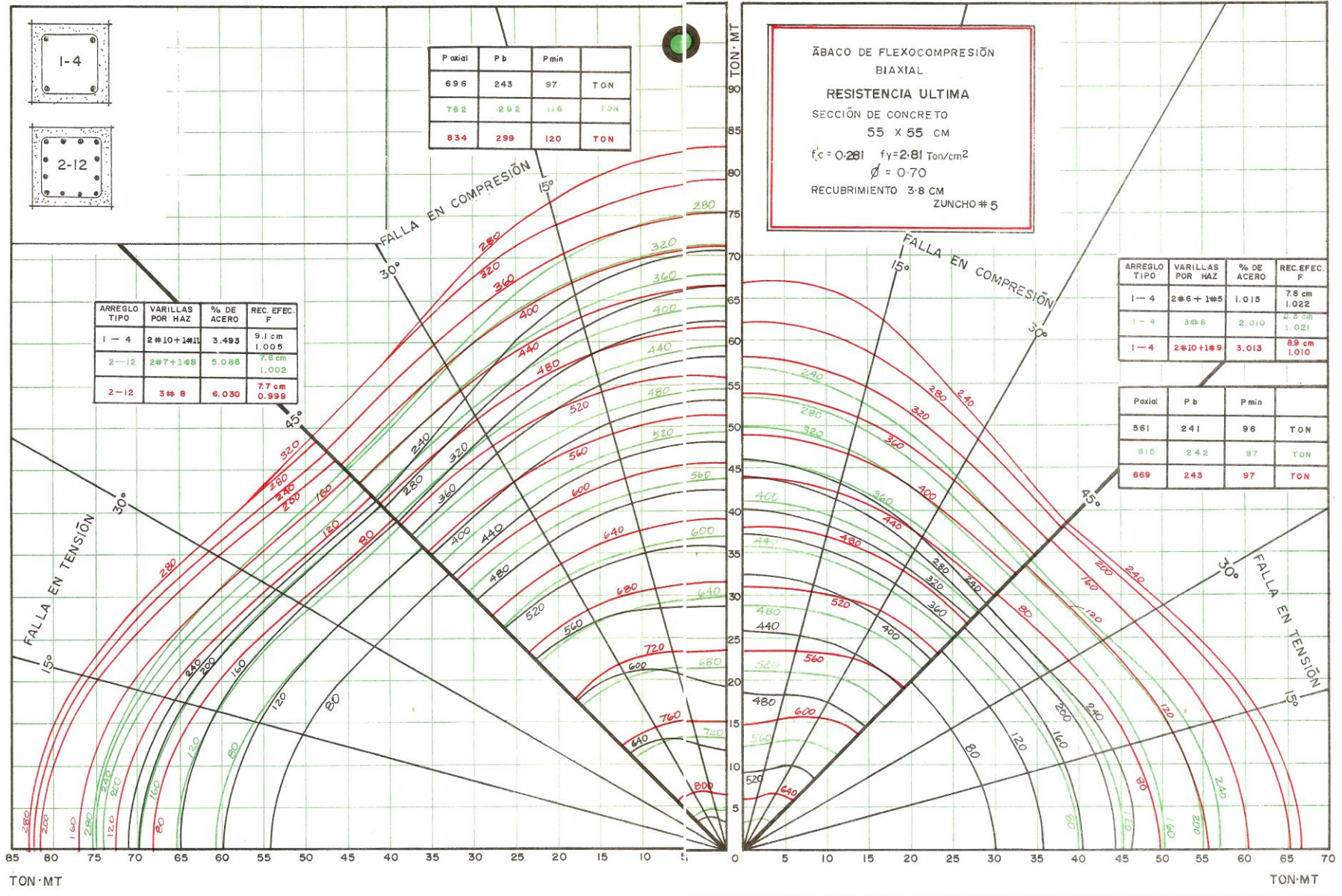
P axial	P b	P min	
696	243	97	TON
782	292	116	TON
834	299	120	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 55 X 55 CM
 $f'_c = 0.281$ $f_y = 2.81$ Ton/cm²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO 3.8 CM
 ZUNCHO # 5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	2#10+1#11	3.493	9.1 cm 1.005
2-12	2#7+1#8	5.088	7.8 cm 1.002
2-12	3#8	6.030	7.7 cm 0.999

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	2#6+1#5	1.015	7.6 cm 1.022
1-4	3#6	2.010	7.3 cm 1.021
1-4	2#10+1#9	3.013	8.9 cm 1.010

P axial	P b	P min	
561	241	96	TON
615	242	97	TON
669	245	97	TON





1-4



2-12

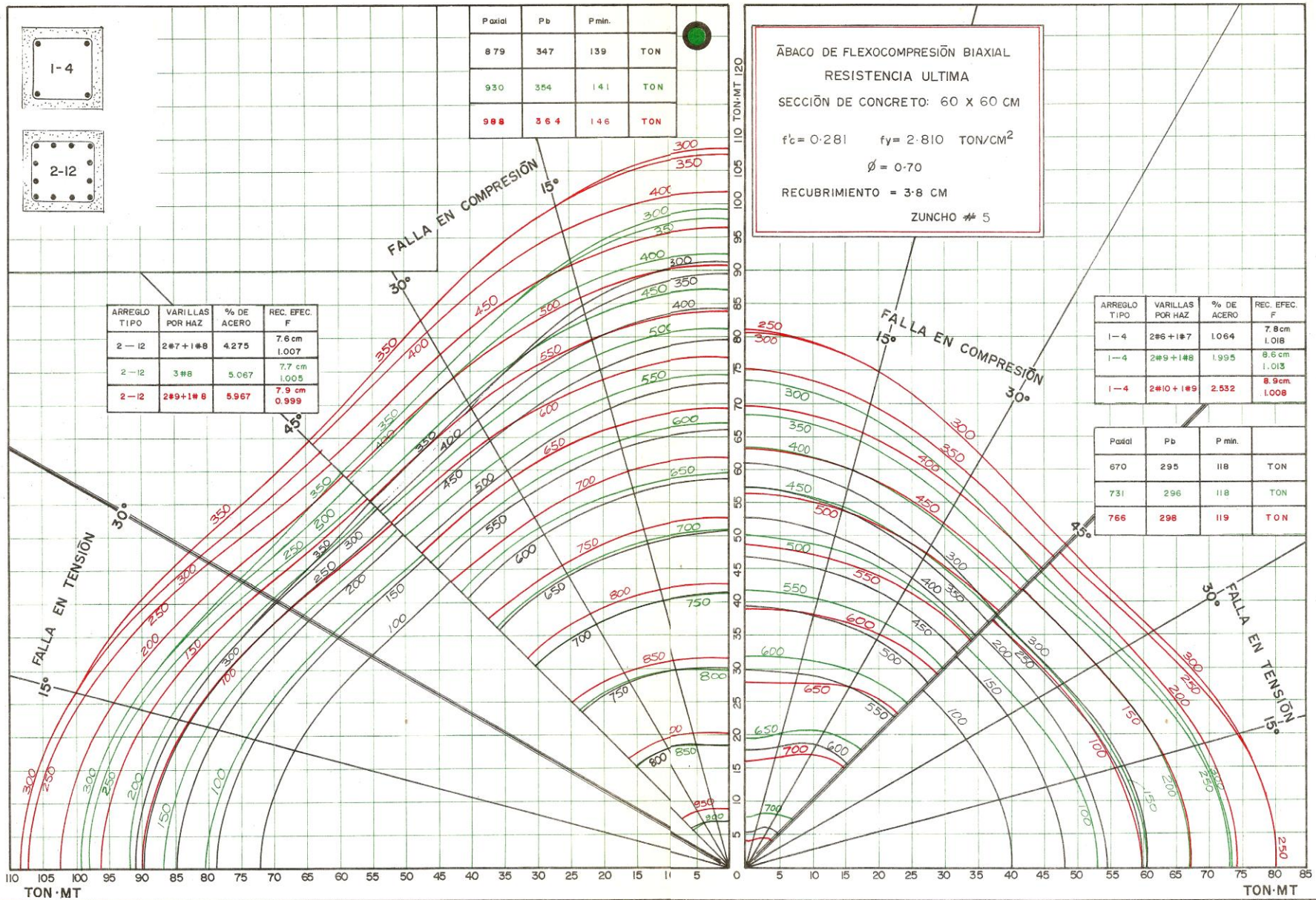
P axial	P b	P mín.	
879	347	139	TON
930	354	141	TON
988	364	146	TON

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
2-12	2#7+1#8	4.275	7.6 cm 1.007
2-12	3#8	5.067	7.7 cm 1.005
2-12	2#9+1#8	5.967	7.9 cm 0.999

ĀBACO DE FLEXOCOMPRESI3N BIAIXAL
 RESISTENCIA ULTIMA
 SECCI3N DE CONCRETO: 60 X 60 CM
 $f_t = 0.281$ $f_y = 2.810 \text{ TON/CM}^2$
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO = 3.8 CM
 ZUNCHO # 5

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	2#6+1#7	1.064	7.8 cm 1.018
1-4	2#9+1#8	1.995	8.6 cm 1.013
1-4	2#10+1#9	2.532	8.9 cm 1.008

P axial	P b	P mín.	
670	295	118	TON
731	296	118	TON
766	298	119	TON





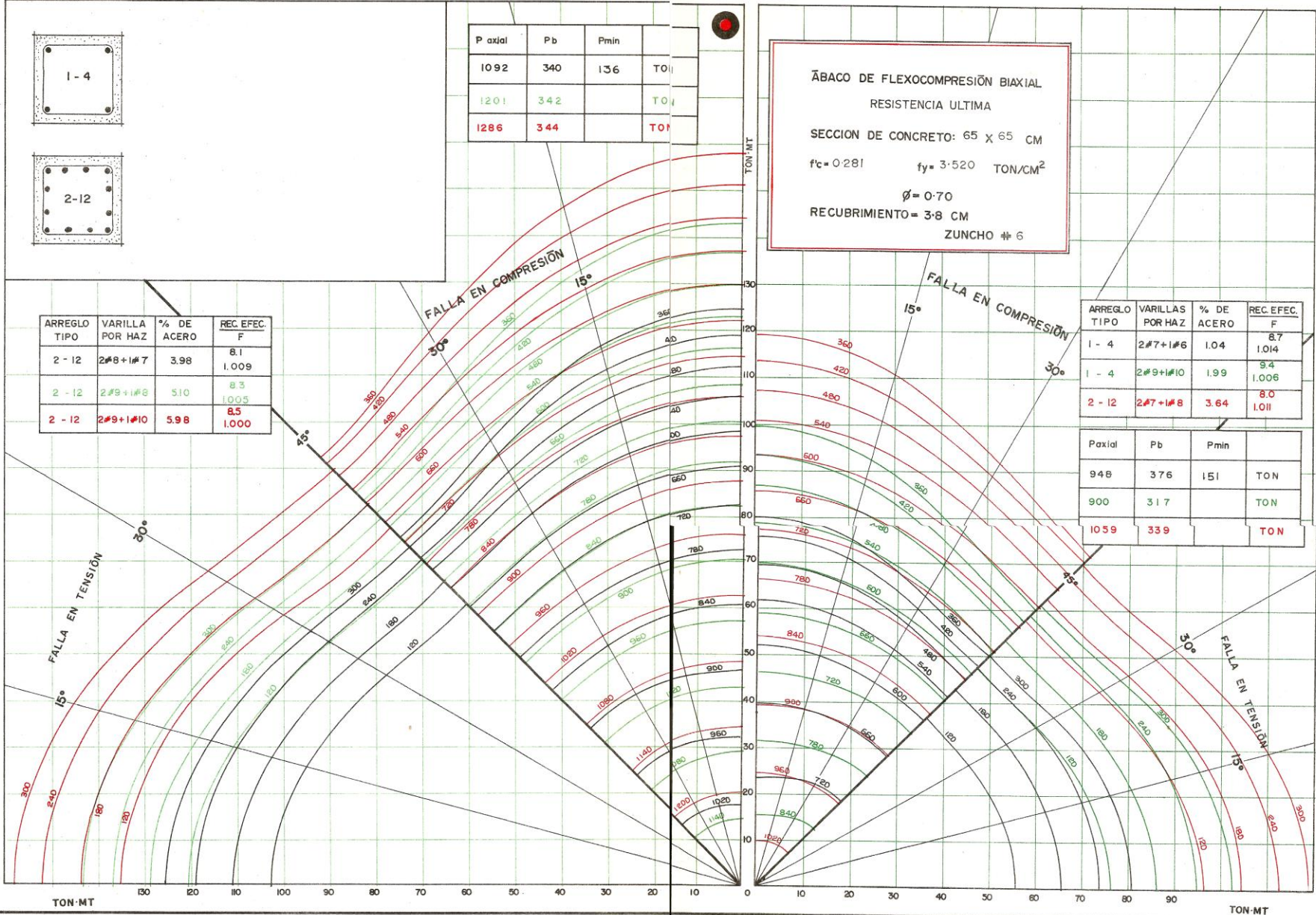
P axial	Pb	Pmin	
1092	340	136	TON
1201	342		TON
1286	344		TON

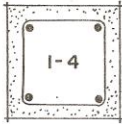
ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAIXIAL
 RESISTENCIA ULTIMA
 SECCION DE CONCRETO: 65 X 65 CM
 $f_c = 0.281$ $f_y = 3.520$ TON/CM²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO = 3.8 CM
 ZUNCHO # 6

ARREGLO TIPO	VARILLA POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
2 - 12	2#8 + 1#7	3.98	8.1 1.009
2 - 12	2#9 + 1#8	5.10	8.3 1.005
2 - 12	2#9 + 1#10	5.98	8.5 1.000

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1 - 4	2#7 + 1#6	1.04	8.7 1.014
1 - 4	2#9 + 1#10	1.99	9.4 1.006
2 - 12	2#7 + 1#8	3.64	8.0 1.011

P axial	Pb	Pmin	
948	376	151	TON
900	317		TON
1059	339		TON





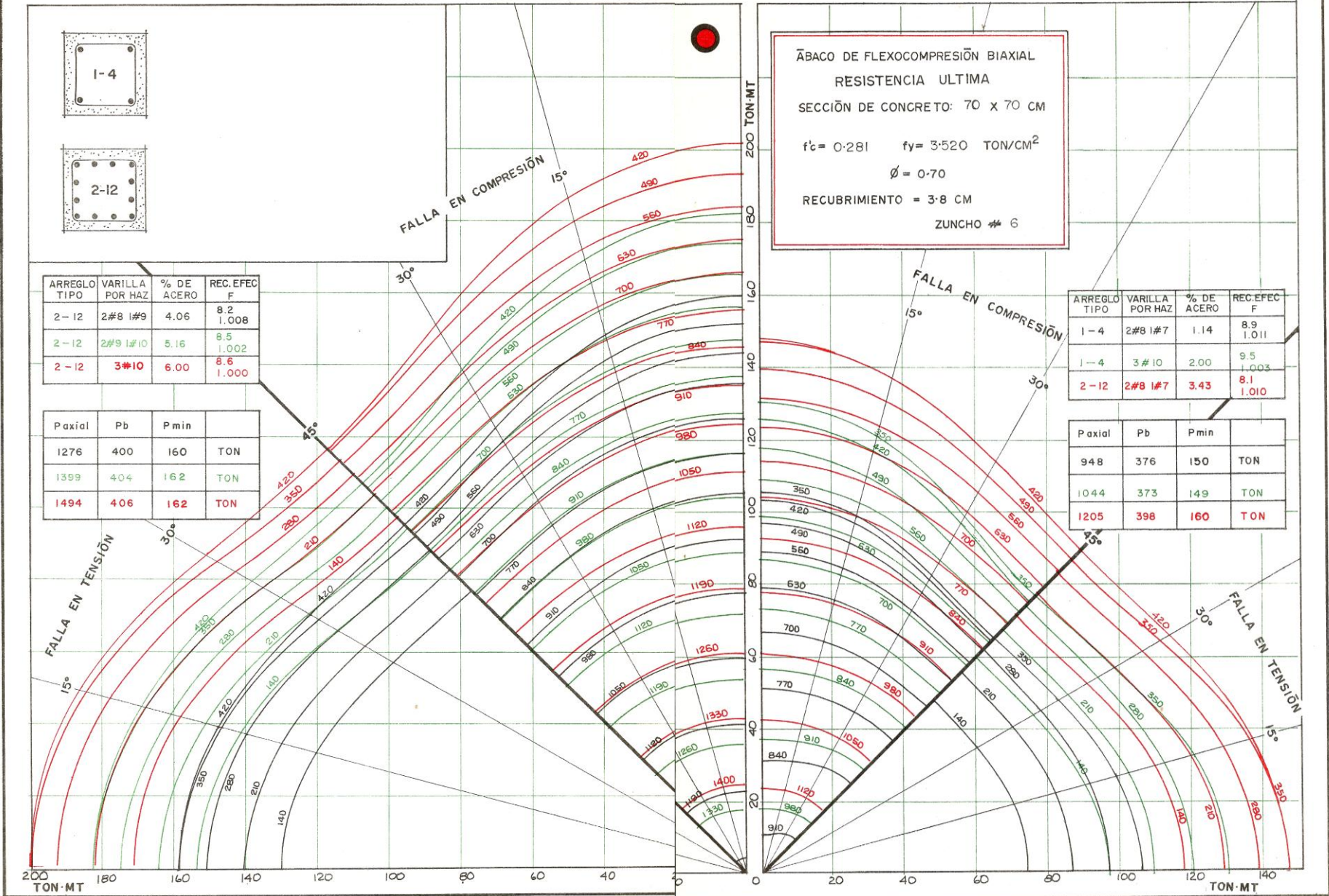
ARREGLO TIPO	VARILLA POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC F
2-12	2#8 1#9	4.06	8.2 1.008
2-12	2#9 1#10	5.16	8.5 1.002
2-12	3#10	6.00	8.6 1.000

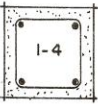
Paxial	Pb	Pmin	TON
1276	400	160	TON
1399	404	162	TON
1494	406	162	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAIXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO: 70 X 70 CM
 $f'_c = 0.281$ $f_y = 3.520 \text{ TON/CM}^2$
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO = 3.8 CM
 ZUNCHO # 6

ARREGLO TIPO	VARILLA POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC F
1-4	2#8 1#7	1.14	8.9 1.011
1-4	3#10	2.00	9.5 1.003
2-12	2#8 1#7	3.43	8.1 1.010

Paxial	Pb	Pmin	TON
948	376	150	TON
1044	373	149	TON
1205	398	160	TON





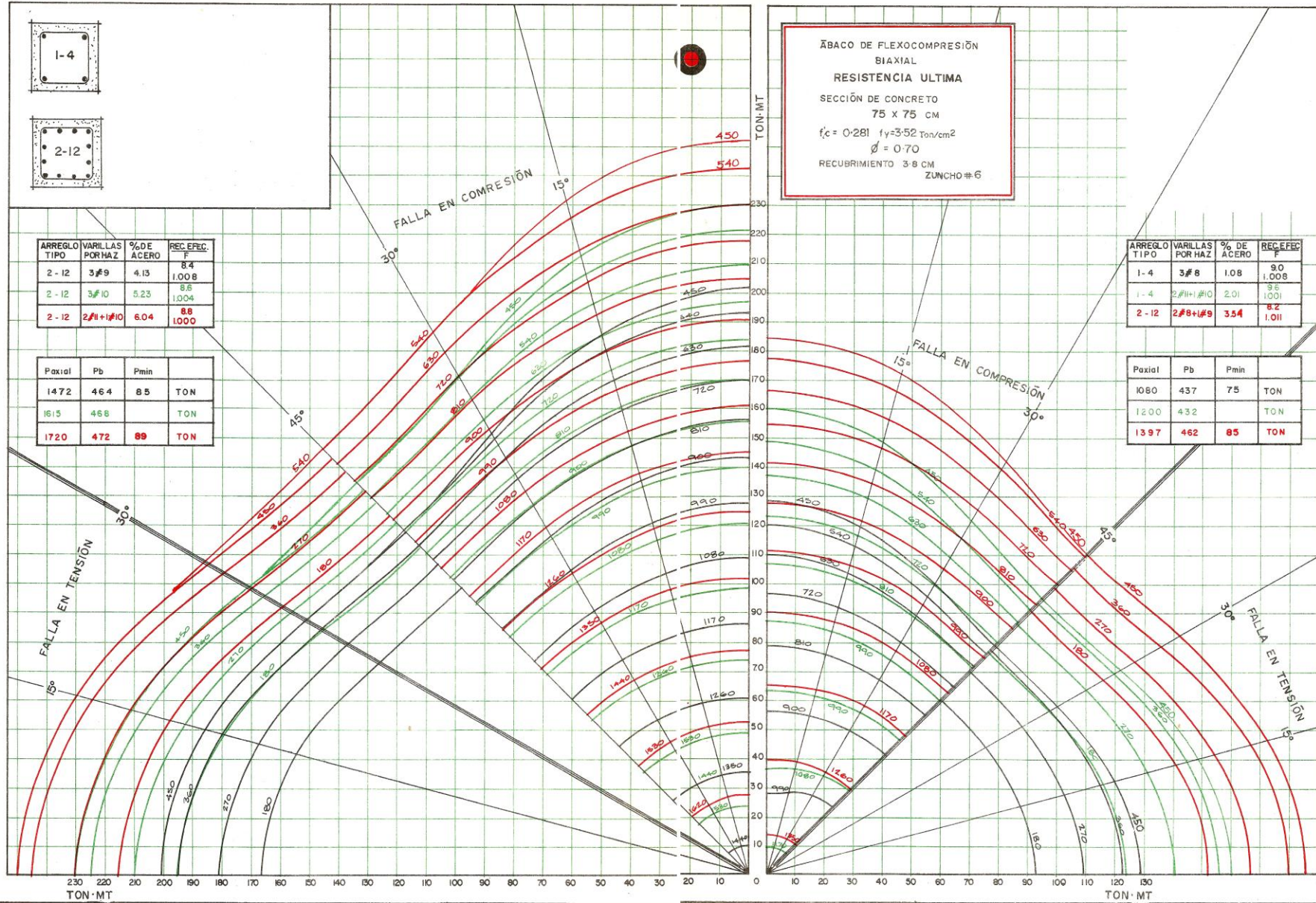
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
2-12	3#9	4.13	8.4 1.008
2-12	3#10	5.23	8.6 1.004
2-12	2#11+1#10	6.04	8.8 1.000

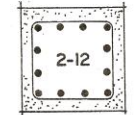
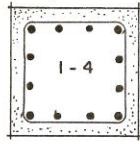
Paxial	Pb	Pmin	TON
1472	464	85	TON
1615	468		TON
1720	472	89	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 75 X 75 CM
 $f'_c = 0.281$ $f_y = 3.52$ Ton/cm²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO 3.8 CM
 ZUNCHO #6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3#8	1.08	9.0 1.008
1-4	2#11+1#10	2.01	9.6 1.001
2-12	2#8+1#9	3.54	8.2 1.011

Paxial	Pb	Pmin	TON
1080	437	75	TON
1200	432		TON
1397	462	85	TON





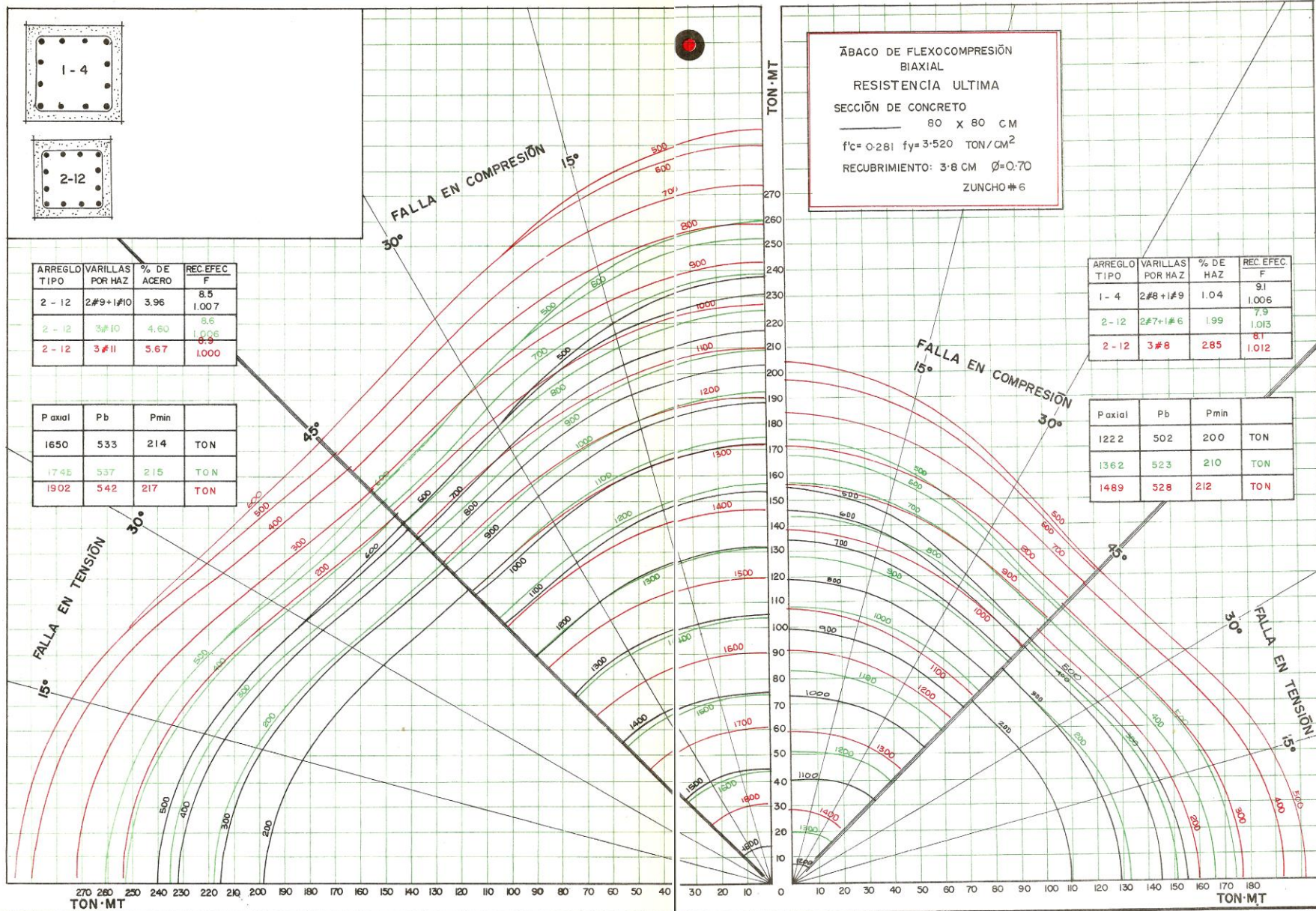
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC EFEC F
2 - 12	2#9+1#10	3.96	8.5 1.007
2 - 12	3#10	4.60	8.6 1.006
2 - 12	3#11	5.67	8.3 1.000

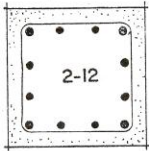
P axial	P b	P min	
1650	533	214	TON
1745	537	215	TON
1902	542	217	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 80 X 80 CM
 $f'c = 0.281$ $f_y = 3.520$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 ZUNCHO #6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE HAZ	REC EFEC F
1 - 4	2#8+1#9	1.04	91 1.006
2 - 12	2#7+1#6	1.99	7.9 1.013
2 - 12	3#8	2.85	8.1 1.012

P axial	P b	P min	
1222	502	200	TON
1362	523	210	TON
1489	528	212	TON





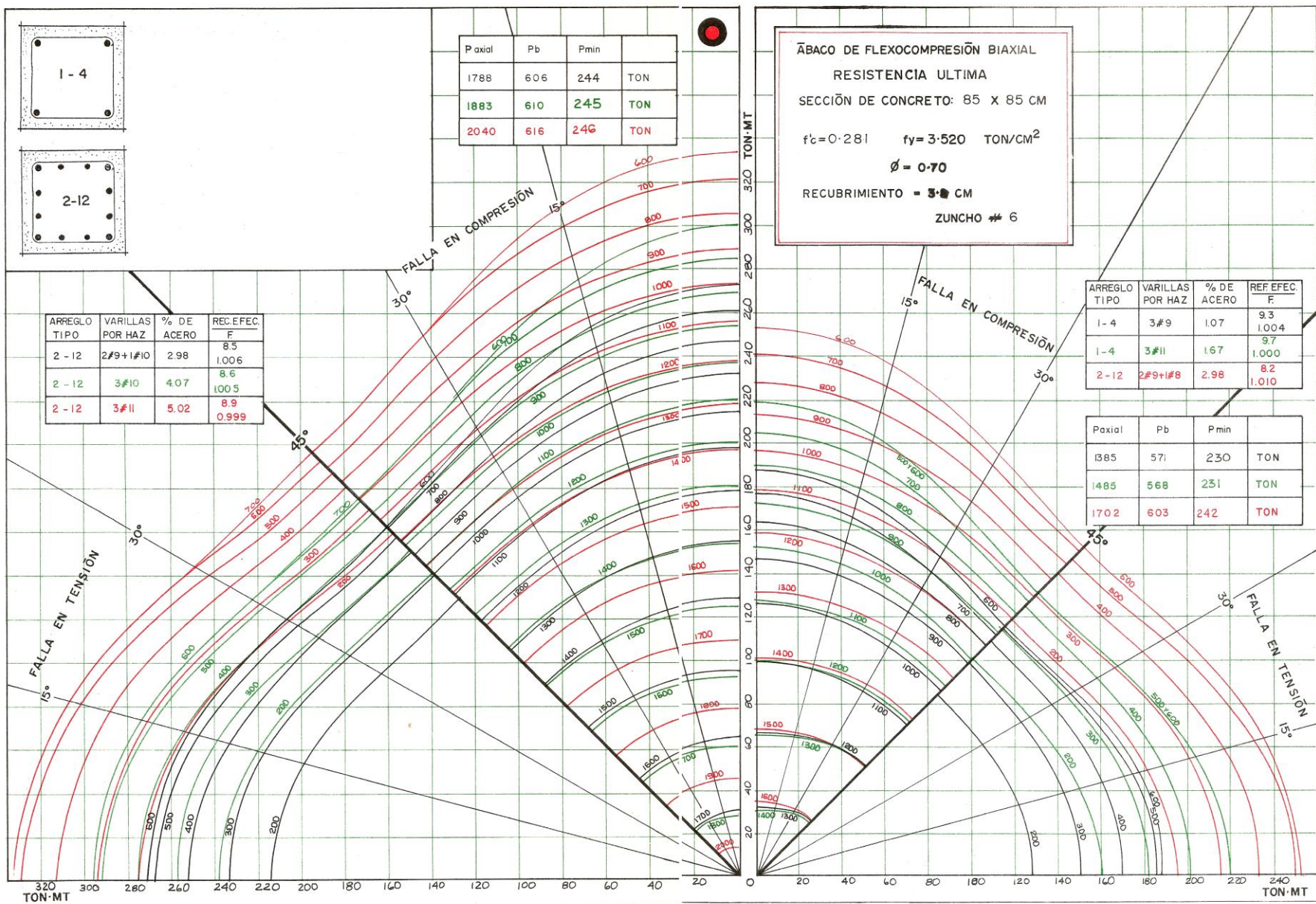
P axial	Pb	Pmin	
1788	606	244	TON
1883	610	245	TON
2040	616	246	TON

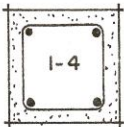
ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAIXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO: 85 X 85 CM
 $f'_c = 0.281$ $f_y = 3.520$ TON/CM²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO = 3.0 CM
 ZUNCHO # 6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC.EFEC. F
2 - 12	2#9+1#10	2.98	8.5 1.006
2 - 12	3#10	4.07	8.6 100.5
2 - 12	3#11	5.02	8.9 0.999

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REF.EFEC. F
1 - 4	3#9	1.07	9.3 1.004
1 - 4	3#11	1.67	9.7 1.000
2 - 12	2#9+1#8	2.98	8.2 1.010

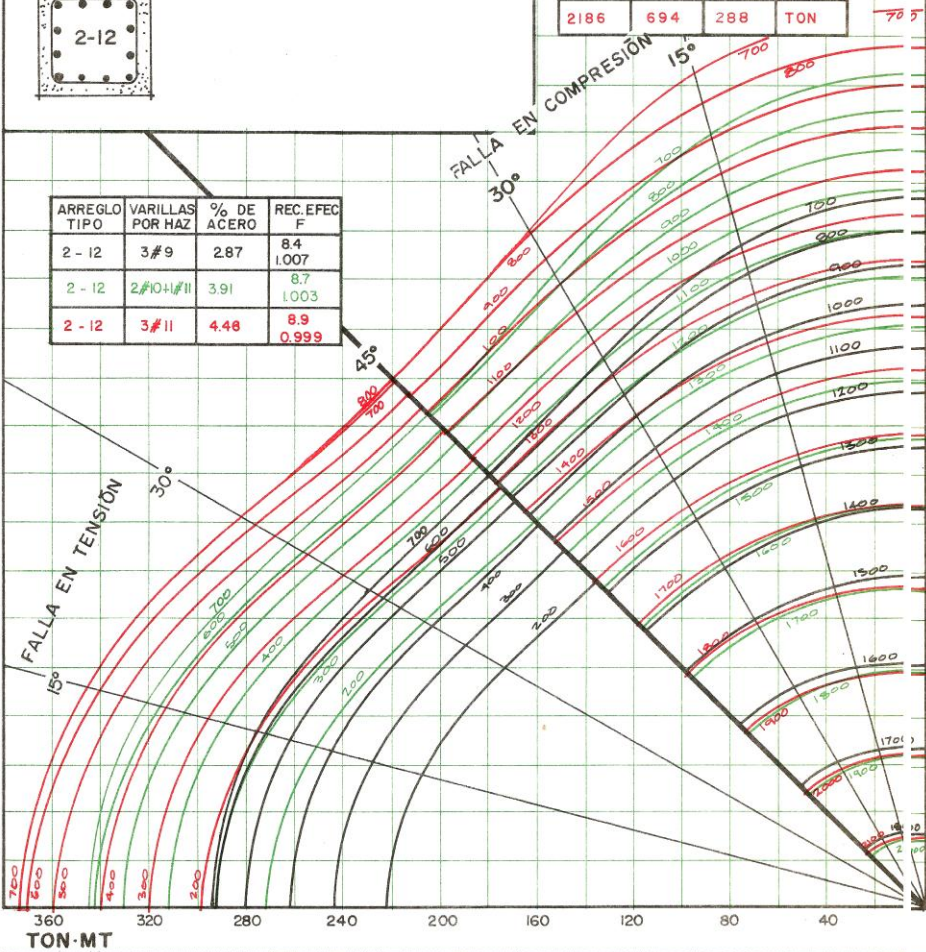
P axial	Pb	Pmin	
1385	571	230	TON
1485	568	231	TON
1702	603	242	TON





P axial	Pb	Pmin	
1887	681	273	TON
2082	689	276	TON
2186	694	288	TON

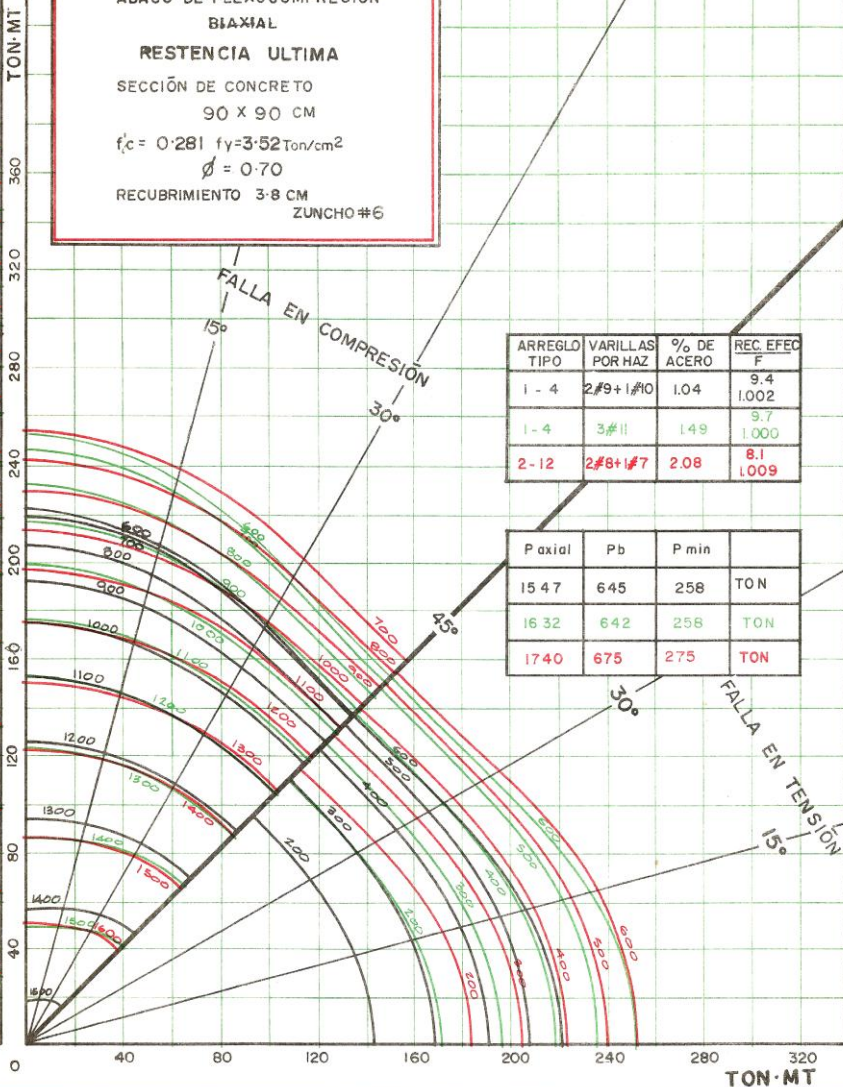
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC F
2 - 12	3#9	2.87	8.4
2 - 12	2#10+1#11	3.91	8.7
2 - 12	3#11	4.48	8.9

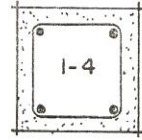


ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAJIAL
RESTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO 90 X 90 CM
 $f'_c = 0.281$ $f_y = 3.52 \text{ Ton/cm}^2$
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO 3.8 CM
 ZUNCHO #6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC F
1 - 4	2#9+1#10	1.04	9.4
1 - 4	3#11	1.49	9.7
2 - 12	2#8+1#7	2.08	8.1

P axial	Pb	P min	
1547	645	258	TON
1632	642	256	TON
1740	675	275	TON





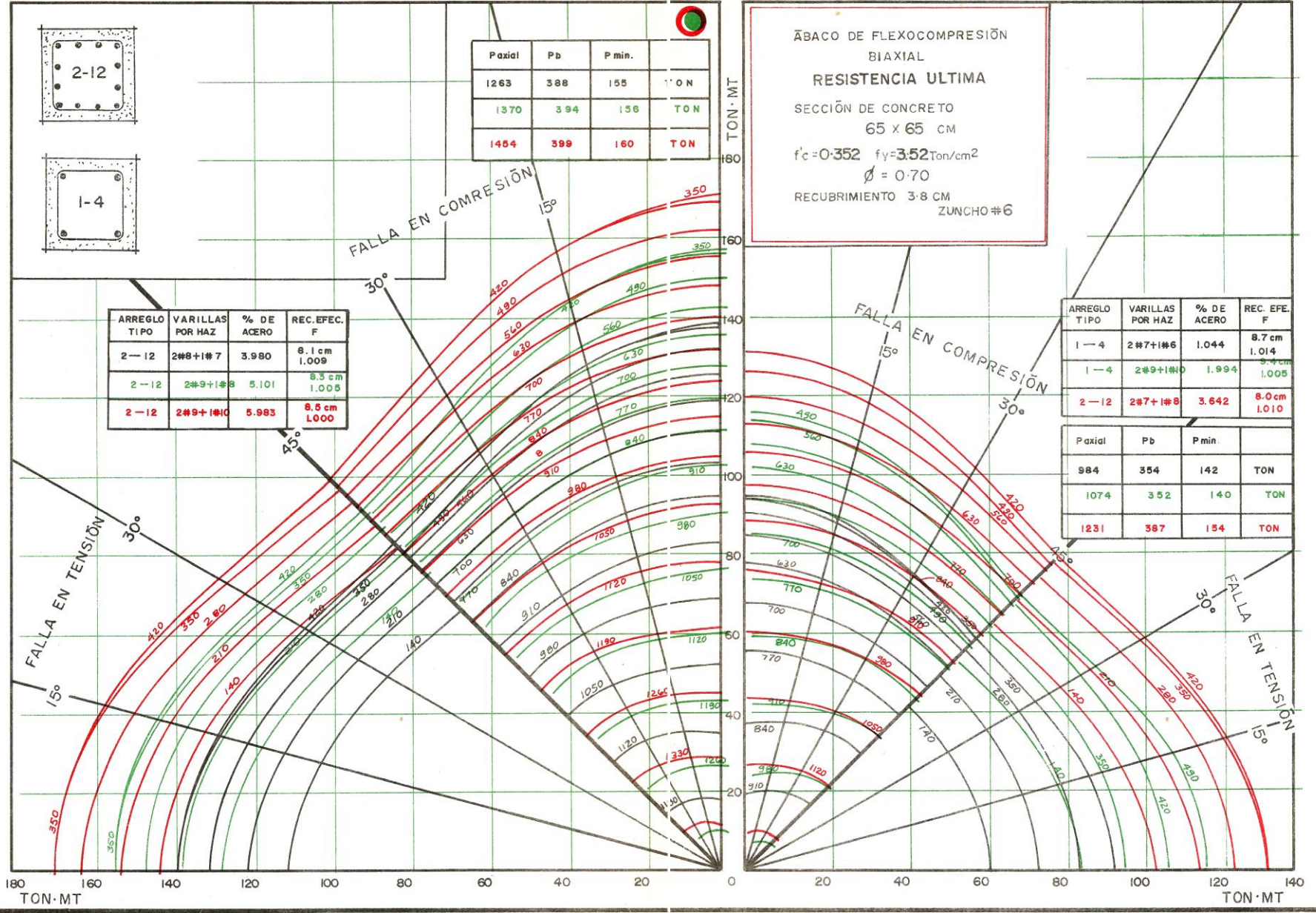
P axial	P b	P min.	
1263	388	155	TON
1370	394	156	TON
1454	399	160	TON

ĀBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO 65 X 65 CM
 $f'_c = 0.352$ $f_y = 3.52$ Ton/cm²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO 3.8 CM ZUNCHO #6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC.EFEC. F
2-12	2#8+1#7	3.980	8.1 cm 1.009
2-12	2#9+1#8	5.101	8.3 cm 1.005
2-12	2#9+1#10	5.983	8.5 cm 1.000

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFE. F
1-4	2#7+1#6	1.044	8.7 cm 1.014
1-4	2#9+1#8	1.994	9.9 cm 1.005
2-12	2#7+1#8	3.642	8.0 cm 1.010

P axial	P b	P min.	
984	354	142	TON
1074	352	140	TON
1231	387	154	TON





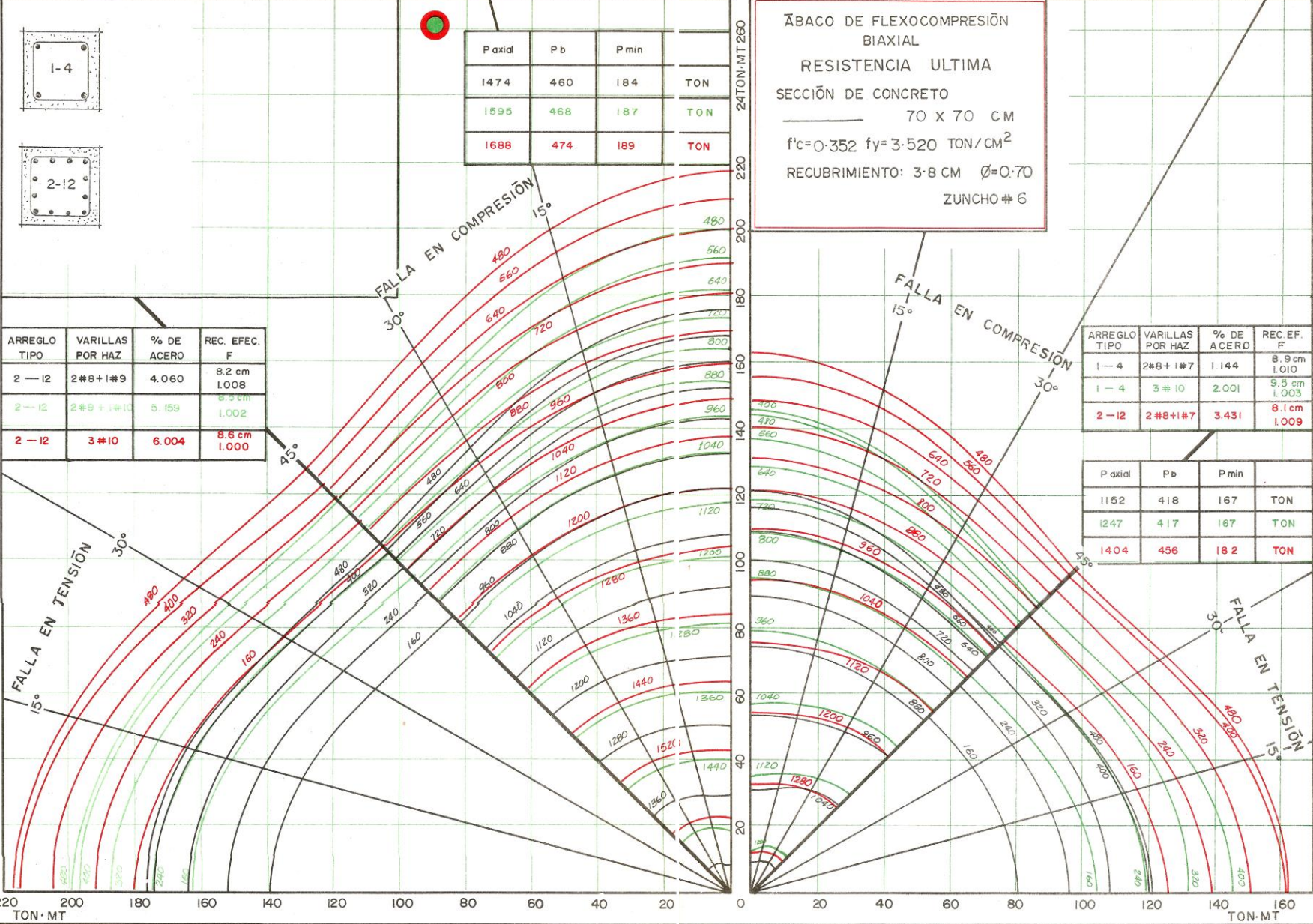
P axial	P b	P min	
1474	460	184	TON
1595	468	187	TON
1688	474	189	TON

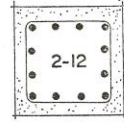
ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 70 X 70 CM
 $f'_c = 0.352$ $f_y = 3.520$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 ZUNCHO # 6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
2-12	2#8+1#9	4.060	8.2 cm 1.008
2-12	2#9+1#10	5.159	8.5 cm 1.002
2-12	3#10	6.004	8.6 cm 1.000

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EF. F
1-4	2#8+1#7	1.144	8.9 cm 1.010
1-4	3#10	2.001	9.5 cm 1.003
2-12	2#8+1#7	3.431	8.1 cm 1.009

P axial	P b	P min	
1152	418	167	TON
1247	417	167	TON
1404	456	182	TON





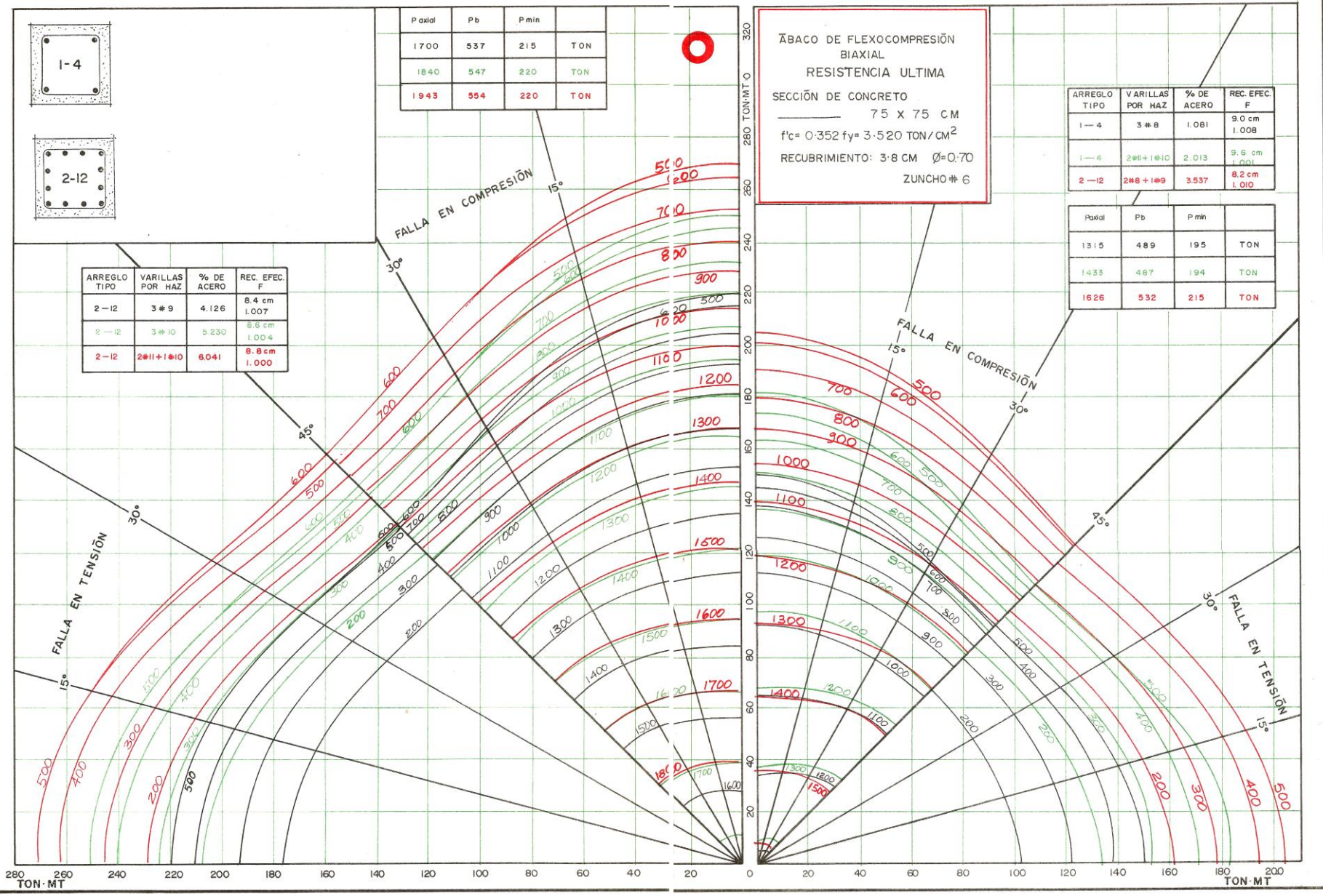
P axial	Pb	P min	
1700	537	215	TON
1840	547	220	TON
1943	554	220	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 75 X 75 CM
 $f'c = 0.352$ $f_y = 3.520$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.70$
 ZUNCHO # 6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3 # 8	1.081	9.0 cm 1.008
1-8	2 # 11 + 1 # 10	2.013	9.8 cm 1.001
2-12	2 # 8 + 1 # 9	3.537	8.2 cm 1.010

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
2-12	3 # 9	4.126	8.4 cm 1.007
2-12	3 # 10	5.230	8.6 cm 1.004
2-12	2 # 11 + 1 # 10	6.041	8.8 cm 1.000

P axial	Pb	P min	
1315	489	195	TON
1433	487	194	TON
1626	532	215	TON



22

22



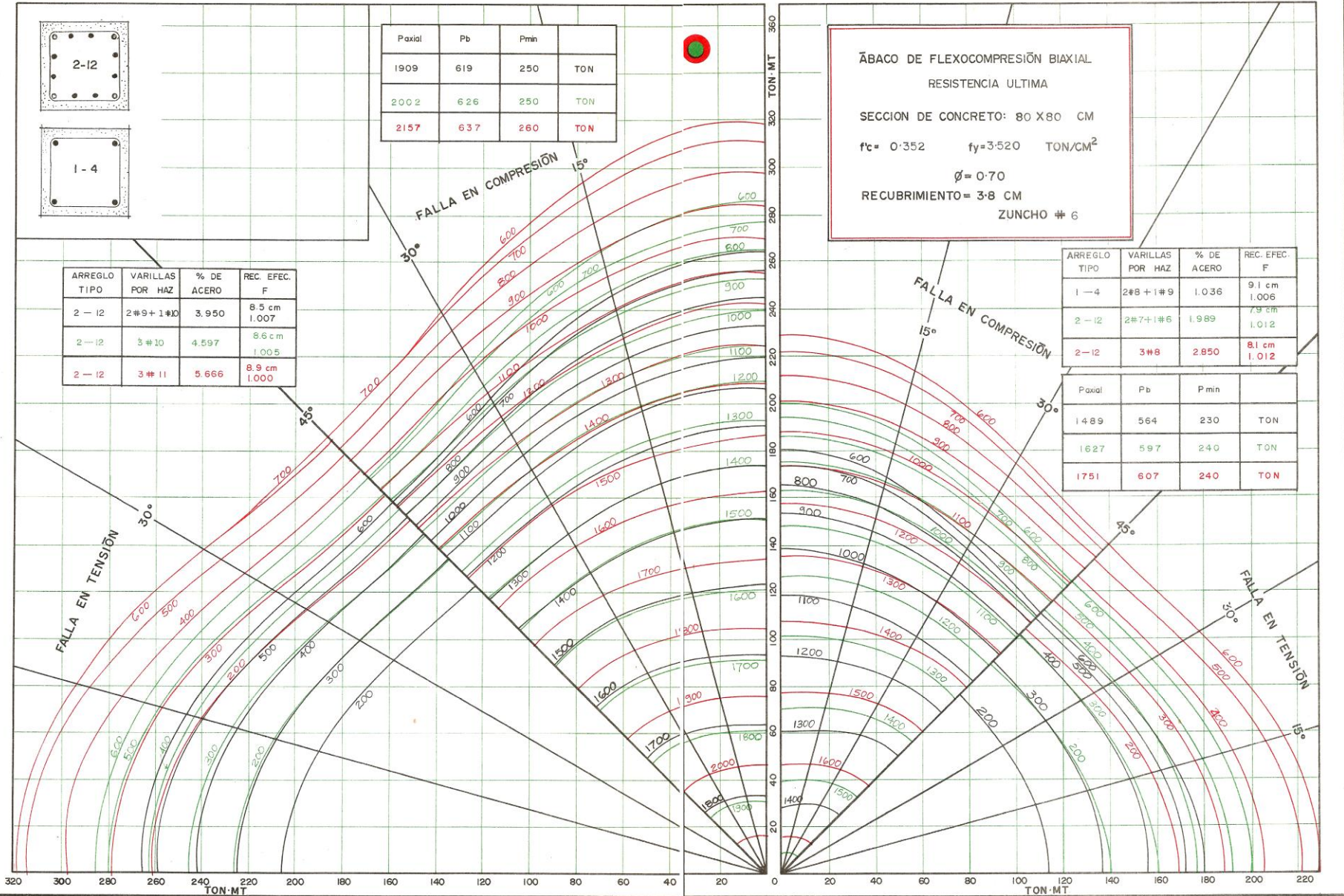
Paxial	Pb	Pmin	
1909	619	250	TON
2002	626	250	TON
2157	637	260	TON

ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAIXIAL
 RESISTENCIA ULTIMA
 SECCION DE CONCRETO: 80 X 80 CM
 $f_c = 0.352$ $f_y = 3.520$ TON/CM²
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO = 3.8 CM
 ZUNCHO # 6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
2-12	2#9+1#10	3.950	8.5 cm 1.007
2-12	3#10	4.597	8.6 cm 1.005
2-12	3#11	5.666	8.9 cm 1.000

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	2#8+1#9	1.036	9.1 cm 1.006
2-12	2#7+1#6	1.989	7.9 cm 1.012
2-12	3#8	2.950	8.1 cm 1.012

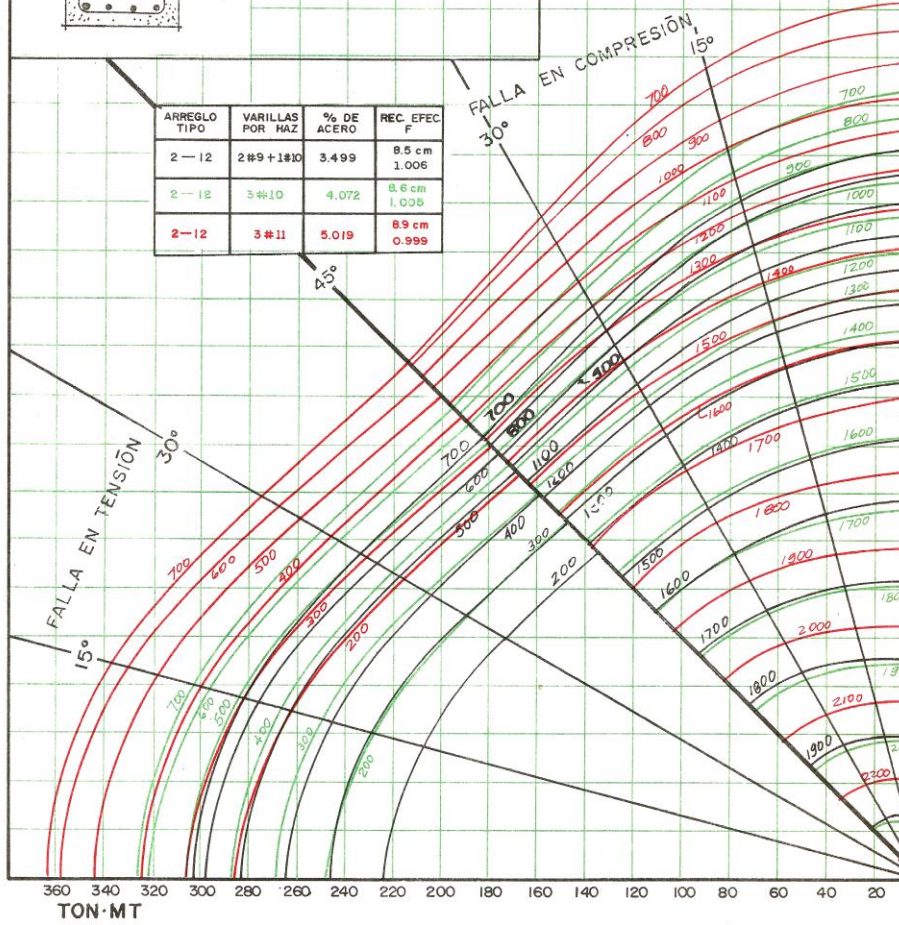
Paxial	Pb	Pmin	
1489	564	230	TON
1627	597	240	TON
1751	607	240	TON





P axial	P b	P min	
2082	703	281	TON
2178	711	284	TON
2329	723	288	TON

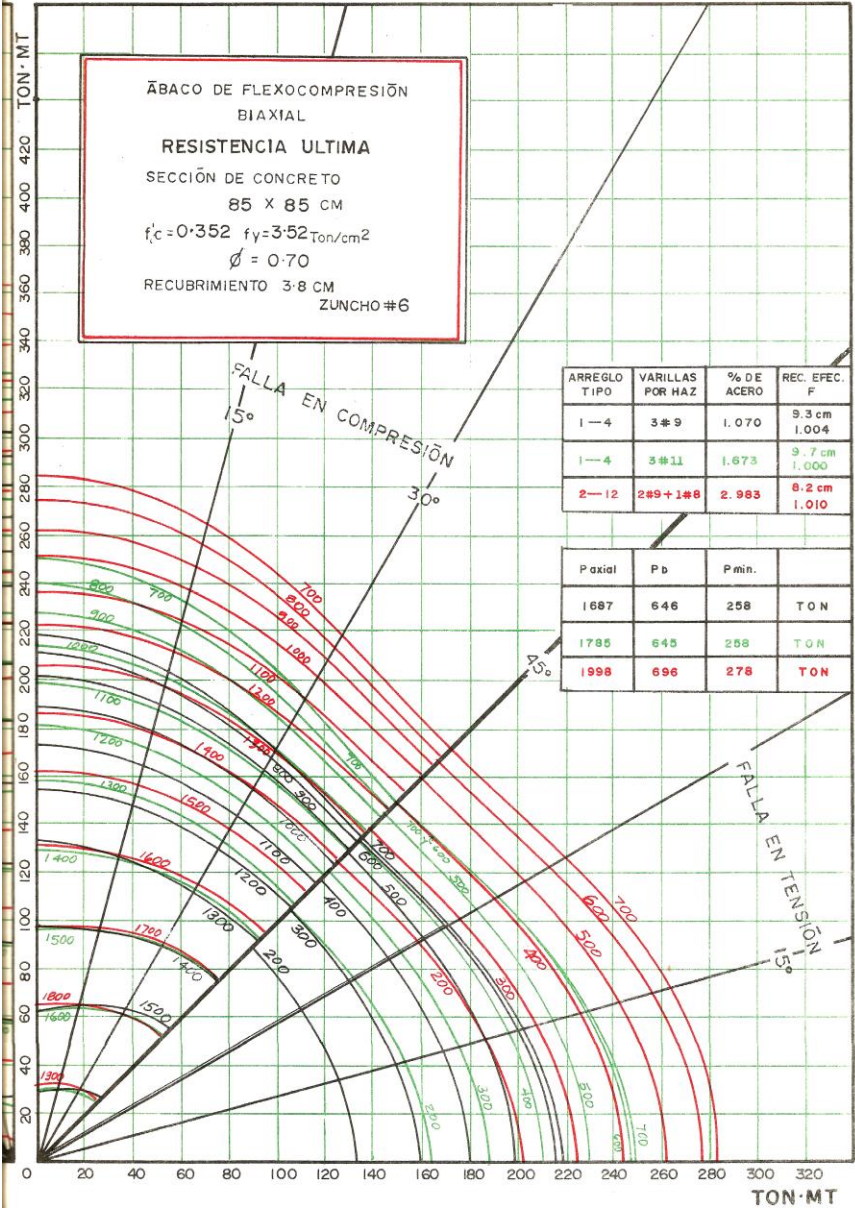
ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC F
2-12	2#9+1#10	3.499	8.5 cm 1.006
2-12	3#10	4.072	8.6 cm 1.005
2-12	3#11	5.019	8.9 cm 0.999

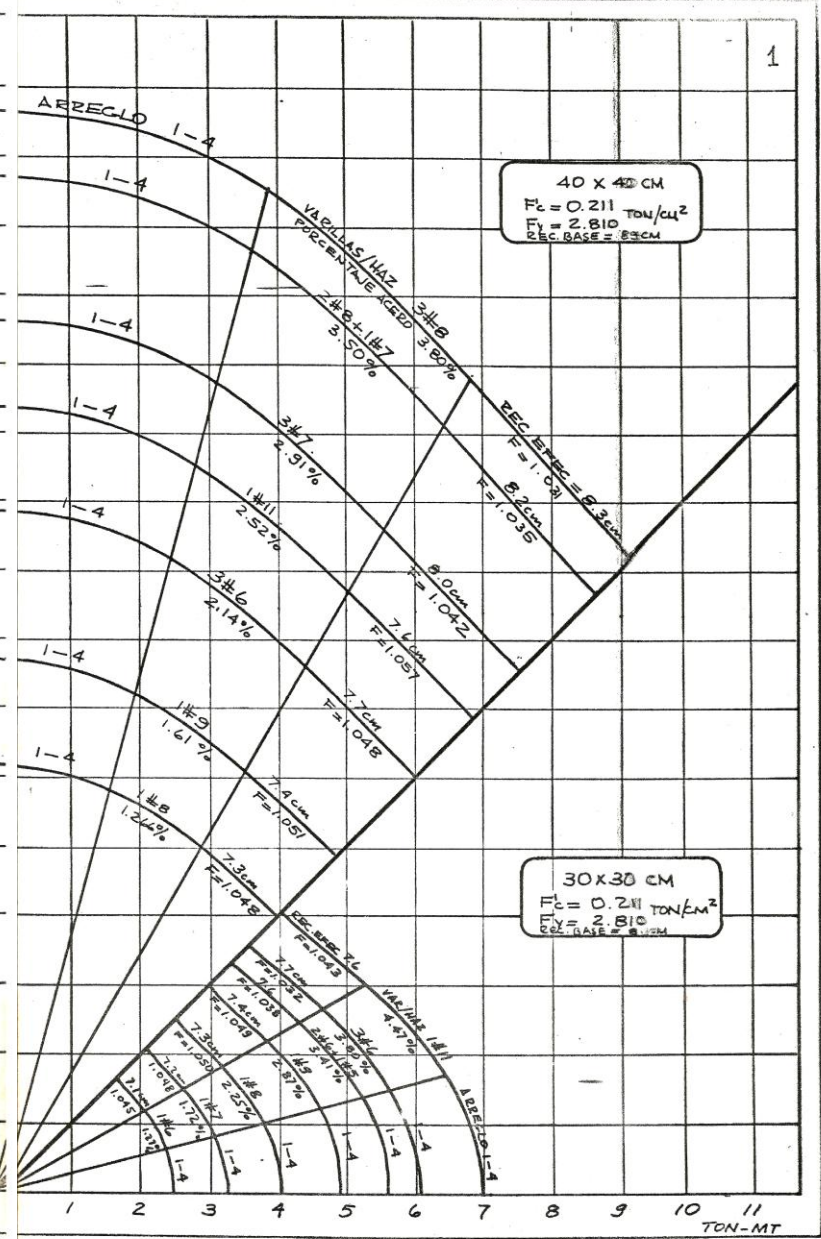
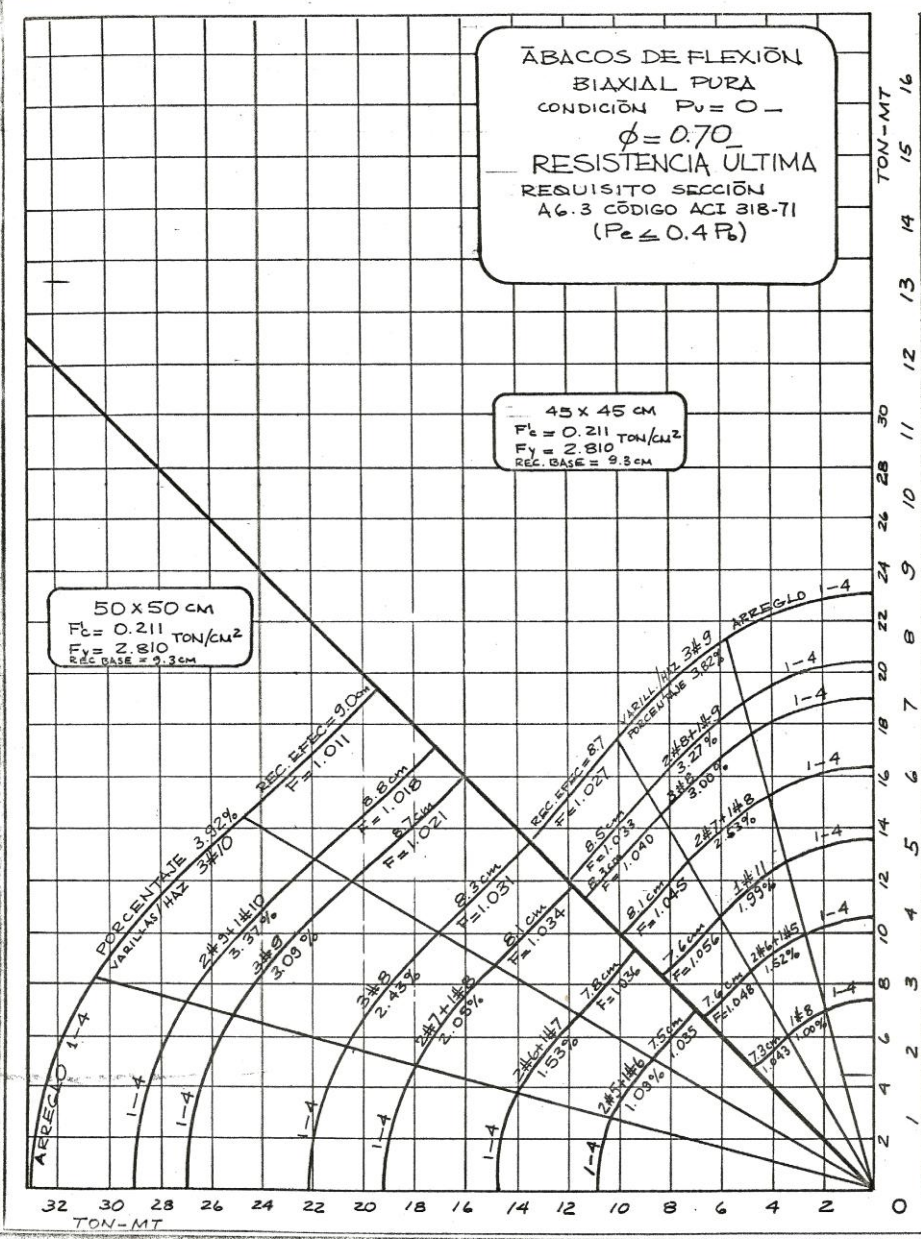


ÁBACO DE FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO
 85 X 85 CM
 $f'_c = 0.352$ $f_y = 3.52 \text{ Ton/cm}^2$
 $\phi = 0.70$
 RECUBRIMIENTO 3.8 CM
 ZUNCHO #6

ARREGLO TIPO	VARILLAS POR HAZ	% DE ACERO	REC. EFEC. F
1-4	3#9	1.070	9.3 cm 1.004
1-4	3#11	1.673	9.7 cm 1.000
2-12	2#9+1#8	2.983	8.2 cm 1.010

P axial	P b	P min.	
1687	646	258	TON
1785	645	258	TON
1998	696	278	TON

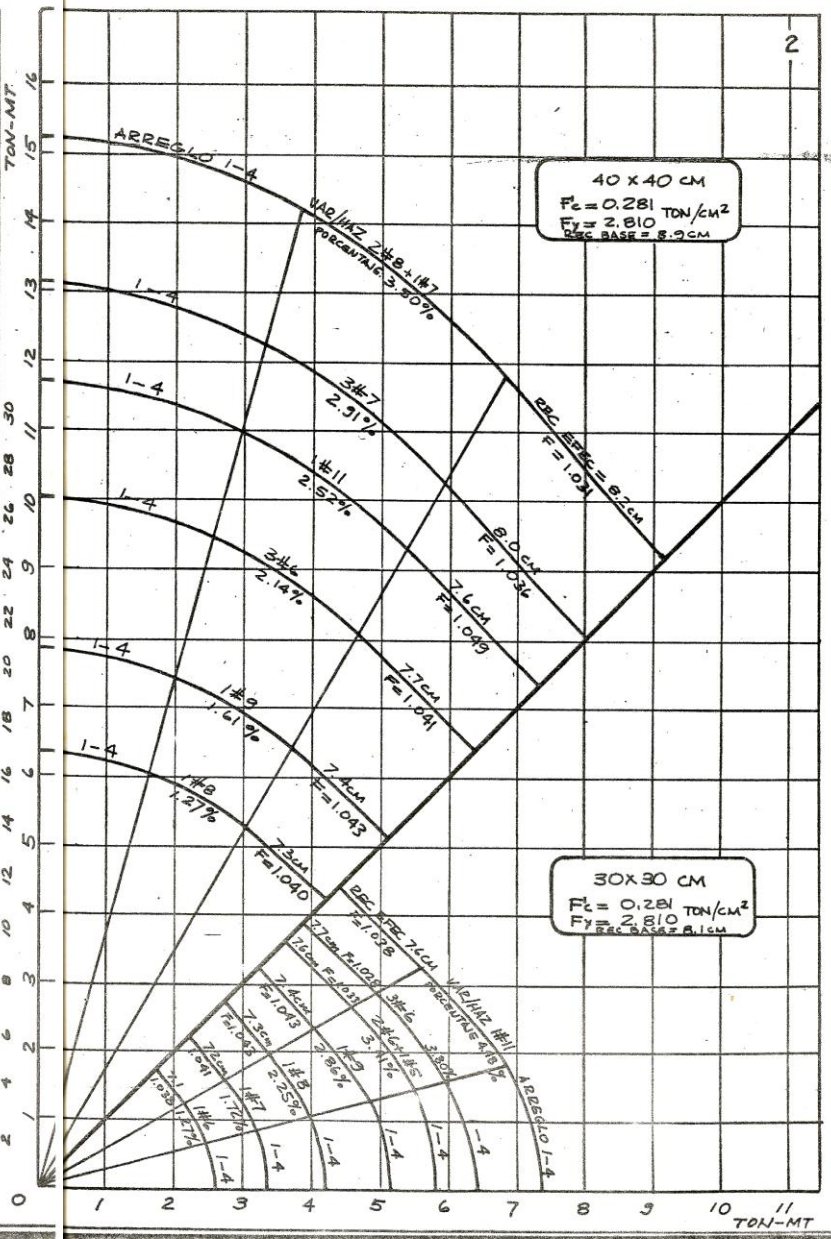
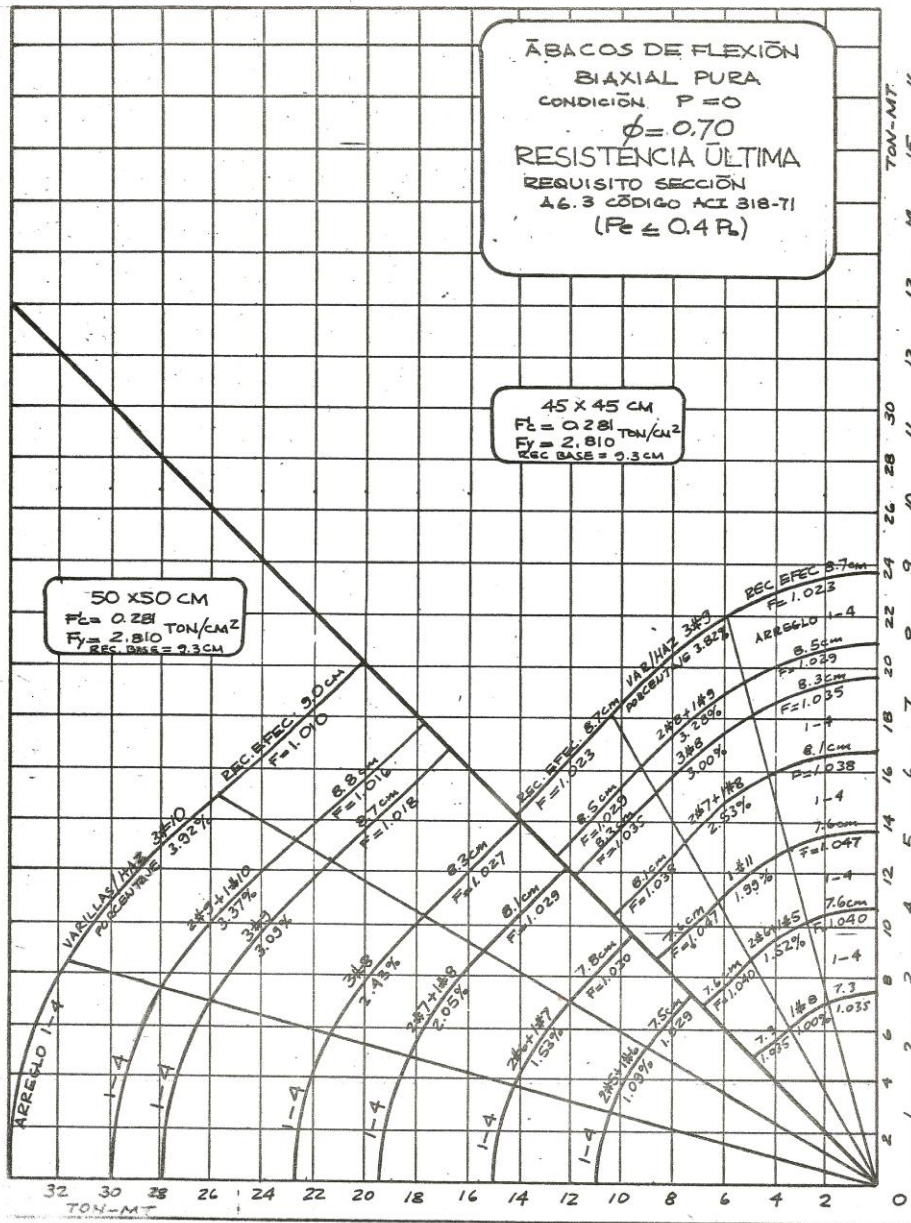




ÁBACOS DE FLEXIÓN
 BIAXIAL PURA
 CONDICIÓN $P=0$
 $\phi=0.70$
 RESISTENCIA ÚLTIMA
 REQUISITO SECCIÓN
 A.6.3 CÓDIGO ACI 318-71
 ($F_c \leq 0.4 R_c$)

45 X 45 CM
 $F_c = 0.281 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 2.810$
 $R_{EC \text{ BASE}} = 0.3 \text{ CM}$

50 X 50 CM
 $F_c = 0.281 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 2.810 \text{ TON/CM}^2$
 $R_{EC \text{ BASE}} = 0.3 \text{ CM}$



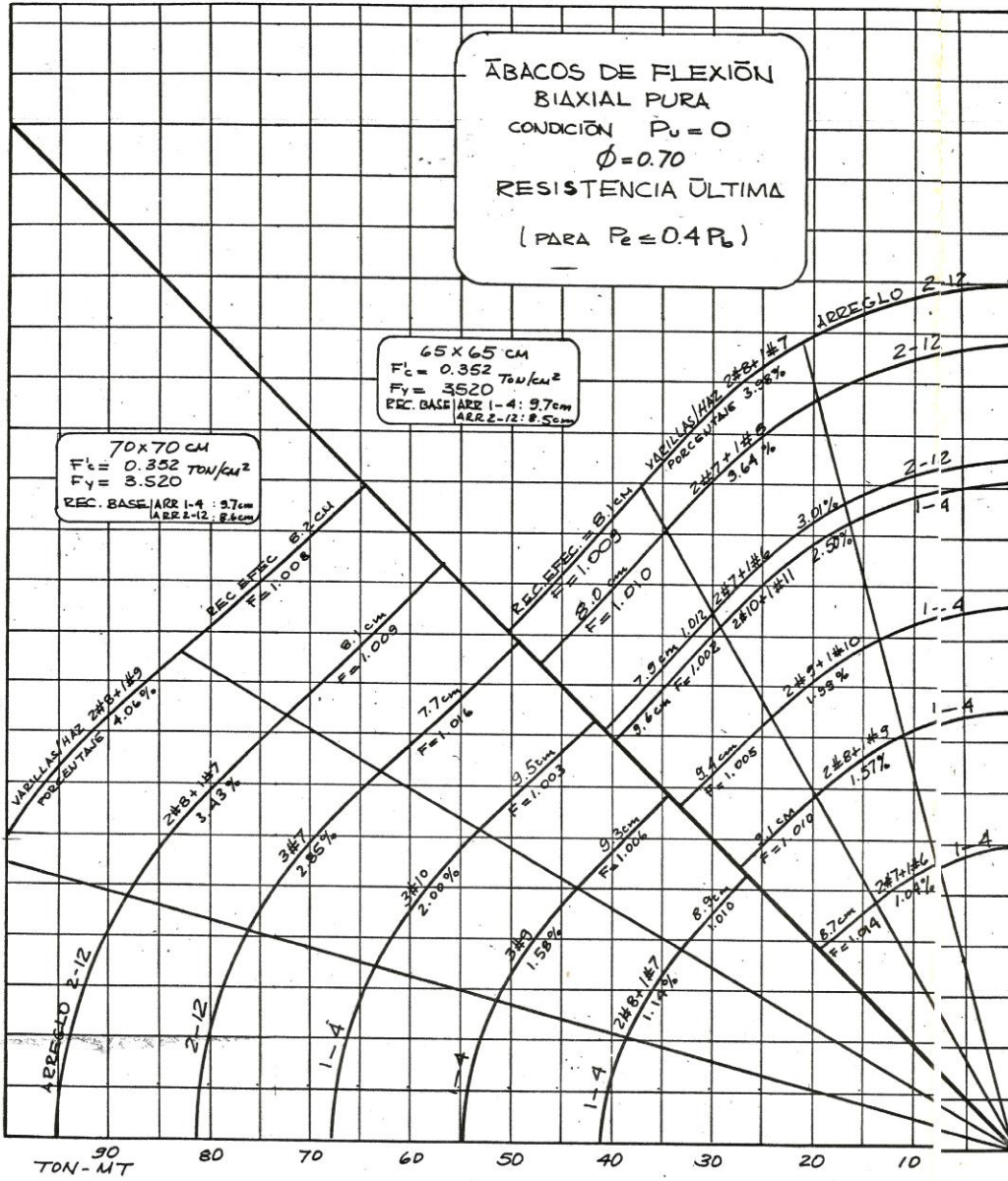
40 X 40 CM
 $F_c = 0.281 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 2.810$
 $R_{EC \text{ BASE}} = 0.3 \text{ CM}$

30 X 30 CM
 $F_c = 0.281 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 2.810$
 $R_{EC \text{ BASE}} = 0.1 \text{ CM}$

ÁBACOS DE FLEXIÓN
BIAXIAL PURA
 CONDICIÓN $P_u = 0$
 $\phi = 0.70$
RESISTENCIA ÚLTIMA
 (PARA $P_u \leq 0.4 P_b$)

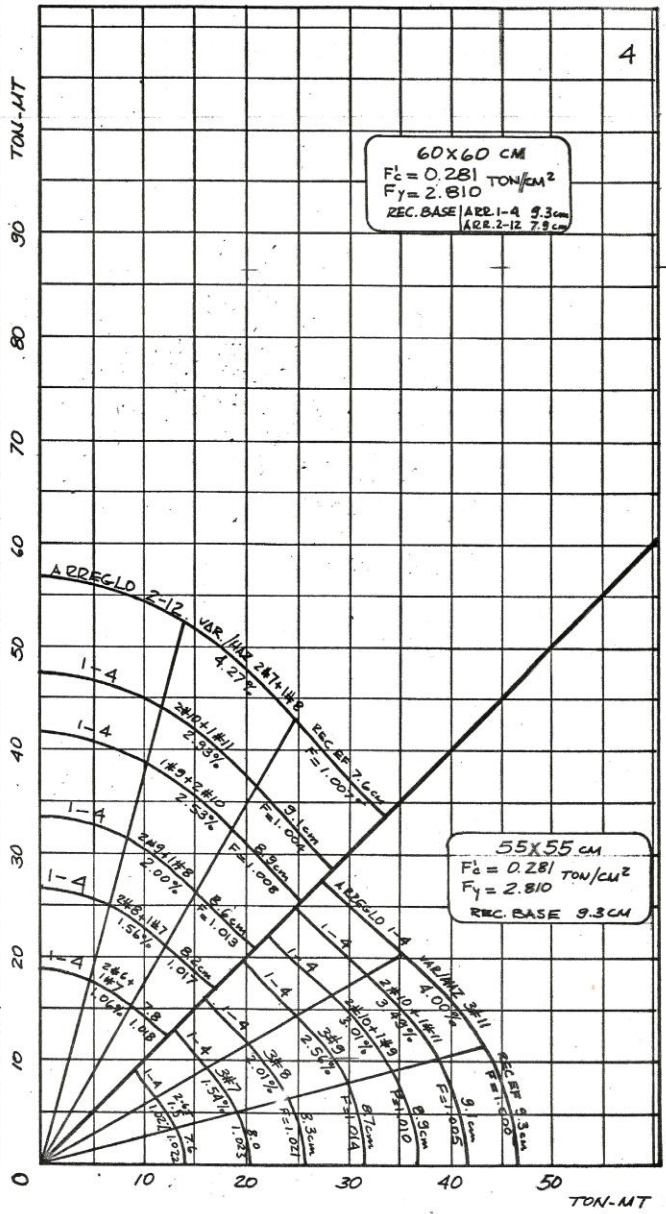
70x70 CM
 $F_c = 0.352 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 3.520$
 REC. BASE ARR-1-4: 9.7cm
 ARR-2-12: 8.6cm

65x65 CM
 $F_c = 0.352 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 3.520$
 RR. BASE ARR-1-4: 9.7cm
 ARR-2-12: 8.5cm

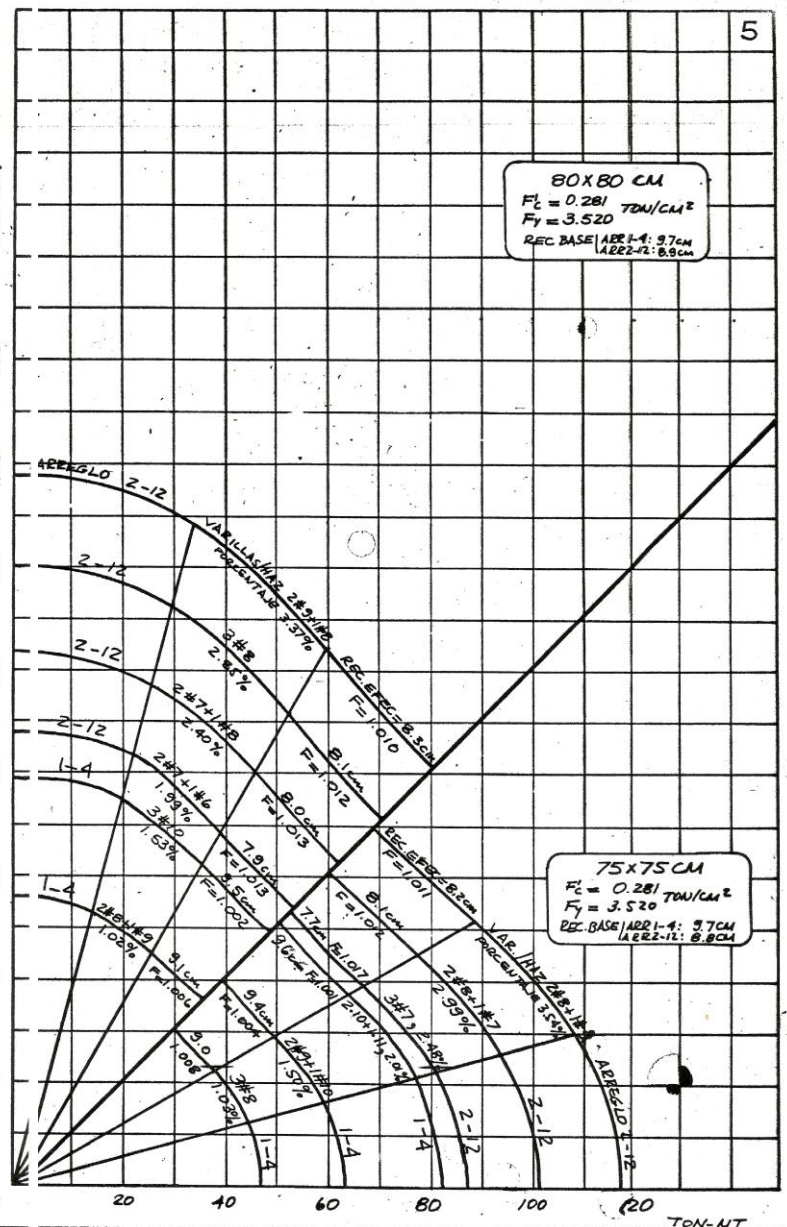
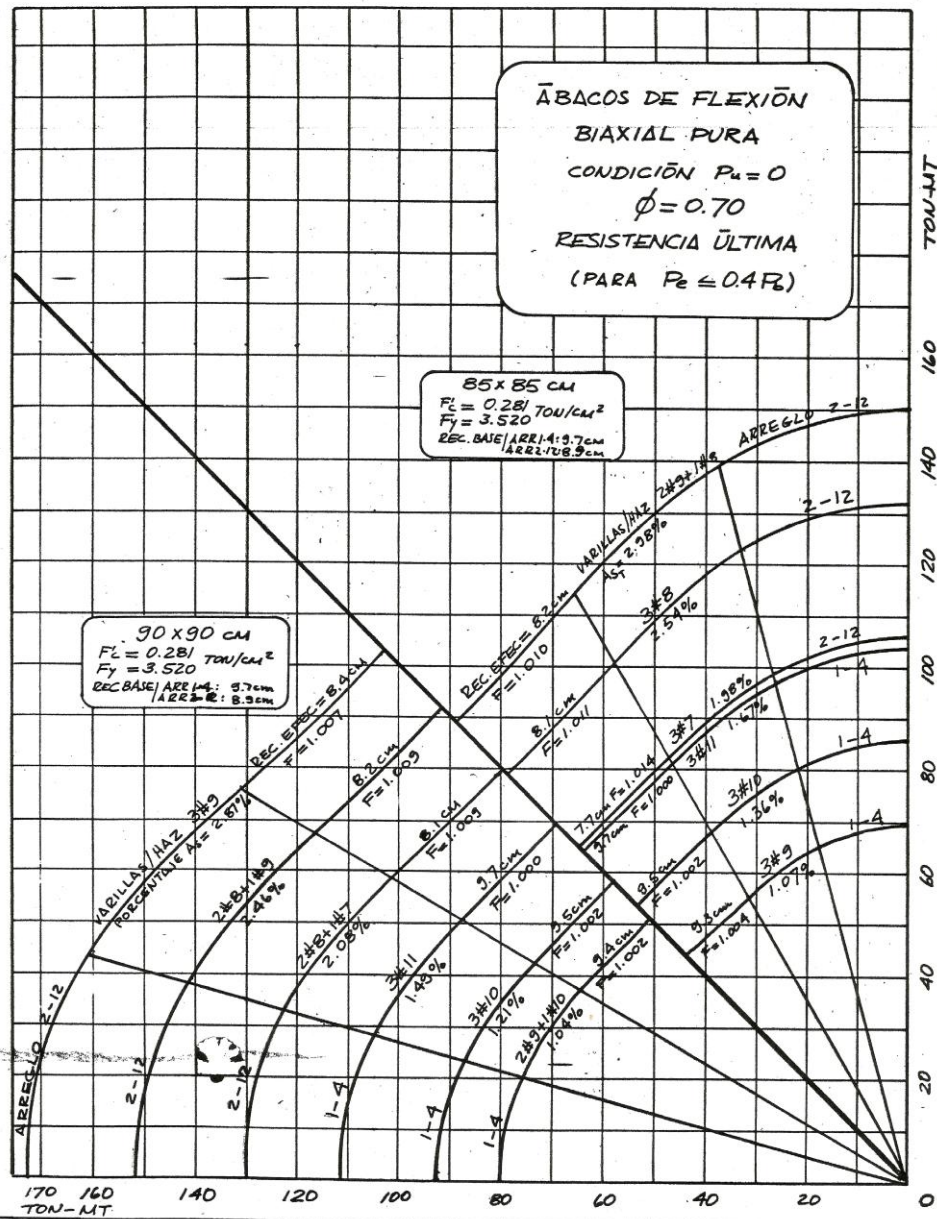


60x60 CM
 $F_c = 0.281 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 2.810$
 REC. BASE ARR-1-4: 9.3cm
 ARR-2-12: 7.9cm

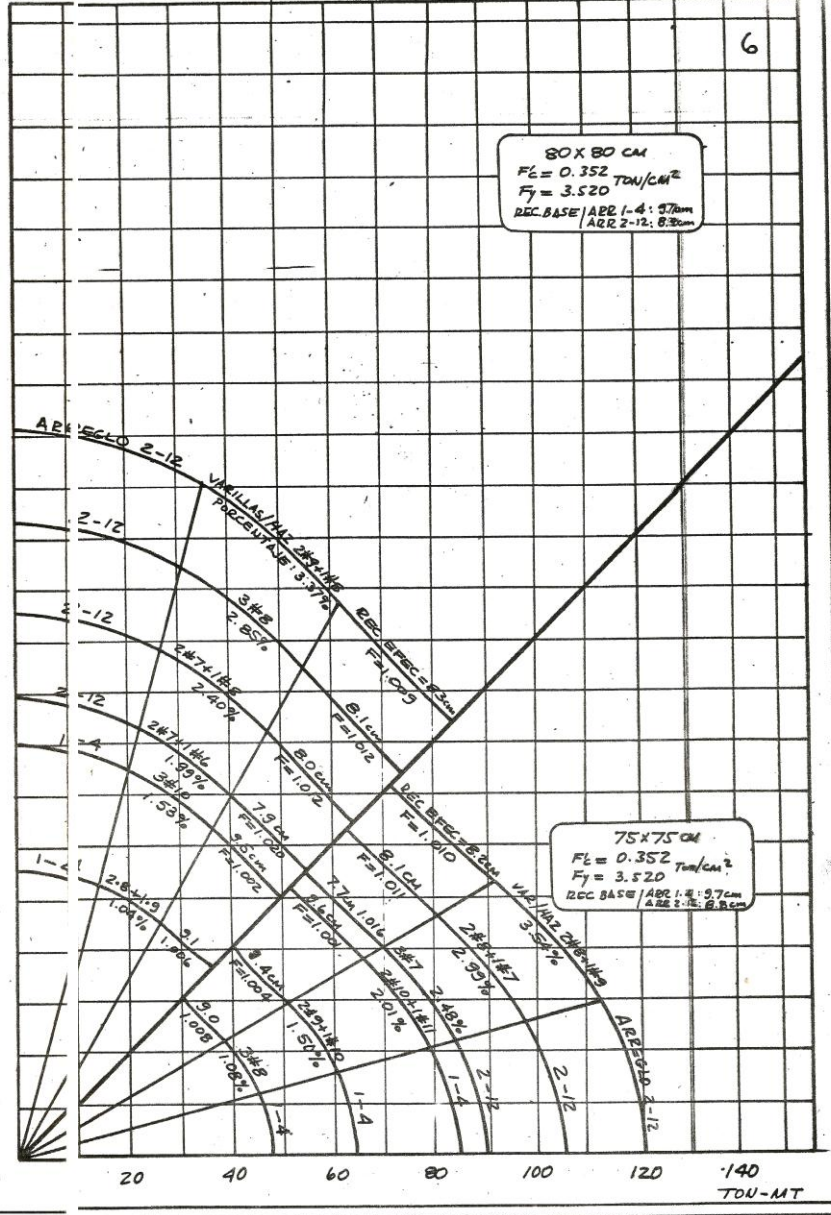
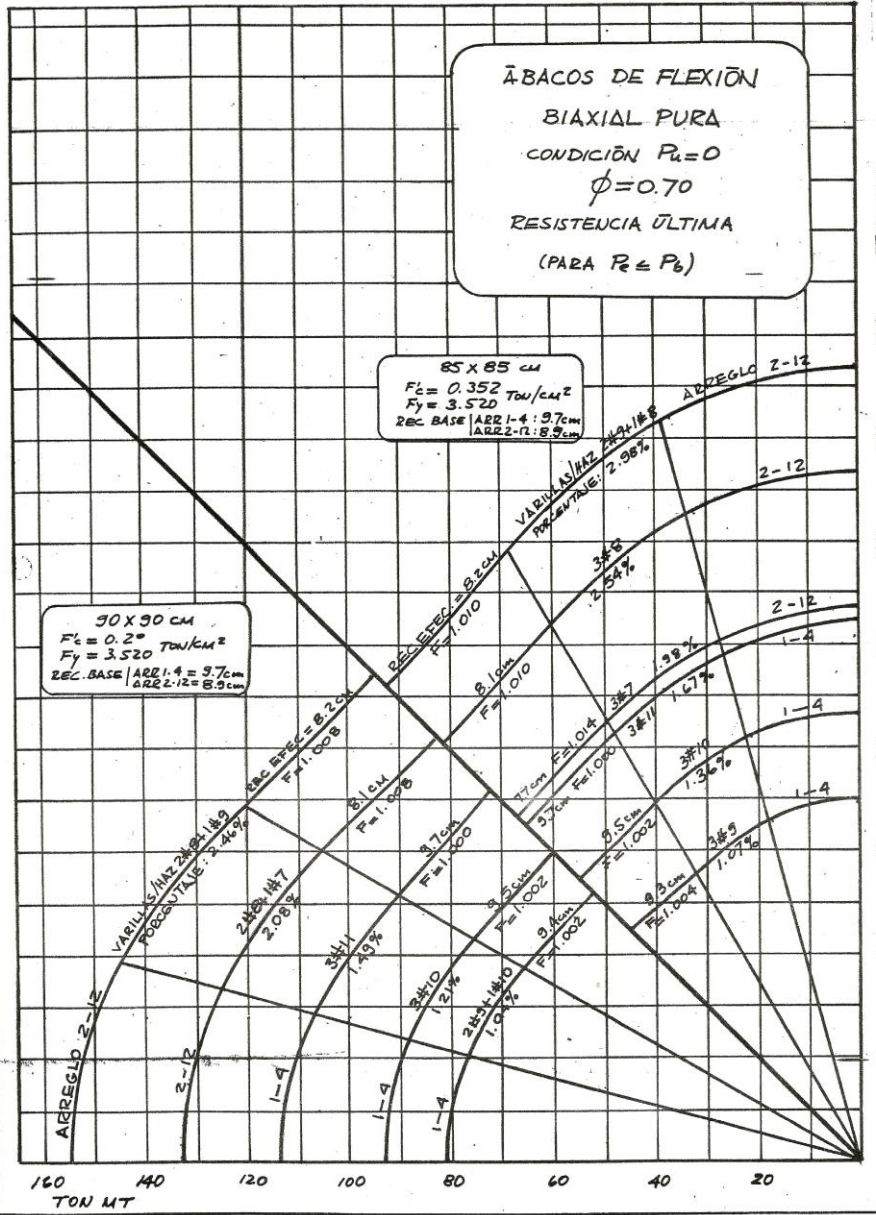
55x55 CM
 $F_c = 0.281 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 2.810$
 REC. BASE 9.3CM



**ÁBACOS DE FLEXIÓN
 BIAXIAL PURA**
 CONDICIÓN $P_u = 0$
 $\phi = 0.70$
 RESISTENCIA ÚLTIMA
 (PARA $P_e \leq 0.4F_c$)



75x75 CM
 $F_c = 0.281 \text{ TON/CM}^2$
 $F_y = 3.520 \text{ TON/CM}^2$
 REC. BASE | ARR-1: 9.7CM
 ARR-2: 8.9CM



APENDICE 8

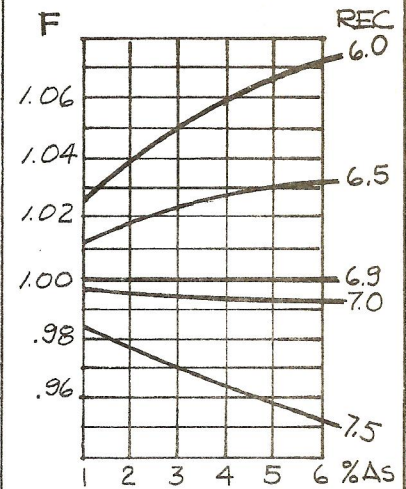
**GRAFICAS DE DISEÑO DE SECCIONES CUADRADAS CON
DISTRIBUCION CIRCULAR DE ACERO**

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO: X
30x30 CM

$f'_c = 0.210$ $f_y = 2.810$ Ton/cm²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO = 6.9 CM



VARIACIÓN DE RECUBRIMIENTO
VALORES DE 'F'

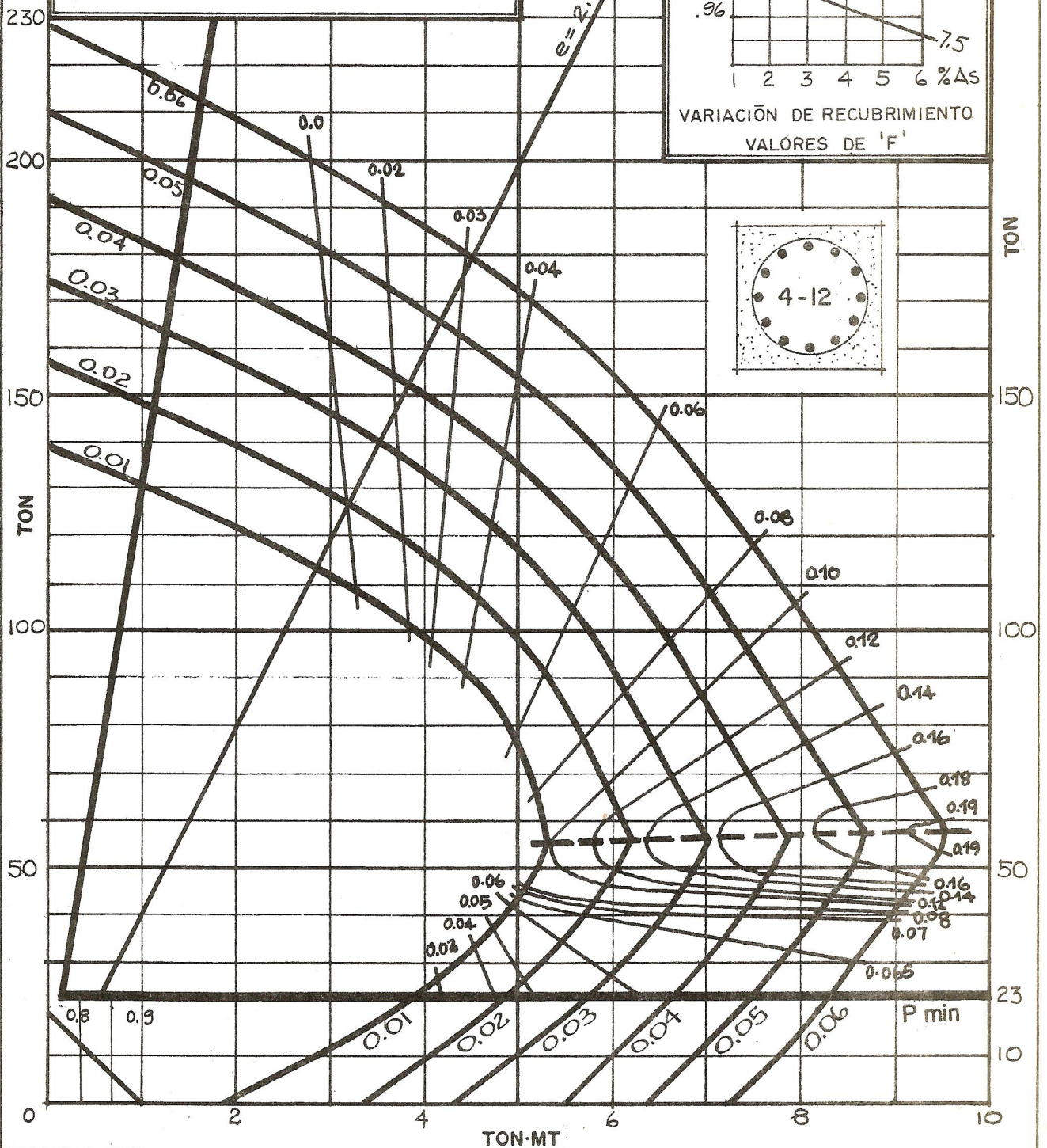


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
 BIAxIAL
 RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO: X
 35 x 35 cm

$f'c=0.210$ $f_y=2.810 \text{ Ton/cm}^2$

RECUBRIMIENTO: 3.8 cm $\phi=0.75$
 CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
 Y REC. EFECTIVO = 7.2 CM

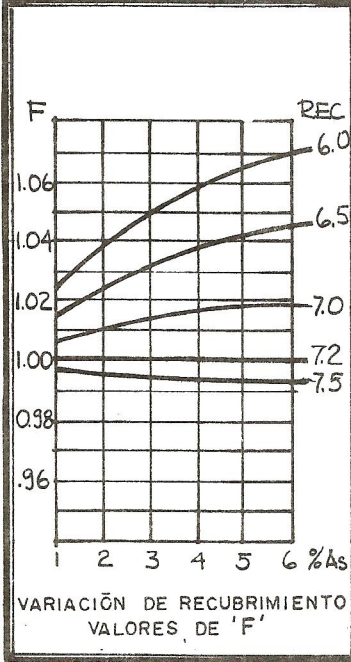
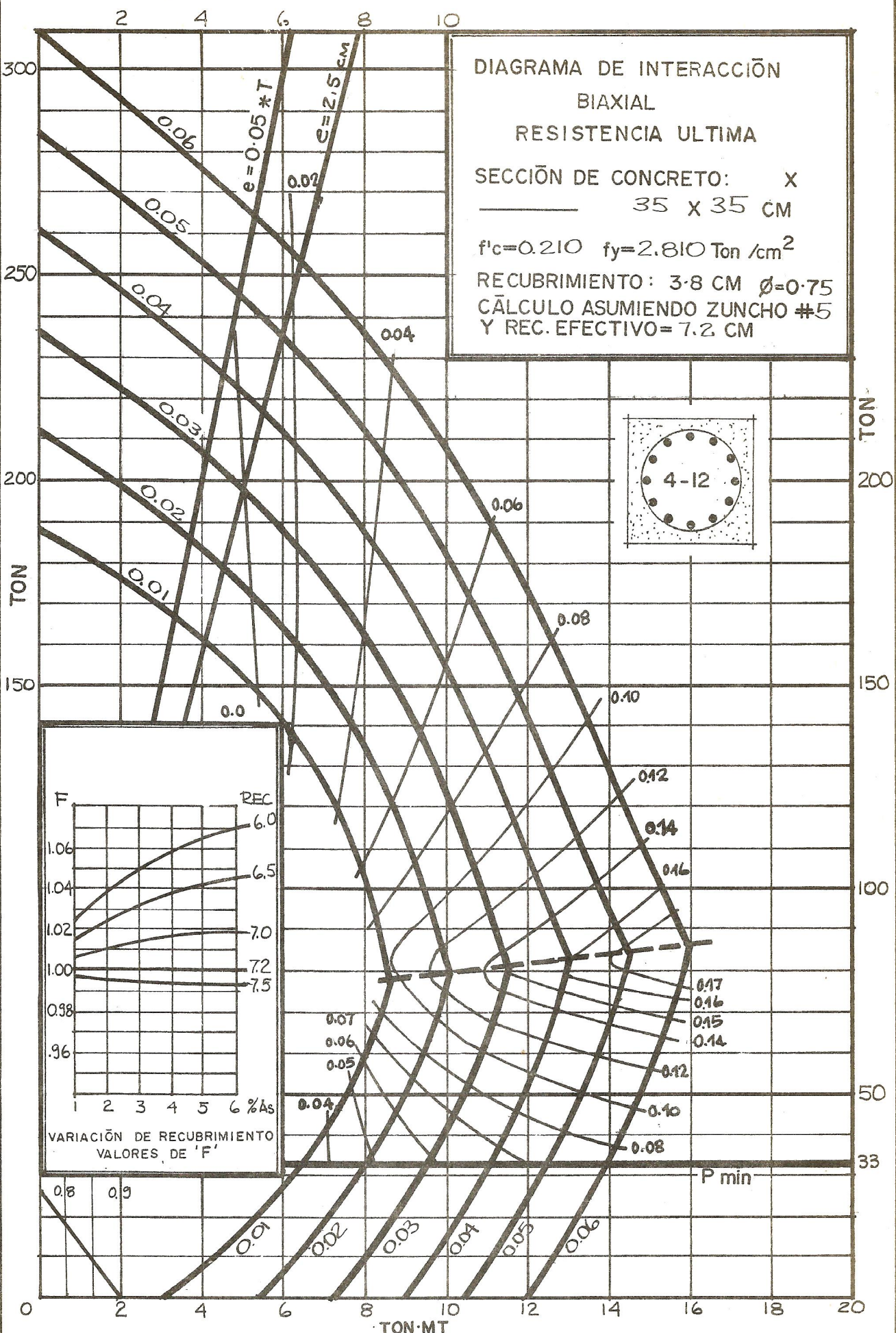
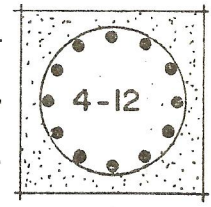


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
45 x 45 cm
 $f'_c = 0.210$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
 CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO # 5
 Y REC. EFECTIVO = 7.7 CM

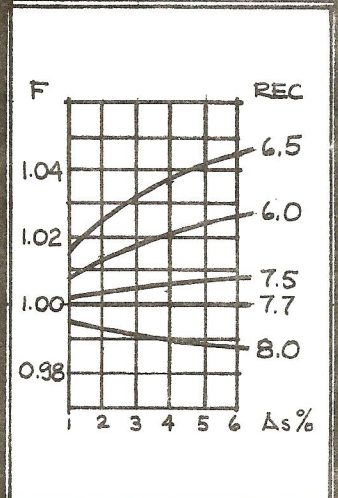
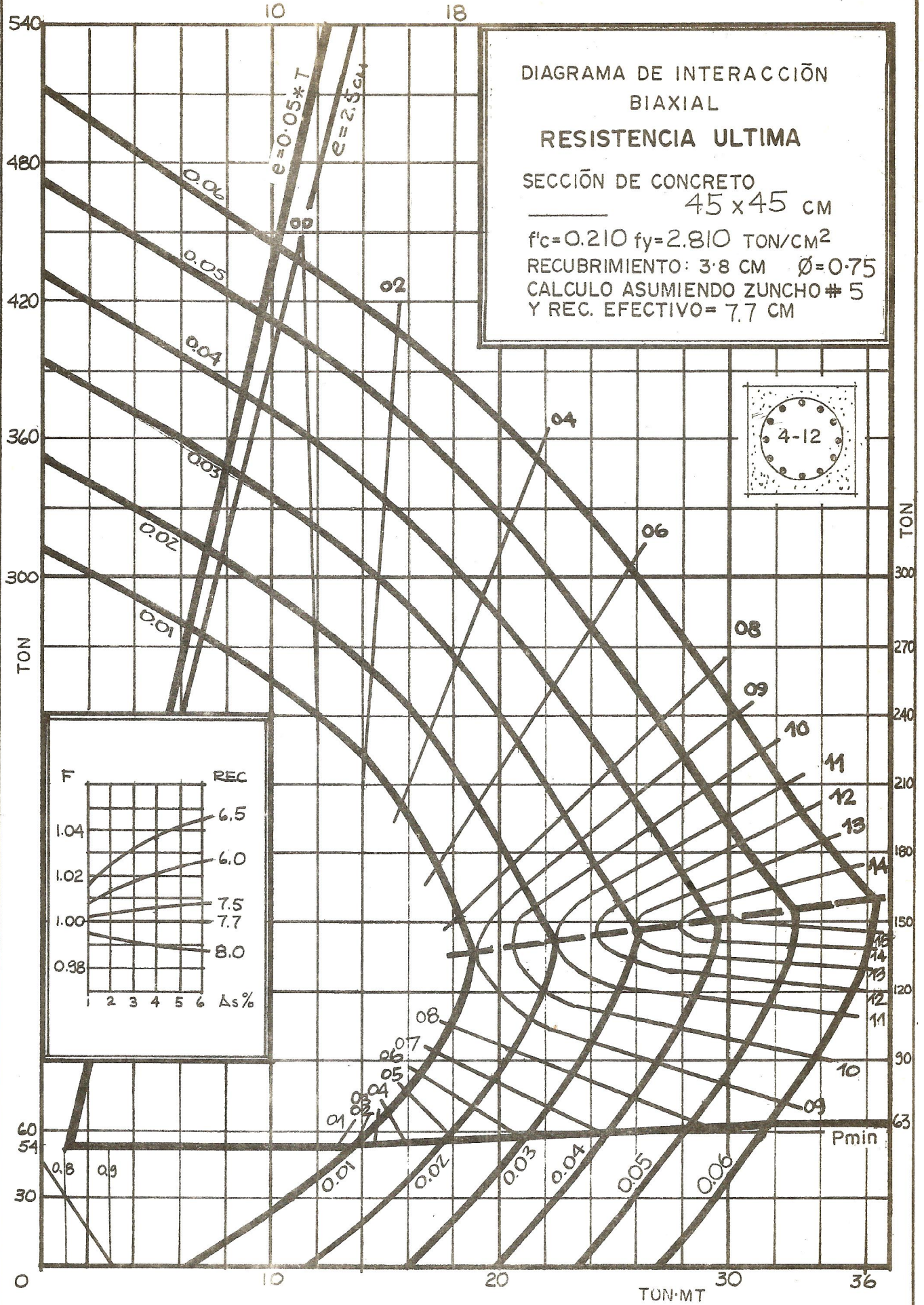


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
 BIAxIAL
 RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO: X
 50 X 50 CM

$f'_c = 0.210$ $f_y = 2.810$ Ton/cm²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
 CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
 Y REC. EFECTIVO = 8.0 CM

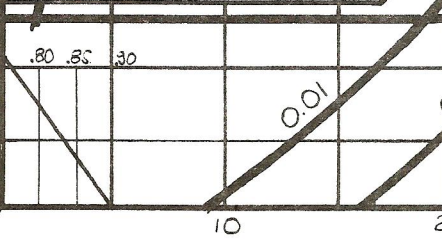
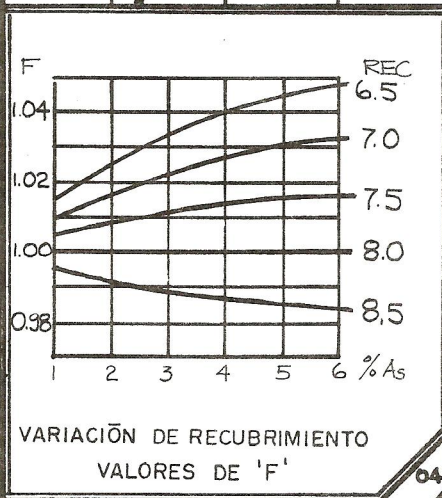
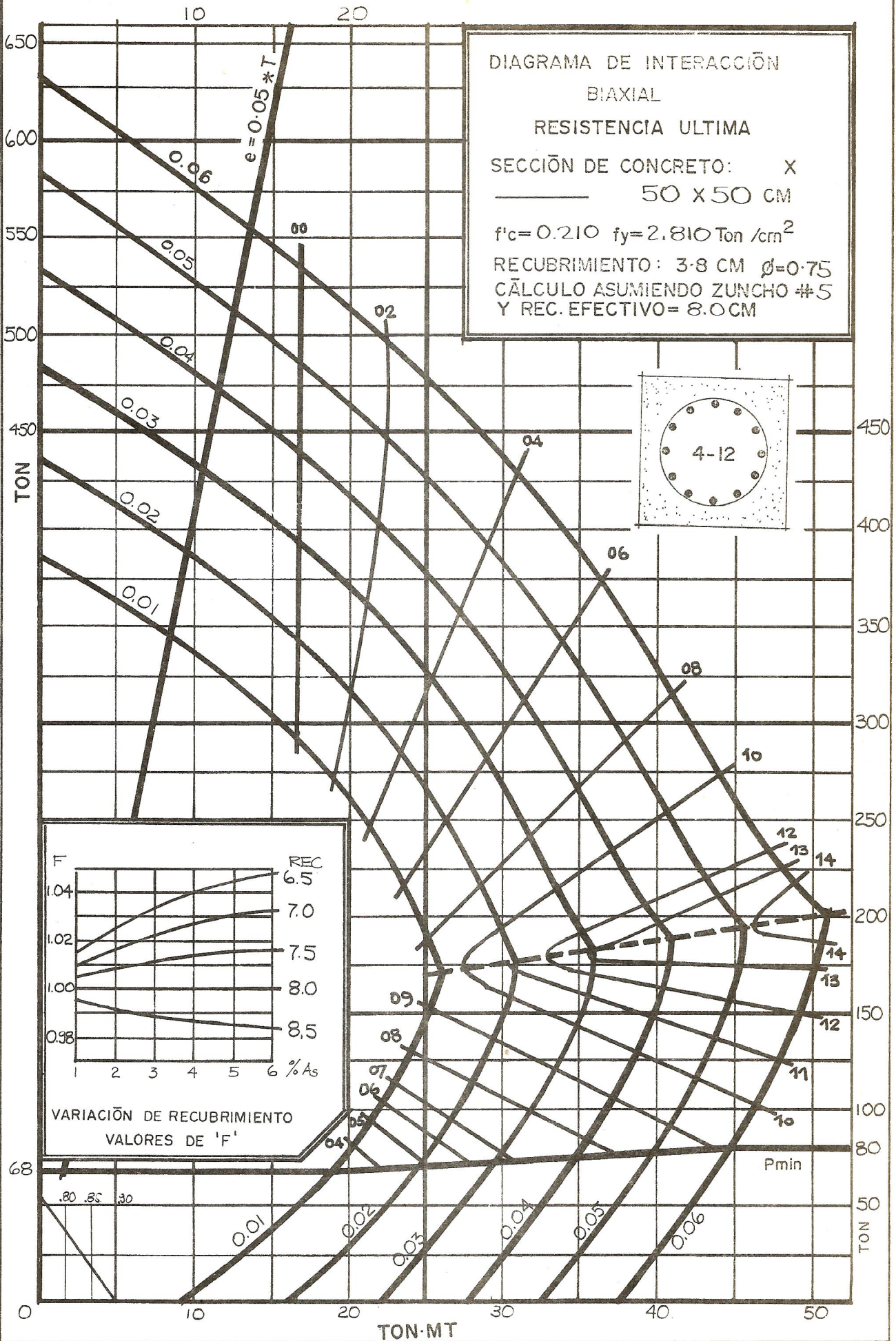
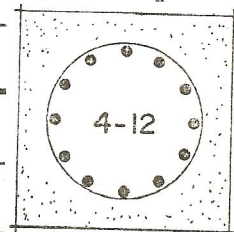
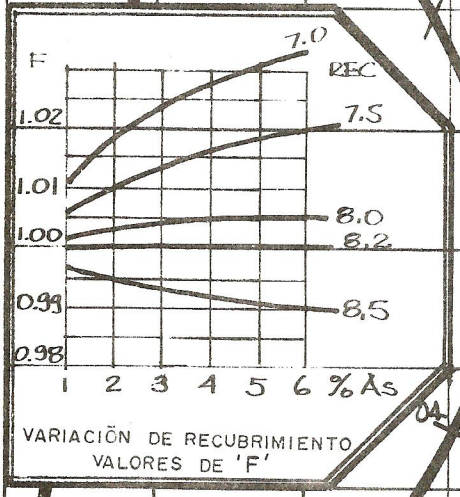
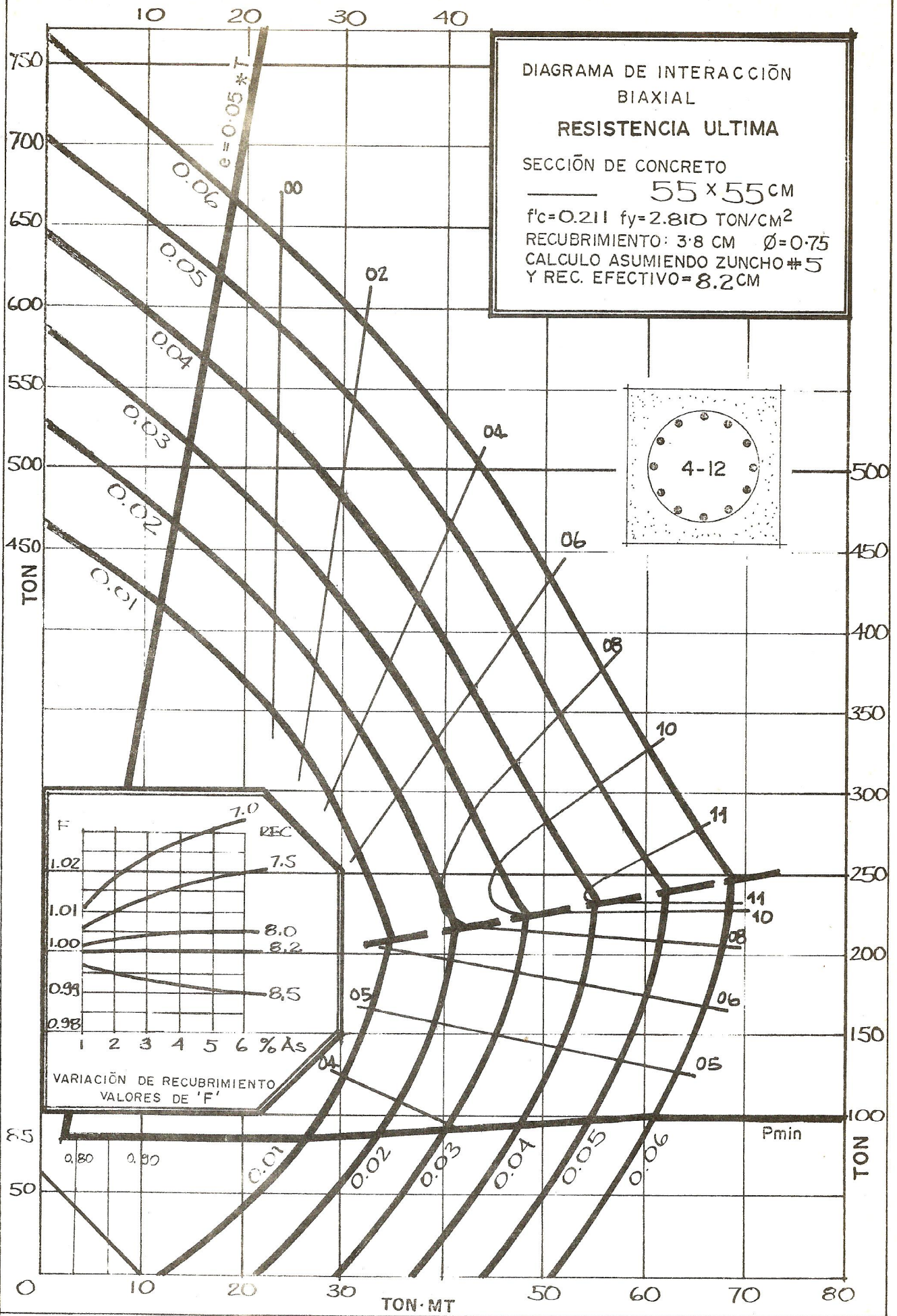
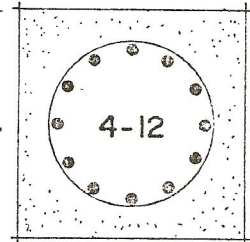


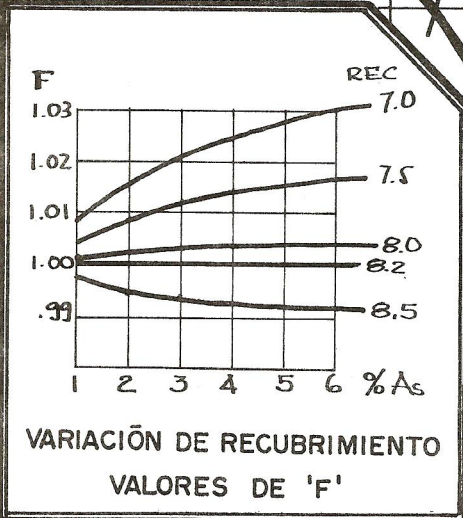
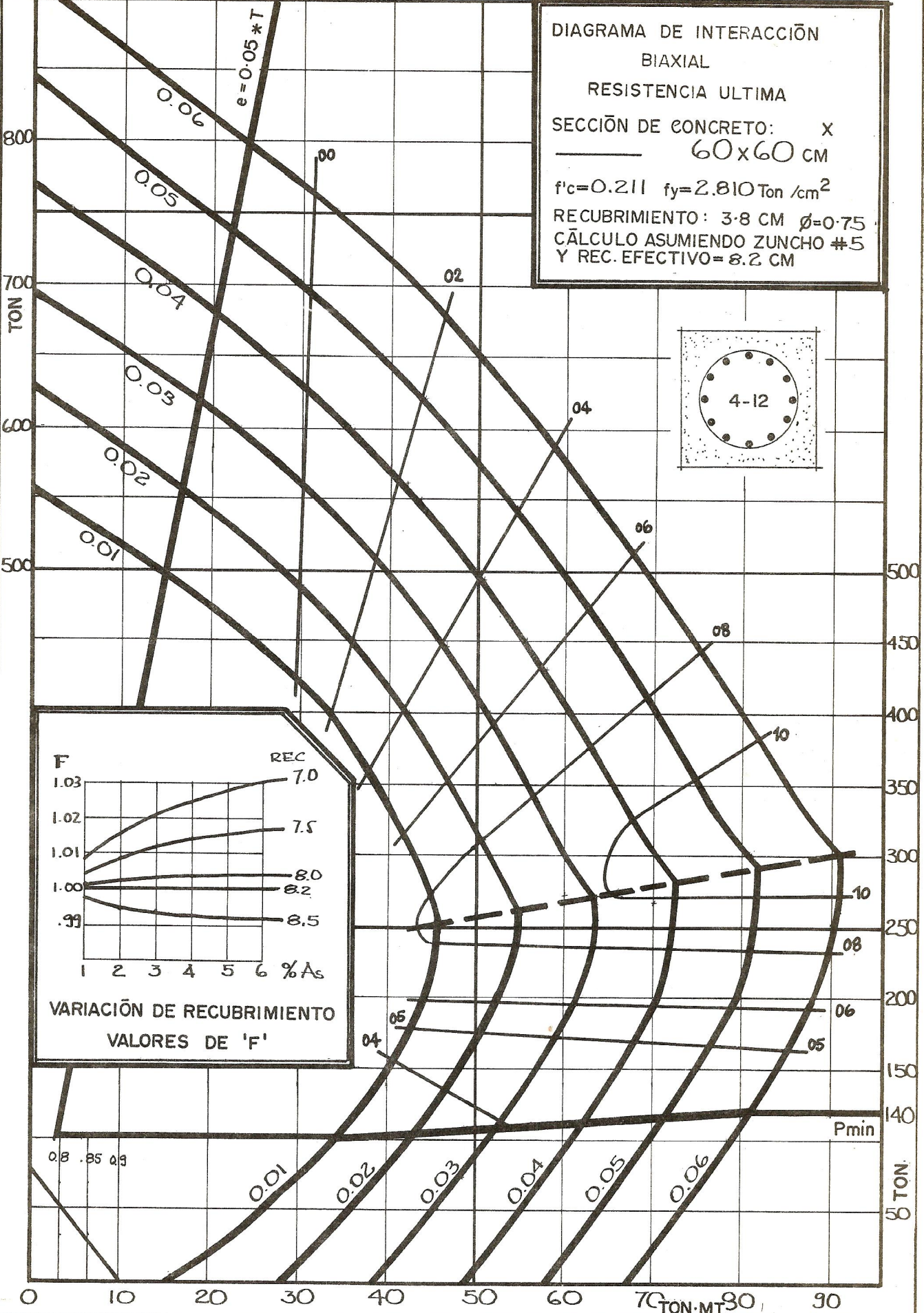
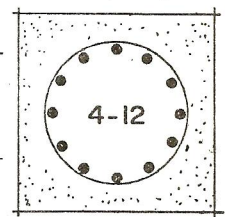
DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
55 x 55 CM
 $f'_c = 0.211$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO = 8.2 CM



1000 10 20 30 40 50

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
 BIAxIAL
 RESISTENCIA ULTIMA
 SECCIÓN DE CONCRETO: X
 60x60 CM
 $f'_c=0.211$ $f_y=2.810$ Ton/cm²
 RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi=0.75$
 CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
 Y REC. EFECTIVO=8.2 CM



500
450
400
350
300
250
200
150
140
50
TON

0 10 20 30 40 50 60 70 TON-MT 80 90

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
30 x 30 CM
 $f'_c=0.281$ $f_y=2.810$ TON/CM²
RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi=0.75$
CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO # 5
Y REC. EFECTIVO= 6.9 CM

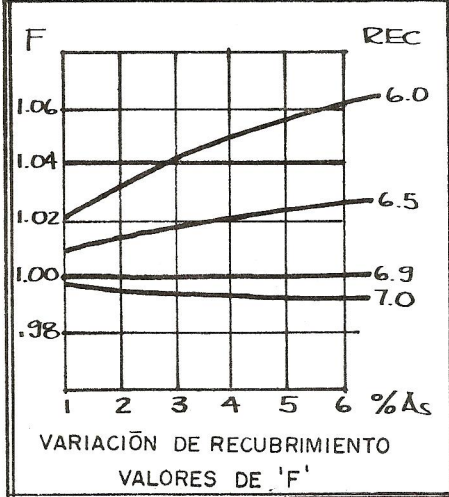
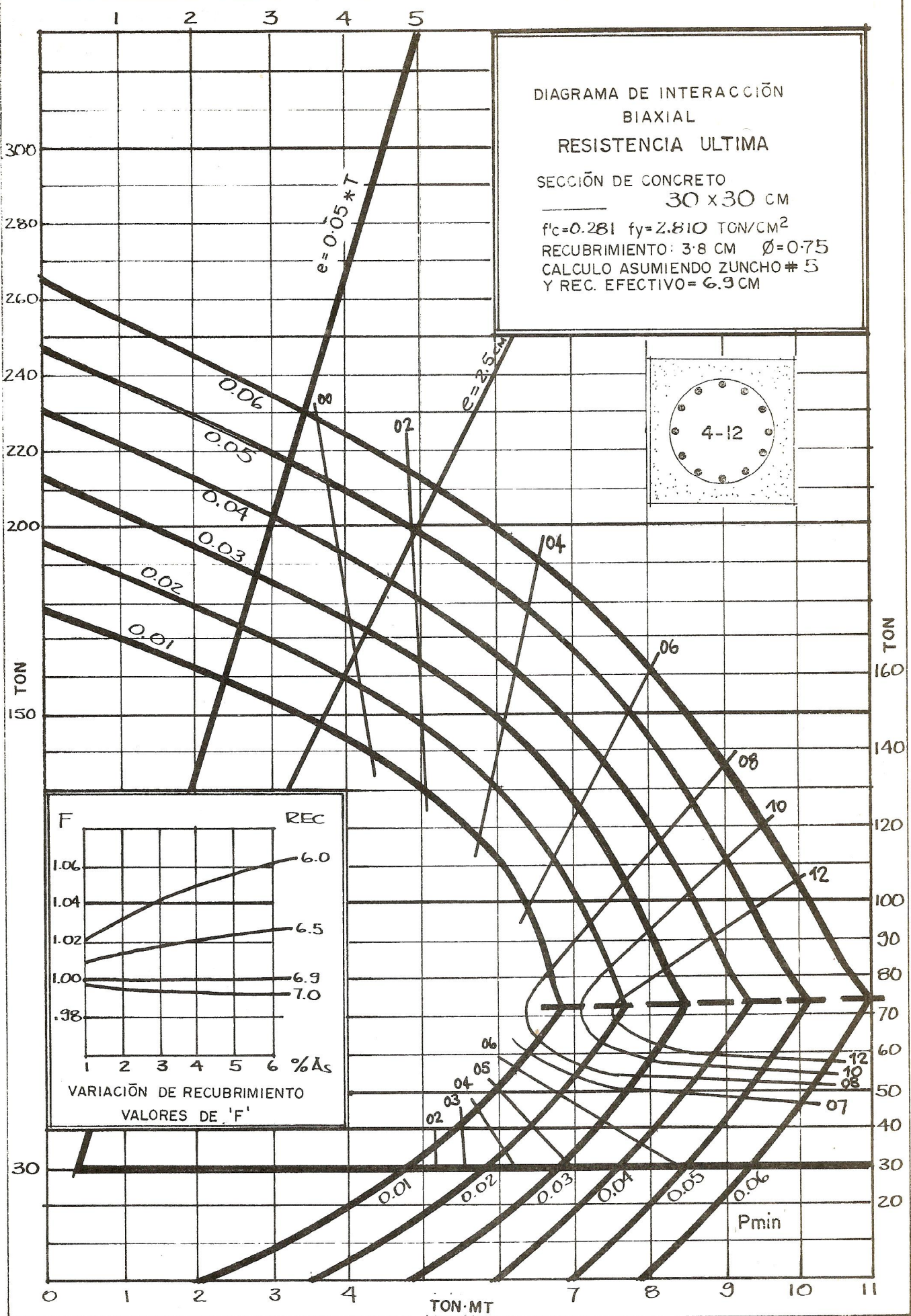
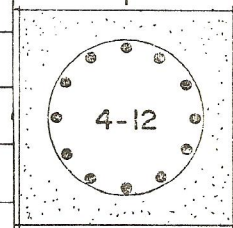


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
35 x 35 CM

$f'_c = 0.281$ $f_y = 2.810$ TON/CM²
RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO = 7.2 CM

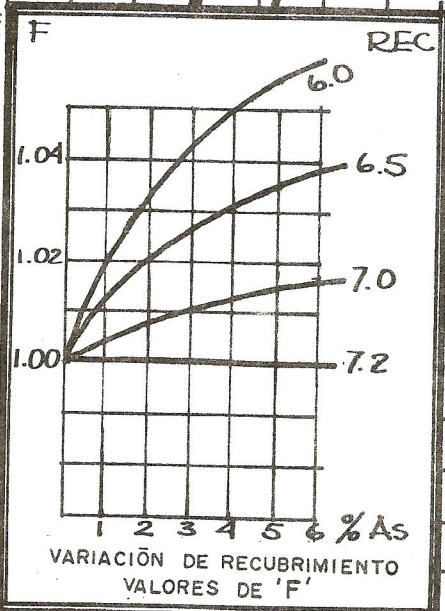
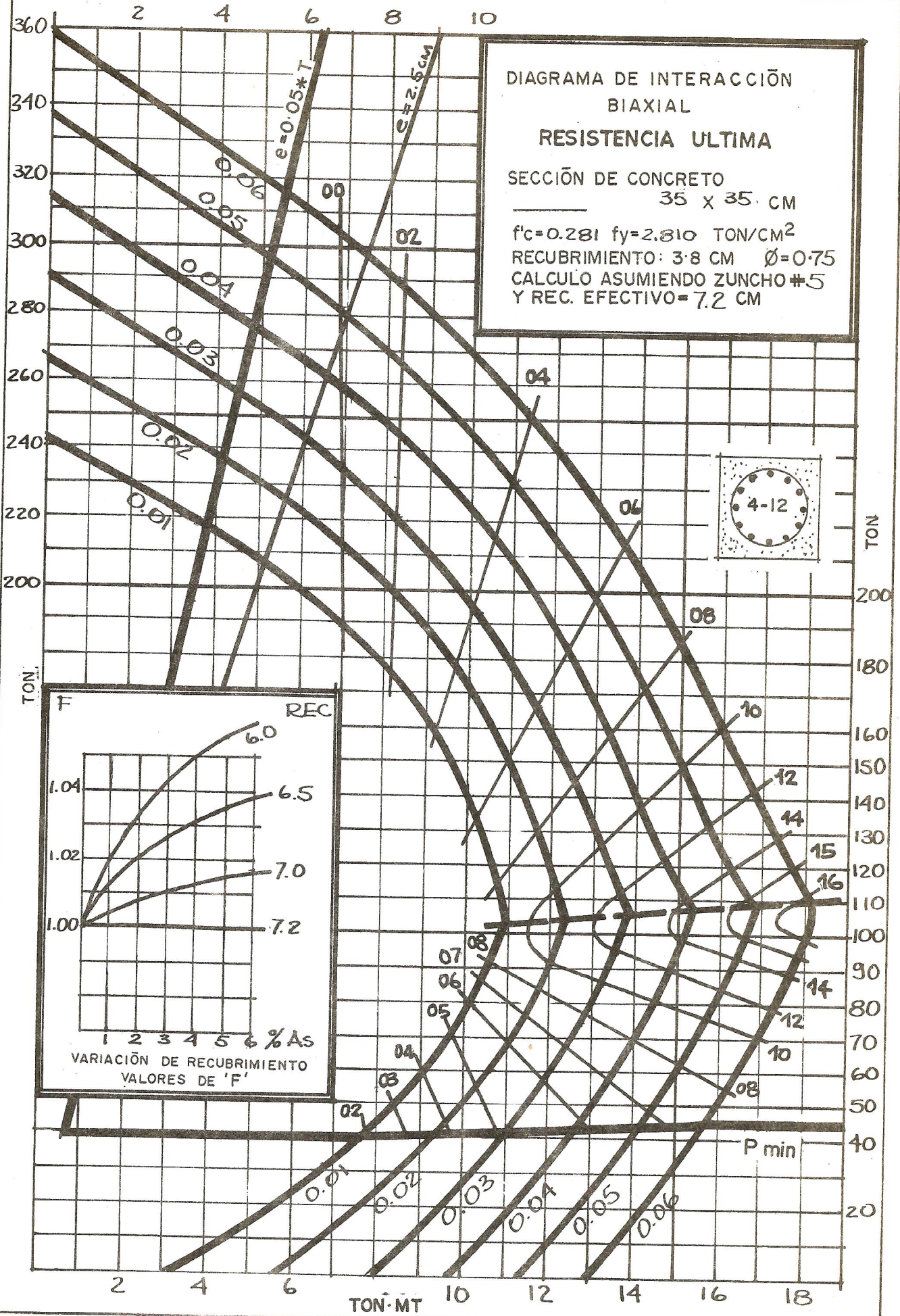
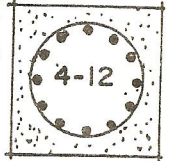


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO:
40 x 40 CM

$f'_c = 0.281$ $f_y = 2.810$ Ton /cm²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO = 7.4 CM

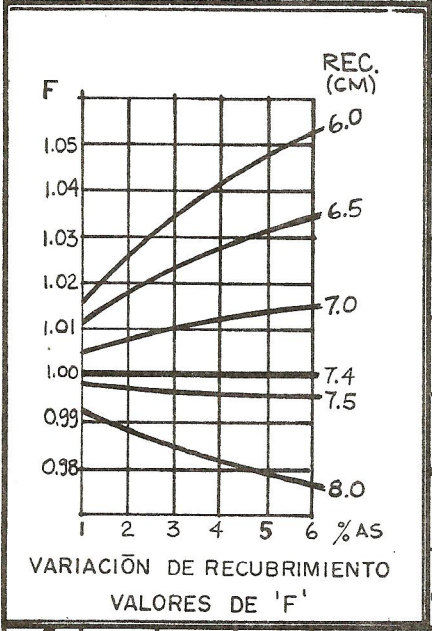
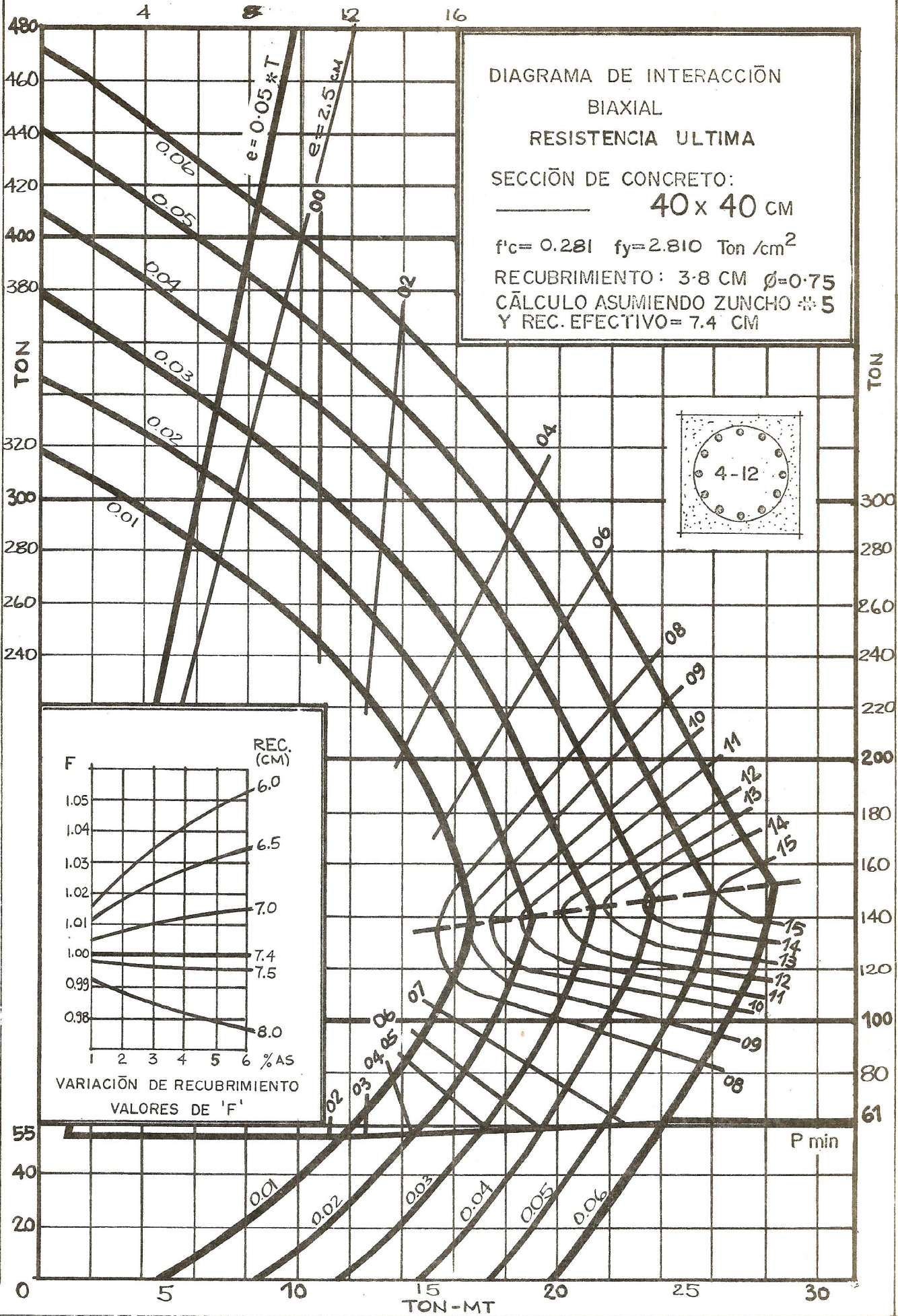
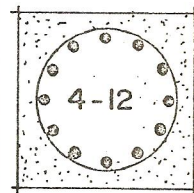


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

BIAXIAL

RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO: X
 45 x 45 cm

$f'_c = 0.281$ $f_y = 2.810$ Ton /cm²

RECUBRIMIENTO: 3.8 cm $\phi = 0.75$
 CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO # 5
 Y REC. EFECTIVO = 7.7 cm

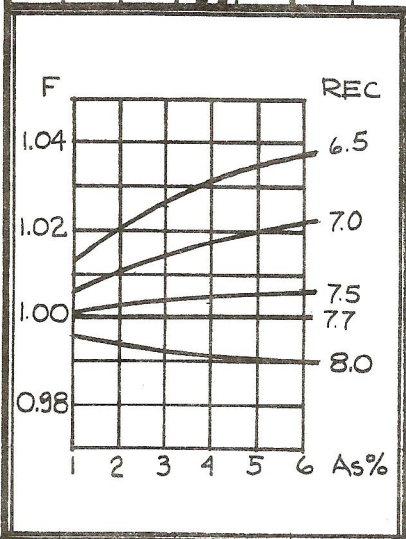
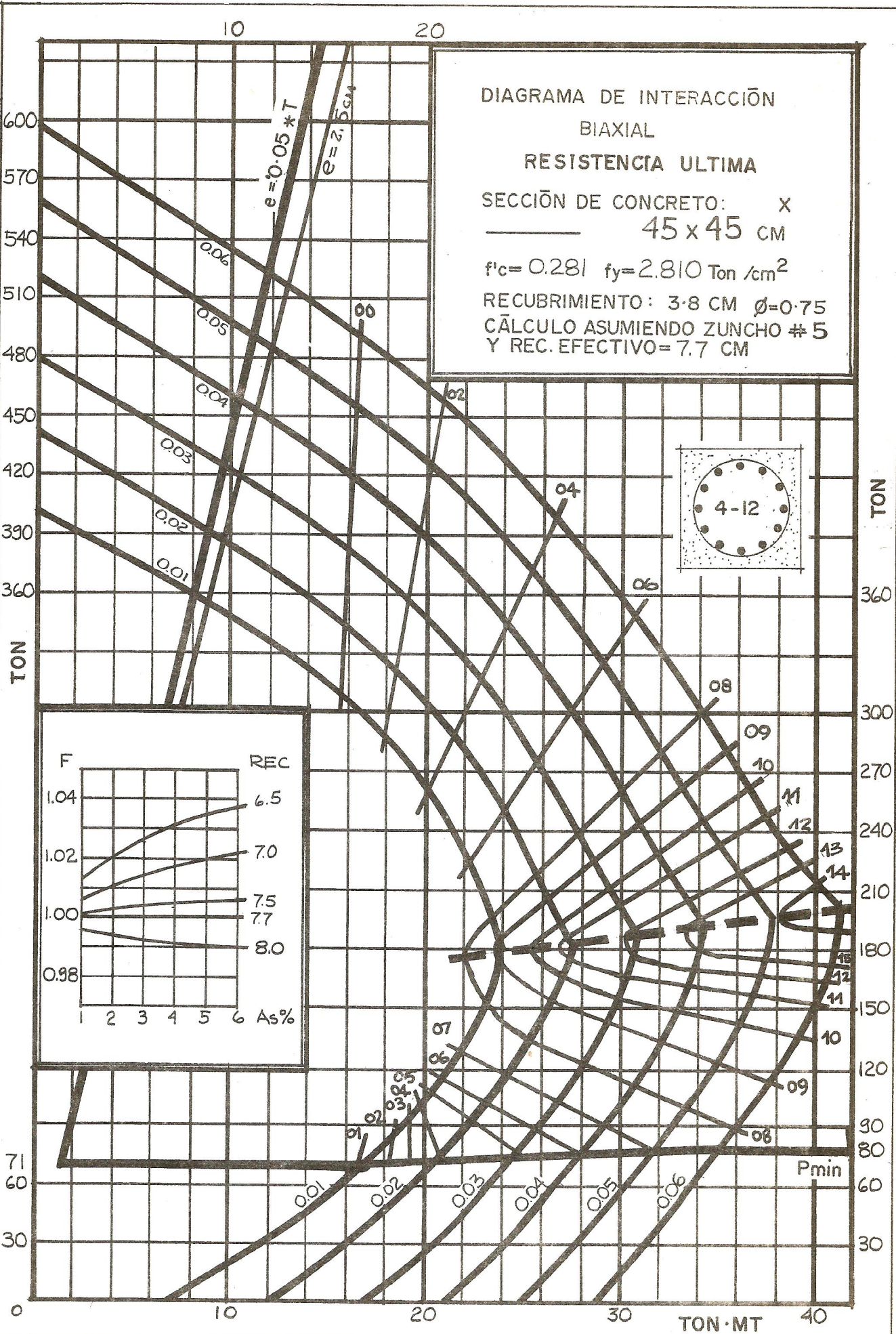
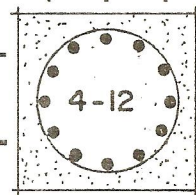


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
 BIAIXIAL
 RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO: X
 50 x 50 CM

$f'_c = 0.281$ $f_y = 2.810 \text{ Ton/cm}^2$

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
 CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
 Y REC. EFECTIVO = 8.0 CM

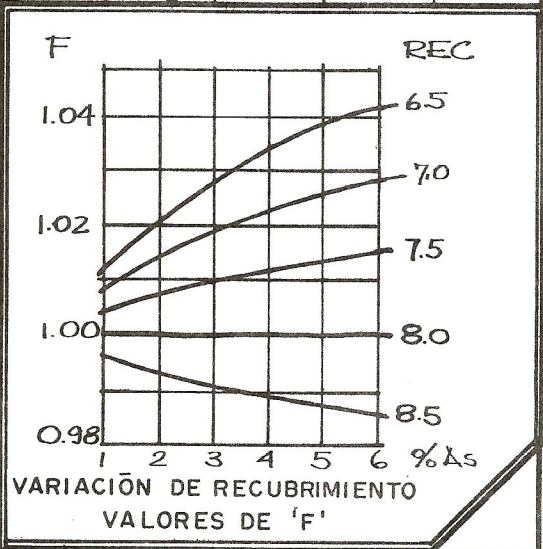
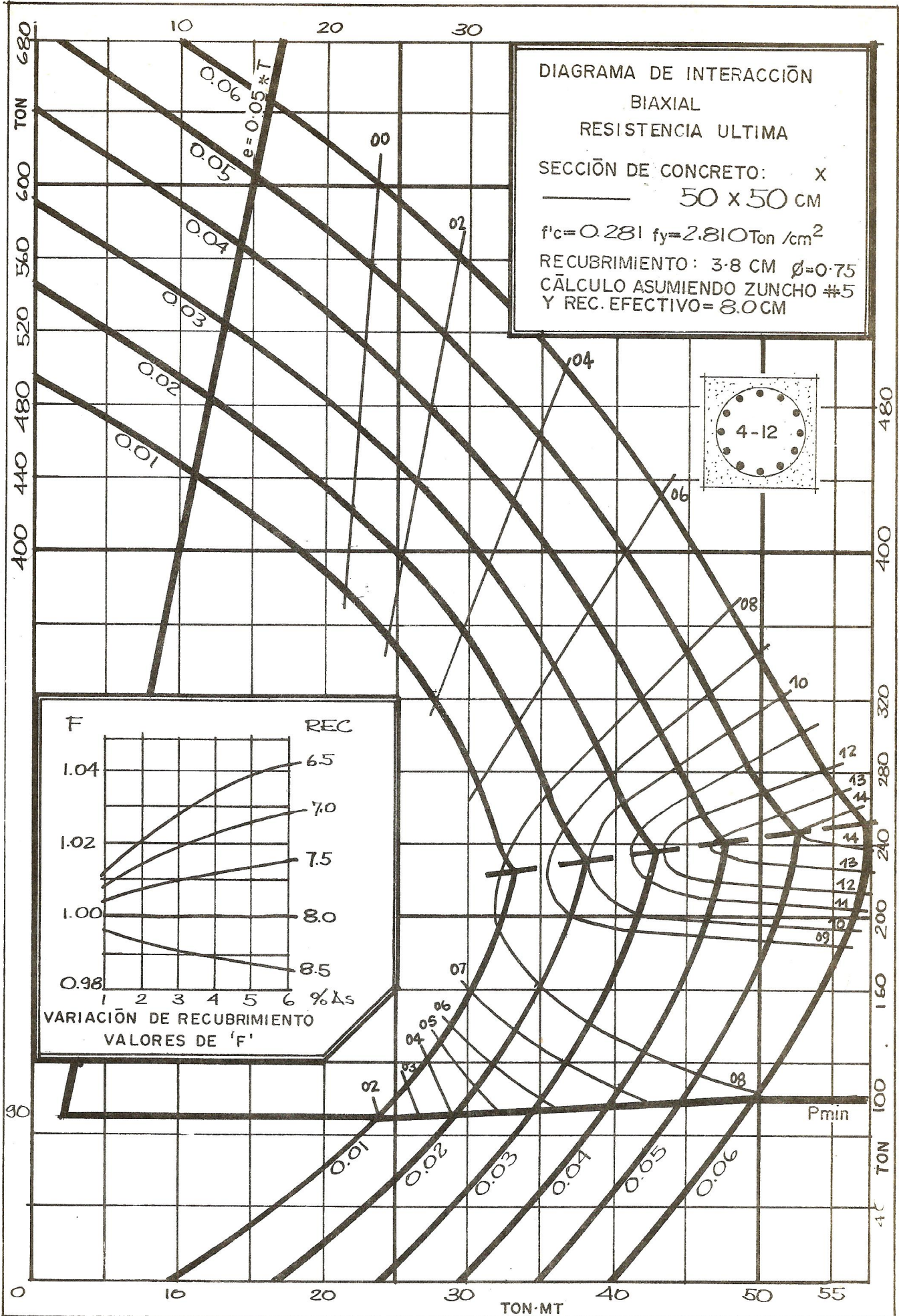
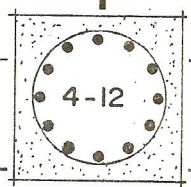


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL

RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO: X

55 x 55 CM

$f'_c = 0.281$ $f_y = 2.810$ Ton /cm²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$

CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO = 8.2 CM

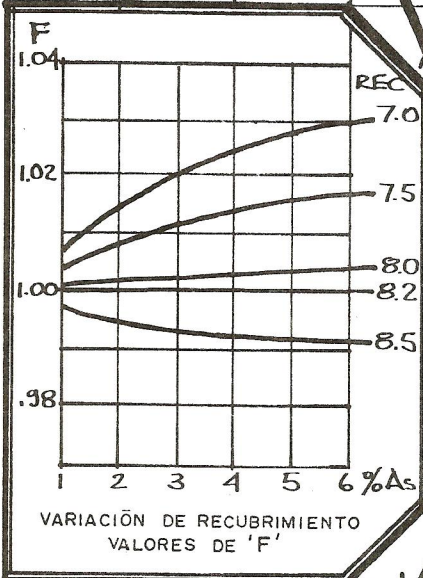
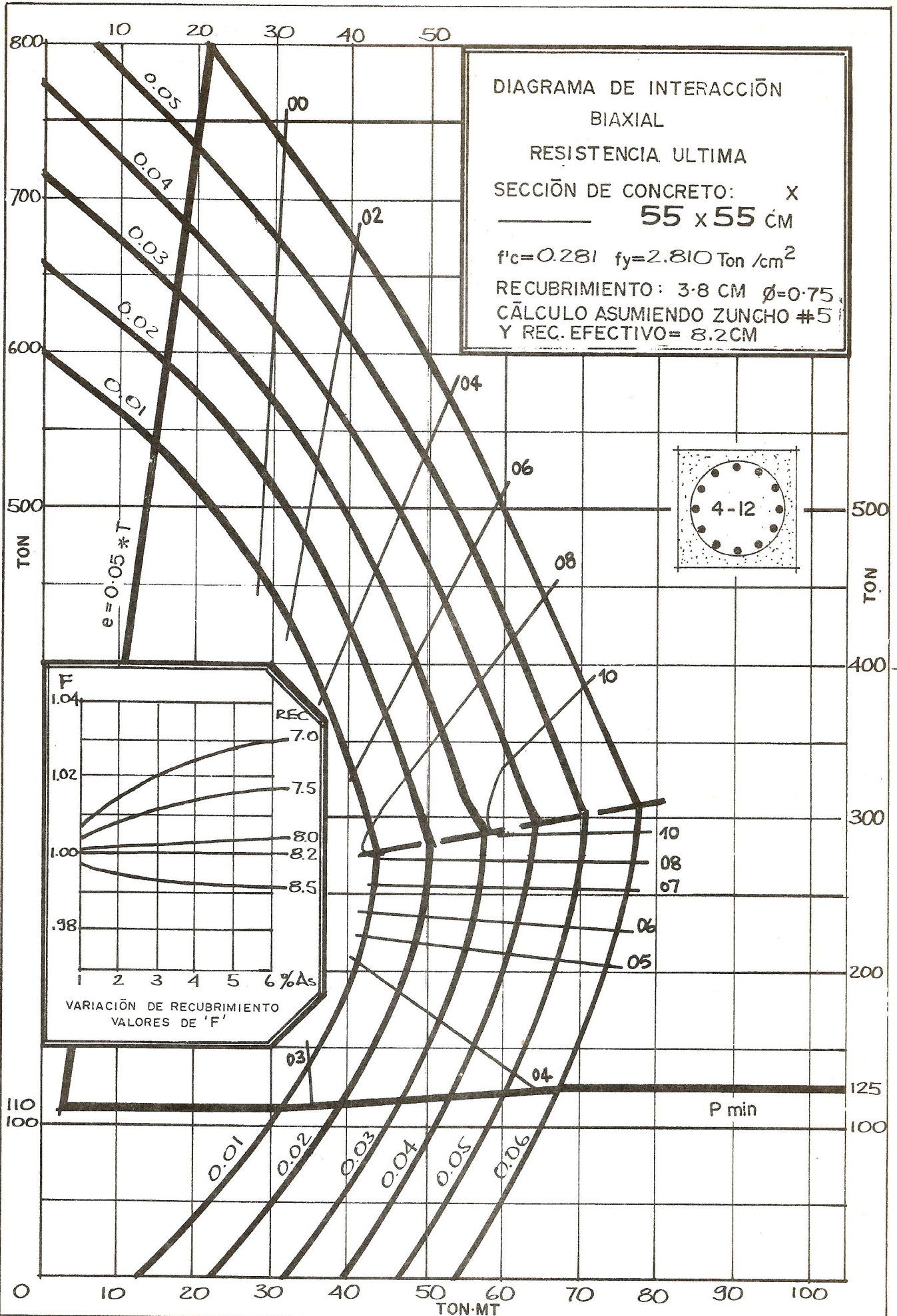
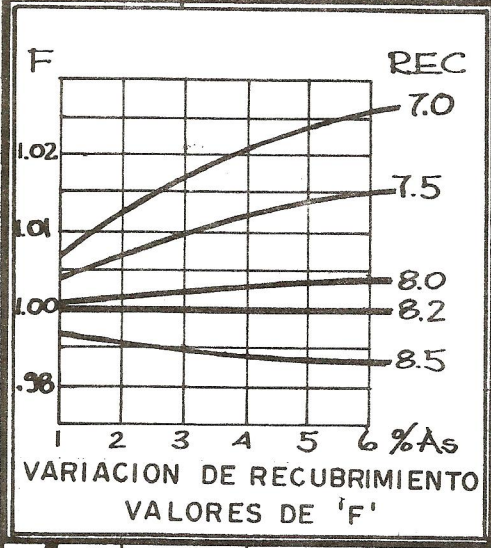
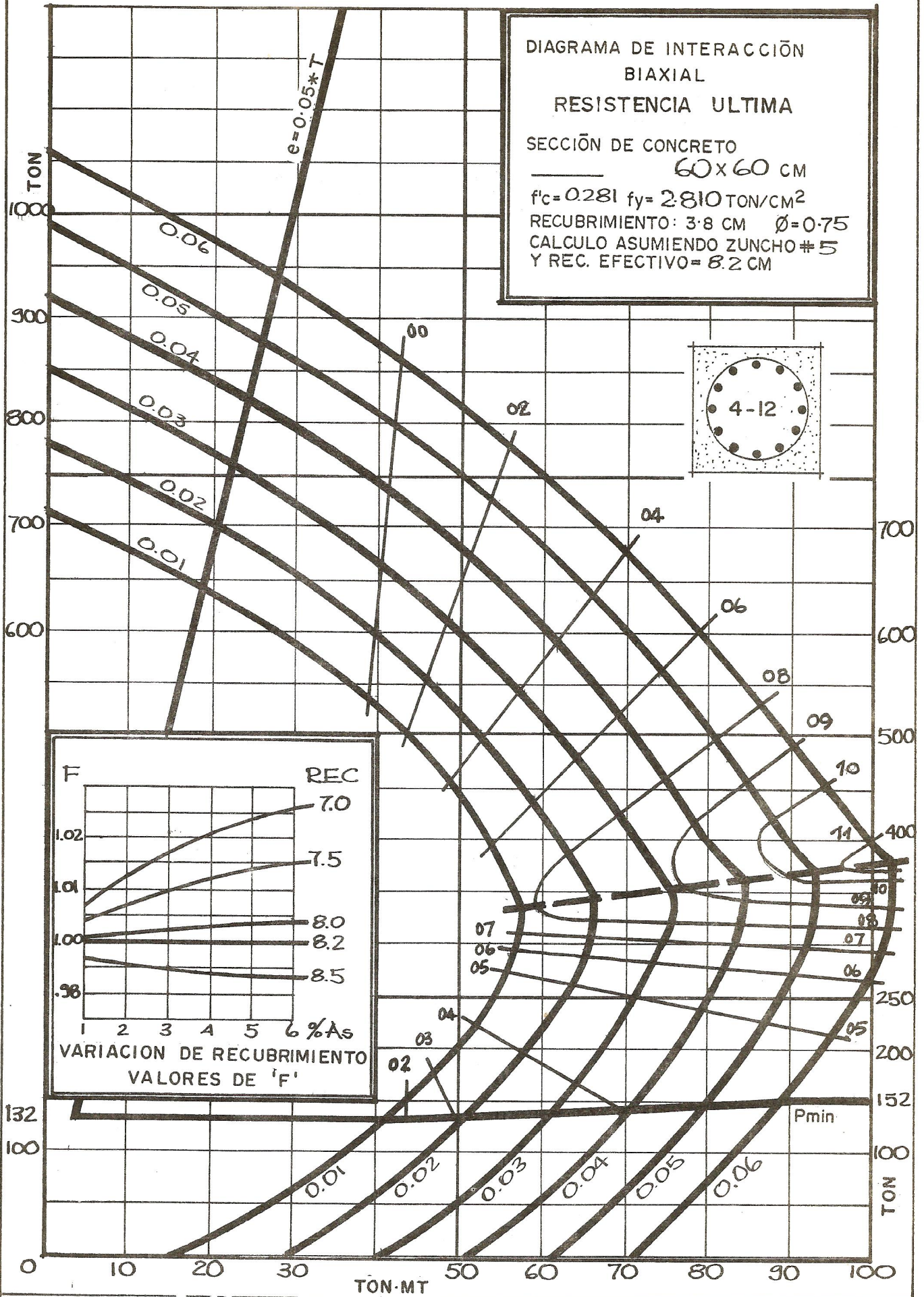
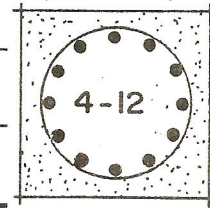


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO
60x60 CM
f'c=0.281 fy= 2.810 TON/CM²
RECUBRIMIENTO: 3.8 CM Ø=0.75
CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO #5
Y REC. EFECTIVO= 8.2 CM



20 40 60 80

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO: X
65 X 65 CM

$f'_c = 0.281$ $f_y = 3.520 \text{ Tcn/cm}^2$

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #6
Y REC. EFECTIVO = 8.2 CM

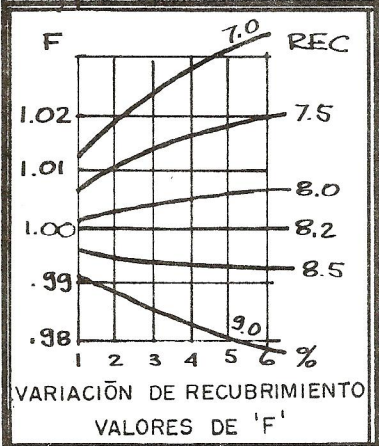
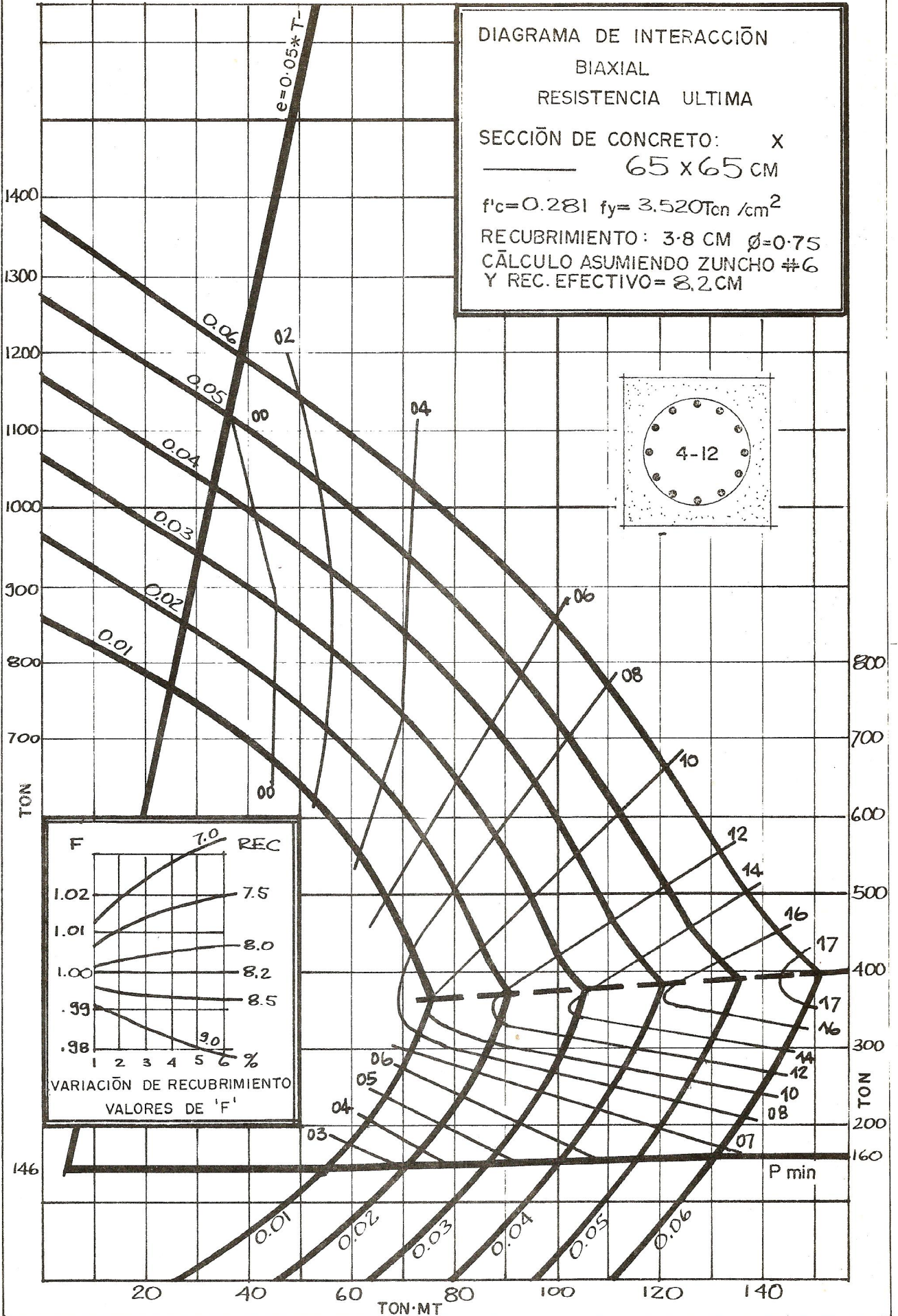
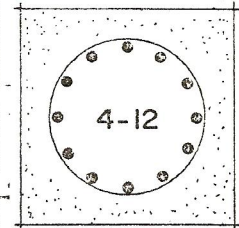


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL

RESISTENCIA ULTIMA

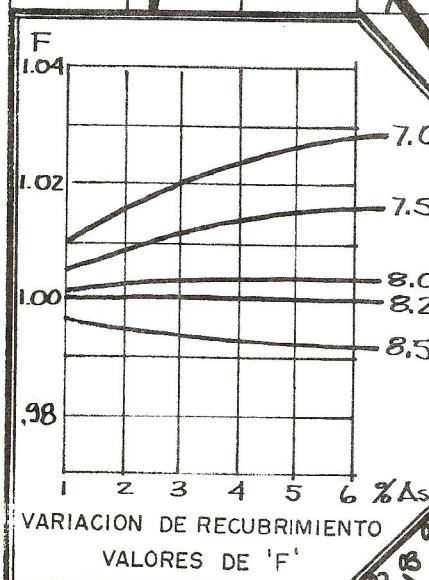
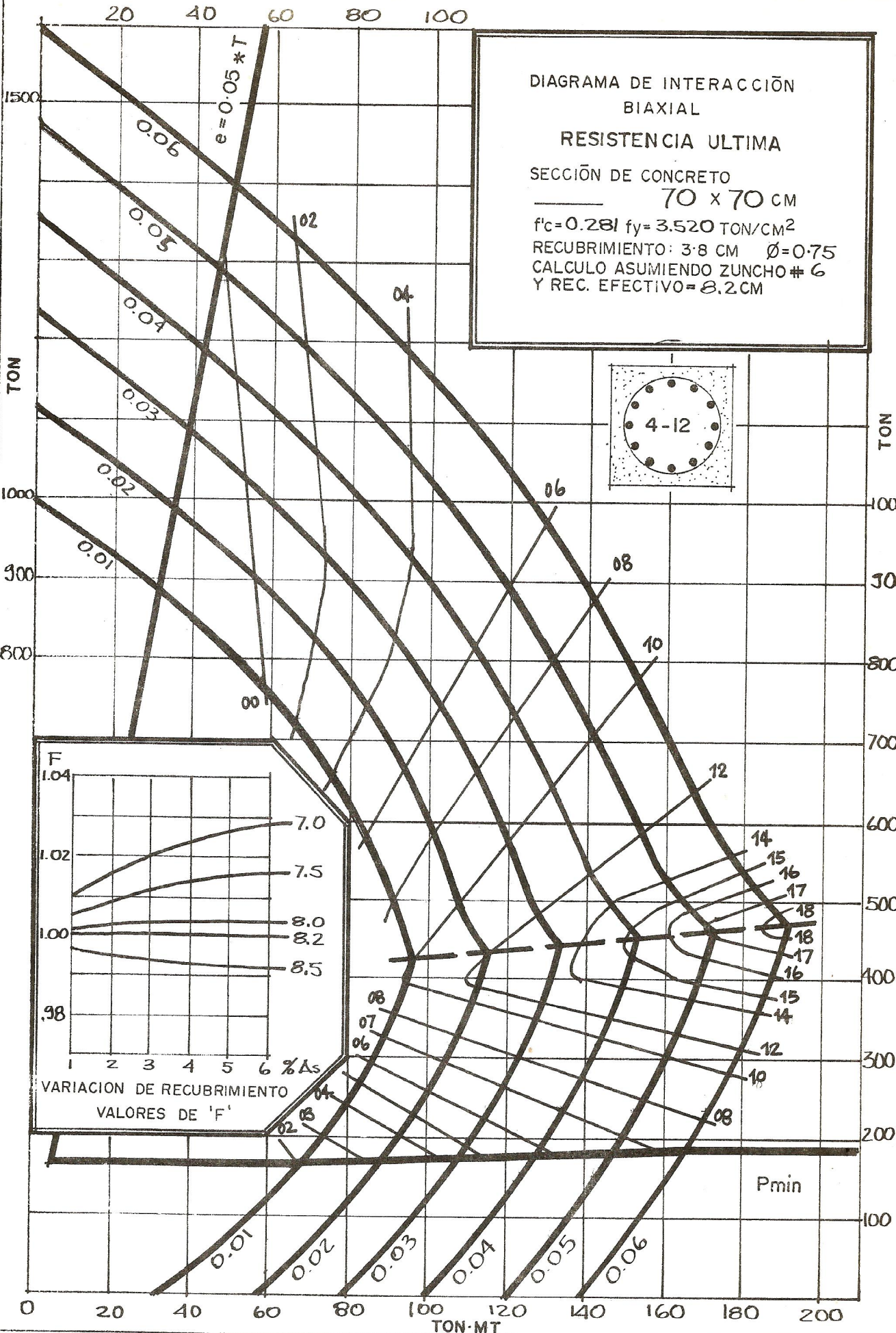
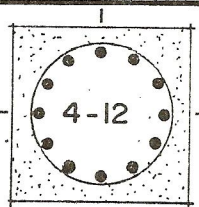
SECCIÓN DE CONCRETO

70 x 70 CM

$f'_c = 0.281$ $f_y = 3.520$ TON/CM²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$

CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO # 6
Y REC. EFECTIVO = 8.2 CM



Pmin

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL
RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO:
75 x 75 CM

$f'_c = 0.281$ $f_y = 3.520 \text{ Ton/cm}^2$

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #6
Y REC. EFECTIVO = 8.2 CM

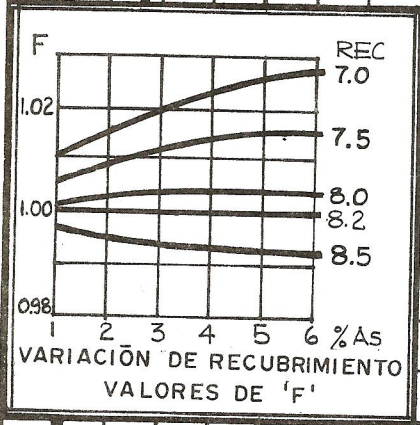
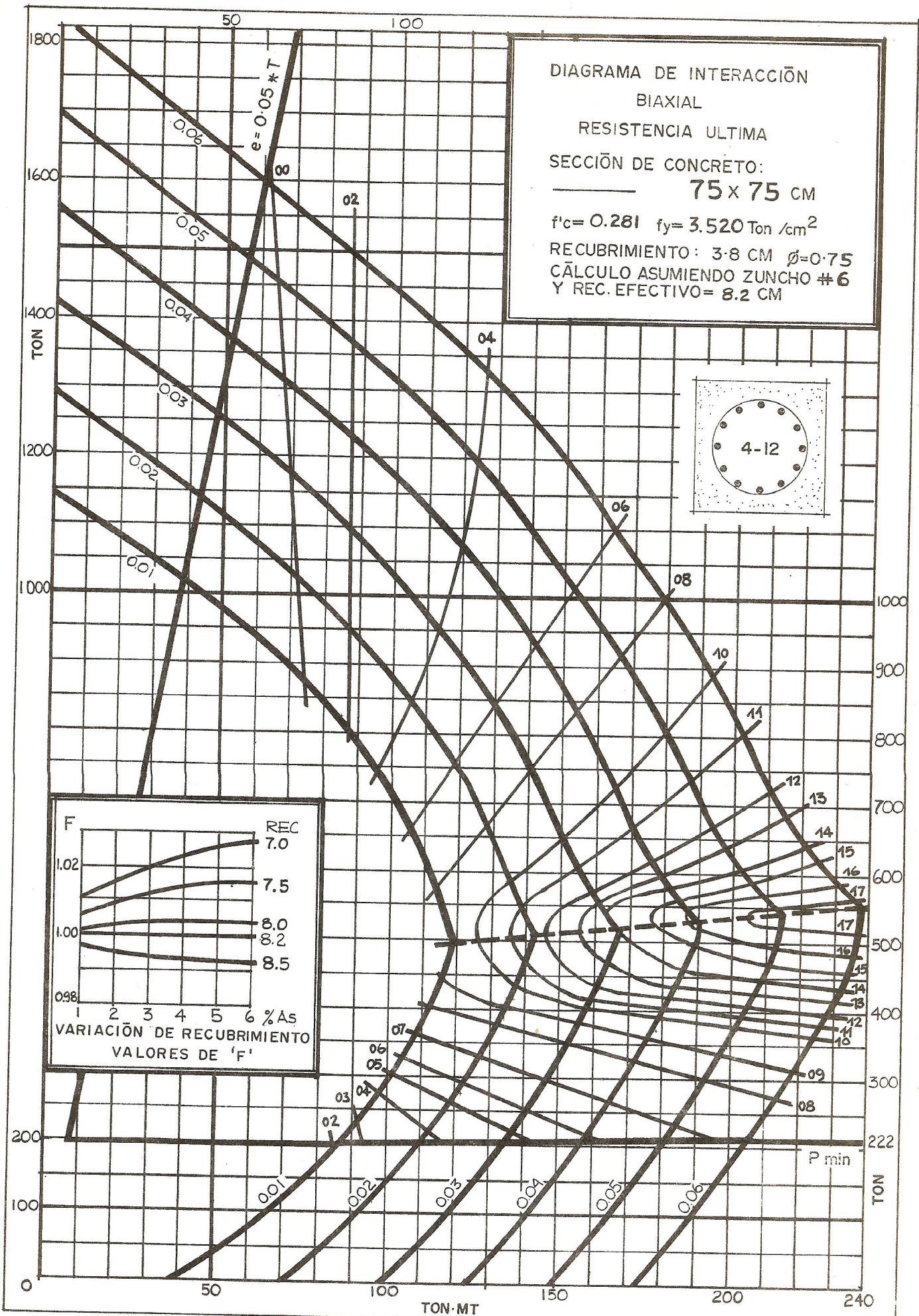
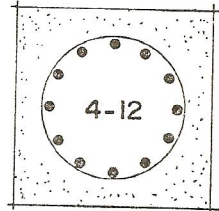


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
BIAXIAL

RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO

70 x 70 CM

$f'_c = 0.352$ $f_y = 3,520$ TON/CM²

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$

CALCULO ASUMIENDO ZUNCHO # 6

Y REC. EFECTIVO = 8.2 CM

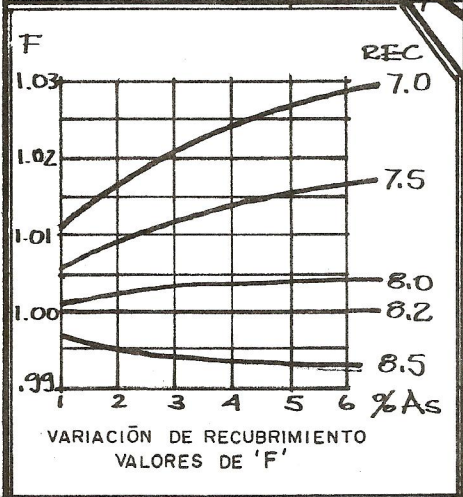
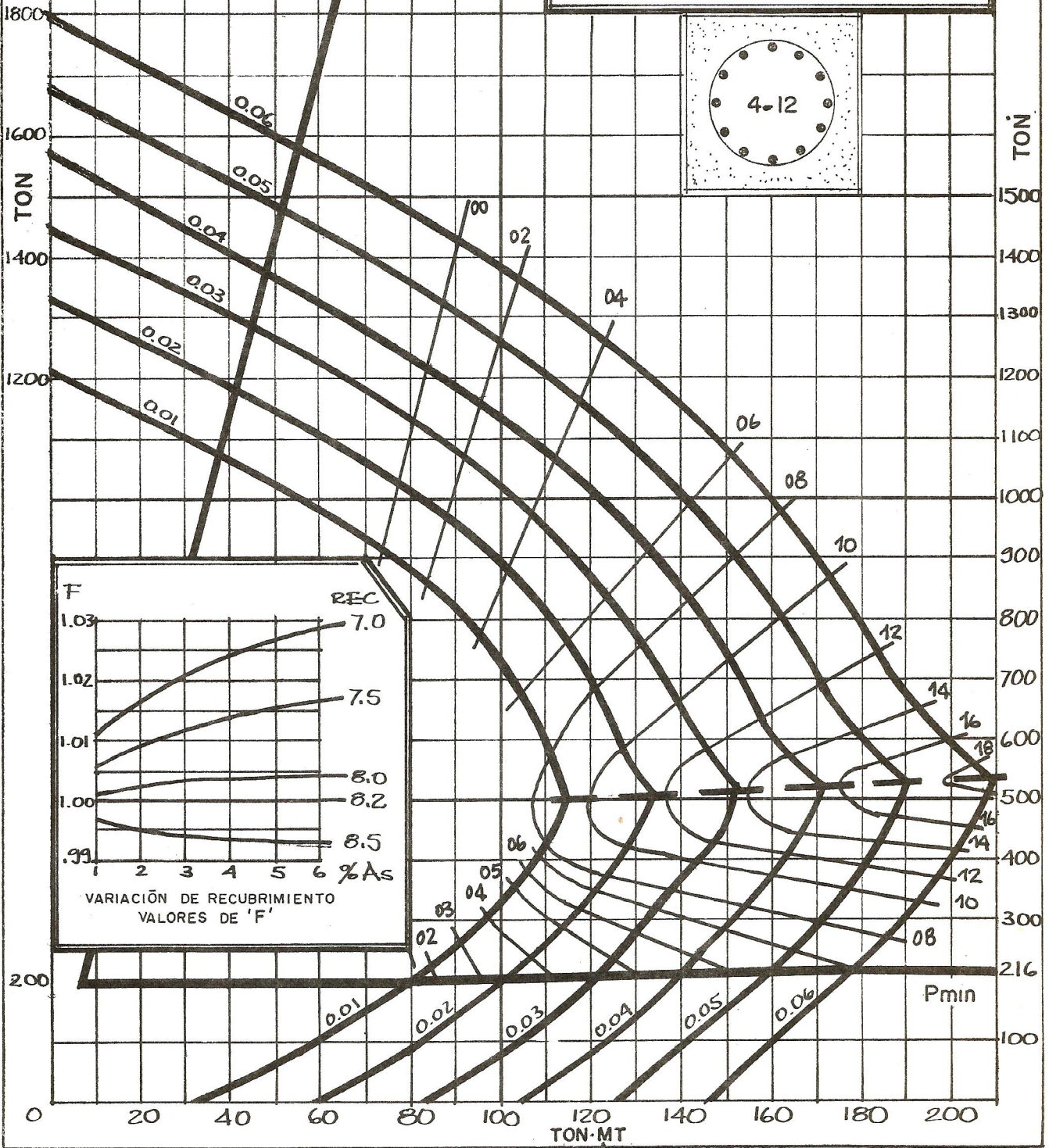
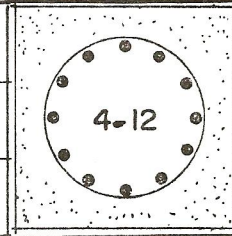
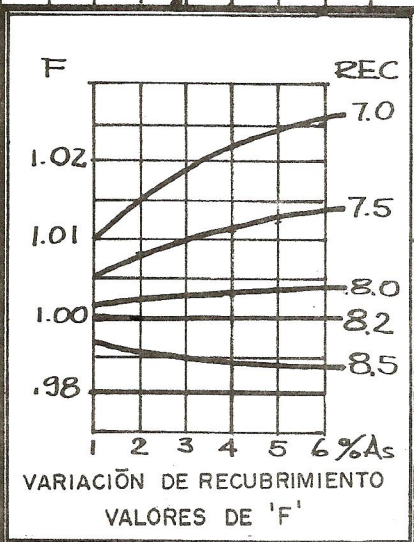
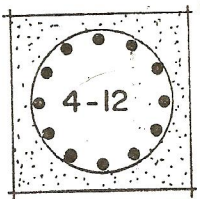
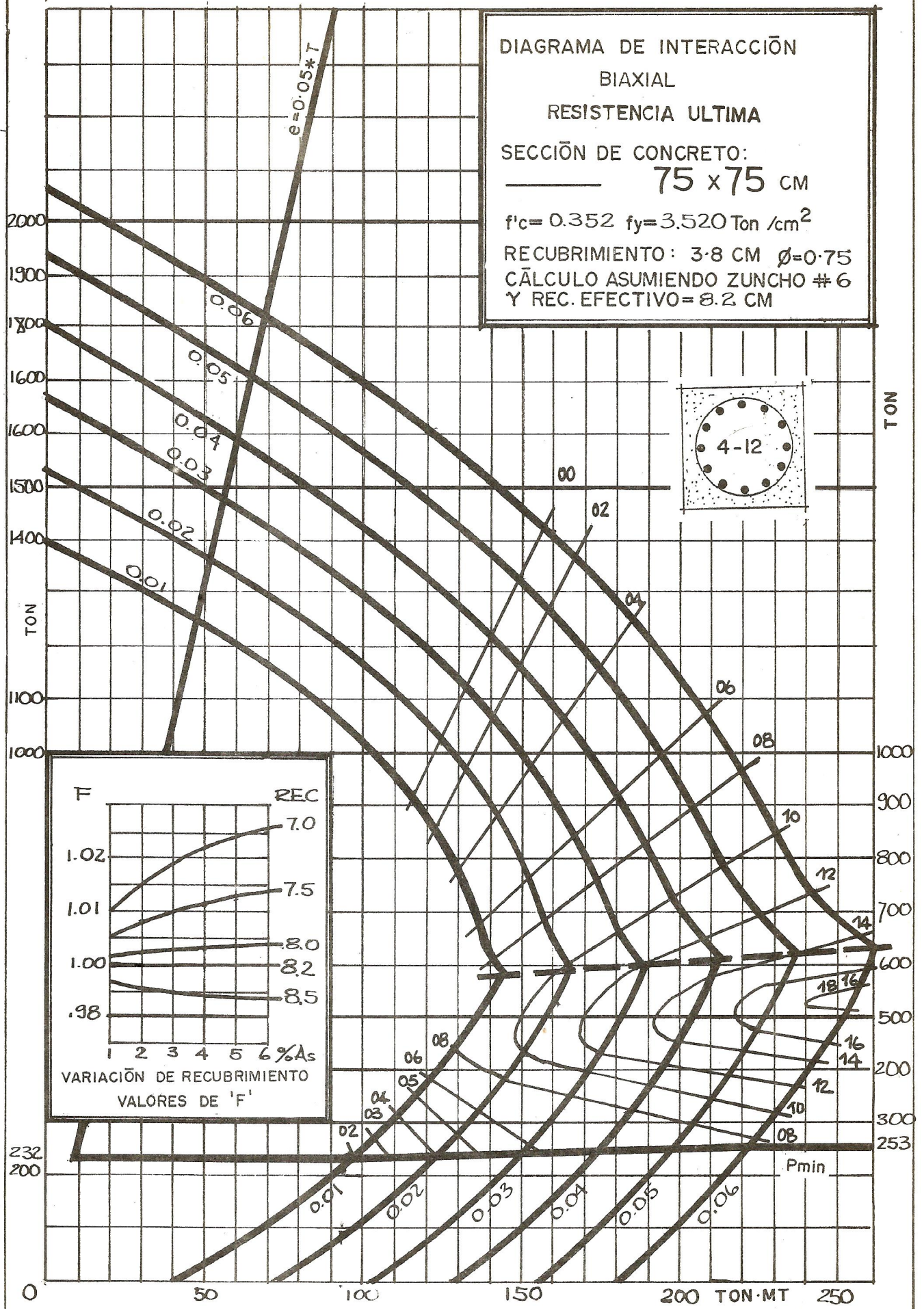


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN
 BIAxIAL
 RESISTENCIA ULTIMA

SECCIÓN DE CONCRETO:
 ——— 75 x 75 CM

$f'_c = 0.352$ $f_y = 3.520 \text{ Ton/cm}^2$

RECUBRIMIENTO: 3.8 CM $\phi = 0.75$
 CÁLCULO ASUMIENDO ZUNCHO #6
 Y REC. EFECTIVO = 8.2 CM



TON

1000
900
800
700
600
500
400
300
253

232
200

200 TON-MT 250

APENDICE 9

TABLAS PARA CALCULO DE REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

TABLA A9 - 1

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
 VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .211

FY=2.320 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 4

PASO MINIMO= 4.1 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	.0	.0	4.2	4.5	4.8	5.0	5.2	10.0	22.4
35.		.0	.0	4.2	4.4	4.7	4.9	8.5	27.4
40.			.0	.0	4.2	4.4	4.6	7.2	32.4
45.				.0	.0	4.2	4.4	6.2	37.4
50.					.0	.0	4.2	5.5	42.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	5.3	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.0	10.0	22.4
35.	5.0	5.2	5.3	5.5	5.6	5.7	5.8	8.5	27.4
40.	4.8	4.9	5.1	5.2	5.4	5.5	5.6	7.2	32.4
45.	4.6	4.7	4.9	5.0	5.1	5.3	5.4	6.2	37.4
50.	4.3	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	5.5	42.4
55.	4.1	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	4.9	4.9	47.4
60.	.0	4.1	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	52.4
65.	.0	.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	57.4
70.		.0	.0	.0	3.7	3.7	3.7	3.7	62.4
75.			.0	.0	.0	3.4	3.4	3.4	67.4
80.				.0	.0	.0	3.2	3.2	72.4

TABLA A9 - 2

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*1
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .211

FY=2.320 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 5

PASO MINIMO= 4.4 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	5.4	6.1	6.6	7.0	7.4	7.8	8.1	10.0	22.4
35.		5.6	6.1	6.6	7.0	7.3	7.6	10.0	27.4
40.			5.7	6.1	6.5	6.9	7.2	10.0	32.4
45.				5.8	6.2	6.5	6.8	9.7	37.4
50.					5.8	6.2	6.5	8.6	42.4
55.						5.9	6.2	7.7	47.4
60.							5.9	6.9	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	8.3	8.6	8.8	9.0	9.1	9.3	9.4	10.0	22.4
35.	7.9	8.1	8.4	8.6	8.7	8.9	9.1	10.0	27.4
40.	7.5	7.7	8.0	8.2	8.4	8.5	8.7	10.0	32.4
45.	7.1	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	9.7	37.4
50.	6.8	7.0	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.6	42.4
55.	6.5	6.7	7.0	7.2	7.4	7.6	7.7	7.7	47.4
60.	6.2	6.5	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	52.4
65.	6.0	6.2	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	57.4
70.		5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	62.4
75.			5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	67.4
80.				5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	72.4
85.					4.7	4.7	4.7	4.7	77.4
90.						4.4	4.4	4.4	82.4
95.							4.2	4.2	87.4

TABLA A9 - 3

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .211

FY=2.320 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 6

PASO MINIMO= 4.7 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	7.8	8.7	9.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.		8.0	8.8	9.4	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.			8.2	8.8	9.4	9.9	10.0	10.0	32.4
45.				8.3	8.9	9.4	9.8	10.0	37.4
50.					8.4	8.9	9.4	10.0	42.4
55.						8.5	8.9	10.0	47.4
60.							8.5	10.0	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	37.4
50.	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	42.4
55.	9.3	9.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	47.4
60.	8.9	9.3	9.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	52.4
65.	8.6	9.0	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	57.4
70.		8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	62.4
75.			7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	67.4
80.				7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	72.4
85.					6.7	6.7	6.7	6.7	77.4
90.						6.3	6.3	6.3	82.4
95.							6.0	6.0	87.4

TABLA A9 - 4

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .211

FY=2.810 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 4

PASO MINIMO= 4.1 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	4.2	4.7	5.1	5.5	5.8	6.0	6.3	10.0	22.4
35.		4.3	4.7	5.1	5.4	5.7	5.9	10.0	27.4
40.			4.4	4.8	5.1	5.3	5.6	8.7	32.4
45.				4.5	4.8	5.0	5.3	7.5	37.4
50.					4.5	4.8	5.0	6.6	42.4
55.						4.6	4.8	5.9	47.4
60.							4.6	5.4	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	6.5	6.6	6.8	7.0	7.1	7.2	7.3	10.0	22.4
35.	6.1	6.3	6.5	6.6	6.8	6.9	7.0	10.0	27.4
40.	5.8	6.0	6.2	6.3	6.5	6.6	6.7	8.7	32.4
45.	5.5	5.7	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	7.5	37.4
50.	5.3	5.5	5.6	5.8	6.0	6.1	6.3	6.6	42.4
55.	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	5.9	5.9	5.9	47.4
60.	4.8	5.0	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	52.4
65.	4.6	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	57.4
70.		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	62.4
75.			4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	67.4
80.				3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	72.4
85.					3.6	3.6	3.6	3.6	77.4
90.						3.4	3.4	3.4	82.4
95.							3.2	3.2	87.4

TABLA A9 - 5

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .211

FY=2.810 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 5

PASO MINIMO= 4.4 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	6.6	7.3	8.0	8.5	9.0	9.4	9.8	10.0	22.4
35.		6.7	7.4	7.9	8.4	8.8	9.2	10.0	27.4
40.			6.9	7.4	7.9	8.3	8.7	10.0	32.4
45.				7.0	7.5	7.9	8.3	10.0	37.4
50.					7.1	7.5	7.9	10.0	42.4
55.						7.1	7.5	9.3	47.4
60.							7.2	8.4	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.	9.5	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.	9.1	9.4	9.6	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.	8.6	8.9	9.2	9.5	9.7	9.9	10.0	10.0	37.4
50.	8.2	8.5	8.8	9.1	9.3	9.6	9.8	10.0	42.4
55.	7.9	8.2	8.5	8.7	9.0	9.2	9.3	9.3	47.4
60.	7.5	7.8	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	52.4
65.	7.2	7.5	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	57.4
70.		7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	62.4
75.			6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	67.4
80.				6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	72.4
85.					5.7	5.7	5.7	5.7	77.4
90.						5.3	5.3	5.3	82.4
95.							5.0	5.0	87.4

TABLA A9 - 6

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .211

FY=2.810 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 6

PASO MINIMO= 4.7 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	9.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.		9.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.			9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.				10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	37.4
50.					10.0	10.0	10.0	10.0	42.4
55.						10.0	10.0	10.0	47.4
60.							10.0	10.0	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	37.4
50.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	42.4
55.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	47.4
60.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	52.4
65.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	57.4
70.		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	62.4
75.			9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	67.4
80.				8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	72.4
85.					8.2	8.2	8.2	8.2	77.4
90.						7.7	7.7	7.7	82.4
95.							7.2	7.2	87.4

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

TABLA A9-7 Y
A9-8

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .281

FY=2.810 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 4

PASO MINIMO= 4.1 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	.0	.0	.0	.0	4.3	4.5	4.7	9.4	22.4
35.		.0	.0	.0	.0	4.2	4.4	7.7	27.4
40.			.0	.0	.0	.0	4.2	6.5	32.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	9.4	22.4
35.	4.6	4.7	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	7.7	27.4
40.	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1	6.5	32.4
45.	4.1	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.6	37.4
50.	.0	.0	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	5.0	42.4
55.	.0	.0	.0	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5	47.4
60.	.0	.0	.0	.0	4.0	4.0	4.0	4.0	52.4

ZUNCHO NUMERO 5

PASO MINIMO= 4.4 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	4.9	5.5	6.0	6.4	6.8	7.1	7.3	10.0	22.4
35.		5.1	5.5	6.0	6.3	6.6	6.9	10.0	27.4
40.			5.2	5.6	5.9	6.3	6.5	10.0	32.4
45.				5.2	5.6	5.9	6.2	8.8	37.4
50.					5.3	5.6	5.9	7.8	42.4
55.						5.3	5.6	7.0	47.4
60.							5.4	6.3	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	7.6	7.8	8.0	8.2	8.3	8.5	8.6	10.0	22.4
35.	7.2	7.4	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	10.0	27.4
40.	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	7.9	10.0	32.4
45.	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.6	8.8	37.4
50.	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.3	7.8	42.4
55.	5.9	6.1	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0	7.0	47.4
60.	5.6	5.9	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	52.4
65.	5.4	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	57.4
70.		5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	62.4
75.			4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	67.4
80.				4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	72.4
85.					4.3	4.3	4.3	4.3	77.4
90.						4.0	4.0	4.0	82.4
95.							3.8	3.8	87.4

TABLA A9-9

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM.

FPC= .281 FY=2.810 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 6 PASO MINIMO= 4.7 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	7.1	7.9	8.6	9.2	9.7	10.0	10.0	10.0	22.4
35.		7.3	8.0	8.6	9.1	9.6	10.0	10.0	27.4
40.			7.4	8.0	8.6	9.0	9.4	10.0	32.4
45.				7.5	8.1	8.5	8.9	10.0	37.4
50.					7.6	8.1	8.5	10.0	42.4
55.						7.7	8.1	10.0	47.4
60.							7.7	9.1	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.	9.3	9.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	37.4
50.	8.9	9.2	9.5	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	42.4
55.	8.5	8.8	9.2	9.4	9.7	10.0	10.0	10.0	47.4
60.	8.1	8.5	8.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	52.4
65.	7.8	8.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	57.4
70.		7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	62.4
75.			7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	67.4
80.				6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	72.4
85.					6.1	6.1	6.1	6.1	77.4
90.						5.8	5.8	5.8	82.4
95.							5.4	5.4	87.4

TABLA A9-10

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .281

FY=3.520 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 4

PASO MINIMO= 4.1 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	.9	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7	5.9	10.0	22.4
35.		.9	4.4	4.8	5.1	5.3	5.5	9.7	27.4
40.			.1	4.5	4.8	5.0	5.2	8.2	32.4
45.				.2	4.5	4.7	5.0	7.1	37.4
50.					.2	4.5	4.7	6.2	42.4
55.						.3	4.5	5.6	47.4
60.							.3	5.0	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	6.1	6.2	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	10.0	22.4
35.	5.7	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.6	9.7	27.4
40.	5.5	5.6	5.8	6.0	6.1	6.2	6.3	8.2	32.4
45.	5.2	5.4	5.5	5.7	5.9	6.0	6.1	7.1	37.4
50.	4.9	5.1	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.2	42.4
55.	4.7	4.9	5.1	5.3	5.4	5.5	5.6	5.6	47.4
60.	4.5	4.7	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	52.4
65.	4.3	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	57.4
70.		4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	62.4
75.			3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	67.4
80.				3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	72.4
85.					3.4	3.4	3.4	3.4	77.4
90.						3.2	3.2	3.2	82.4
95.							3.0	3.0	87.4

TABLA 47-12

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
 VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .281

FY=3.520 Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 6

PASO MINIMO= 4.7 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H''
30.	8.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.		9.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.			9.3	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.				9.4	10.0	10.0	10.0	10.0	37.4
50.					9.6	10.0	10.0	10.0	42.4
55.						9.6	10.0	10.0	47.4
60.							9.7	10.0	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H''
30.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	37.4
50.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	42.4
55.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	47.4
60.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	52.4
65.	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	57.4
70.		9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	62.4
75.			8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	67.4
80.				8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	72.4
85.					7.7	7.7	7.7	7.7	77.4
90.						7.2	7.2	7.2	82.4
95.							6.8	6.8	87.4

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*1
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .352

FY=3.520

Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 4

PASO MINIMO= 4.1 CM

TABLA A9-13

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	.0	.0	.0	.0	4.3	4.5	4.7	9.4	22.4
35.		.0	.0	.0	.0	4.2	4.4	7.7	27.4
40.			.0	.0	.0	.0	4.2	6.5	32.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	9.4	22.4
35.	4.6	4.7	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	7.7	27.4
40.	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1	6.5	32.4
45.	4.1	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.6	37.4
50.	.0	.0	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	5.0	42.4
55.	.0	.0	.0	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5	47.4
60.	.0	.0	.0	.0	4.0	4.0	4.0	4.0	52.4
65.	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.7	3.7	57.4

ZUNCHO NUMERO 5

PASO MINIMO= 4.4 CM

TABLA A9-14

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H"
30.	4.9	5.5	6.0	6.4	6.8	7.1	7.3	10.0	22.4
35.		5.1	5.5	6.0	6.3	6.6	6.9	10.0	27.4
40.			5.2	5.6	5.9	6.3	6.5	10.0	32.4
45.				5.2	5.6	5.9	6.2	8.8	37.4
50.					5.3	5.6	5.9	7.8	42.4
55.						5.3	5.6	7.0	47.4
60.							5.4	6.3	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H"
30.	7.6	7.8	8.0	8.2	8.3	8.5	8.6	10.0	22.4
35.	7.2	7.4	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	10.0	27.4
40.	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	7.9	10.0	32.4
45.	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.6	8.8	37.4
50.	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.3	7.8	42.4
55.	5.9	6.1	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0	7.0	47.4
60.	5.6	5.9	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	52.4
65.	5.4	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	57.4
70.		5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	62.4
75.			4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	67.4
80.				4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	72.4
85.					4.3	4.3	4.3	4.3	77.4
90.						4.0	4.0	4.0	82.4
95.							3.8	3.8	87.4

TABLA A9-15

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

ZUNCHO RECTANGULAR EN COLUMNA RECTANGULAR H*T
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .352

FY=3.520

Ton/cm²

ZUNCHO NUMERO 6

PASO MINIMO= 4.7 CM

H \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{max}	H''
30.	7.1	7.9	8.6	9.2	9.7	10.0	10.0	10.0	22.4
35.		7.3	8.0	8.6	9.1	9.6	10.0	10.0	27.4
40.			7.4	8.0	8.6	9.0	9.4	10.0	32.4
45.				7.5	8.1	8.5	8.9	10.0	37.4
50.					7.6	8.1	8.5	10.0	42.4
55.						7.7	8.1	10.0	47.4
60.							7.7	9.1	52.4

H \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{max}	H''
30.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	22.4
35.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	27.4
40.	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	32.4
45.	9.3	9.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	37.4
50.	8.9	9.2	9.5	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	42.4
55.	8.5	8.8	9.2	9.4	9.7	10.0	10.0	10.0	47.4
60.	8.1	8.5	8.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	52.4
65.	7.8	8.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	57.4
70.		7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	62.4
75.			7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	67.4
80.				6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	72.4
85.					6.1	6.1	6.1	6.1	77.4
90.						5.8	5.8	5.8	82.4
95.							5.4	5.4	87.4

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

TABLA A9-16

ZUNCHO CIRCULAR EN COLUMNA CUADRADA
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .211

FY=2.810 Ton./cm²

zch \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	6.0
4	5.2	5.1	4.8	4.6	4.4	4.2	4.3	4.1	10.0
5	8.1	7.9	7.4	7.2	6.9	6.6	6.7	4.4	10.0
6	10.0	10.0	10.0	10.0	9.9	9.5	9.6	4.7	10.0

zch \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	2.2
4	4.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1	3.9
5	6.4	5.9	5.6	5.2	4.8	.0	.0	4.4	6.0
6	9.3	8.5	8.0	7.5	6.9	5.0	.0	4.7	8.7

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

TABLA A9-17

ZUNCHO CIRCULAR EN COLUMNA CUADRADA
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .281

FY=2.810 Ton/cm²

zch \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	4.5
4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1	8.1
5	6.1	5.9	5.6	5.4	5.2	5.0	5.0	4.4	10.0
6	8.8	8.6	8.0	7.7	7.4	7.2	7.2	4.7	10.0

zch \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	1.6
4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1	2.9
5	4.8	4.5	.0	.0	.0	.0	.0	4.4	4.5
6	7.0	6.4	6.0	5.6	5.2	.0	.0	4.7	6.5

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

TABLA A9-18

ZUNCHO CIRCULAR EN COLUMNA CUADRADA
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .281

FY=3.520 Ton/cm²

zch \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	5.7
4	4.9	4.8	4.5	4.3	4.1	.0	.0	4.1	10.0
5	7.6	7.4	7.0	6.7	6.5	6.2	6.3	4.4	10.0
6	10.0	10.0	10.0	9.7	9.3	9.0	9.0	4.7	10.0

zch \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	2.0
4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1	3.6
5	6.1	5.6	5.2	4.9	4.5	.0	.0	4.4	5.7
6	8.7	8.0	7.5	7.0	6.5	.0	.0	4.7	8.2

REFUERZO TRANSVERSAL ESPECIAL

TABLA A9-19

ZUNCHO CIRCULAR EN COLUMNA CUADRADA
VALORES DE PASO EN CM.

RECUBRIMIENTO A ROSTRO EXTERNO DE ZUNCHO=, 3.81 CM

FPC= .352

FY=3.520 Ton/cm²

zch \ T	30.	35.	40.	45.	50.	55.	60.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	4.5
4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1	8.1
5	6.1	5.9	5.6	5.4	5.2	5.0	5.0	4.4	10.0
6	8.8	8.6	8.0	7.7	7.4	7.2	7.2	4.7	10.0

zch \ T	65.	70.	75.	80.	85.	90.	95.	a _{min}	a _{max}
# 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8	1.6
4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1	2.9
5	4.8	4.5	.0	.0	.0	.0	.0	4.4	4.5
6	7.0	6.4	6.0	5.6	5.2	.0	.0	4.7	6.5

APENDICE 10

TABLAS Y GRAFICOS PARA CALCULO DE ESBELTEZ

GRAFICA A10-1

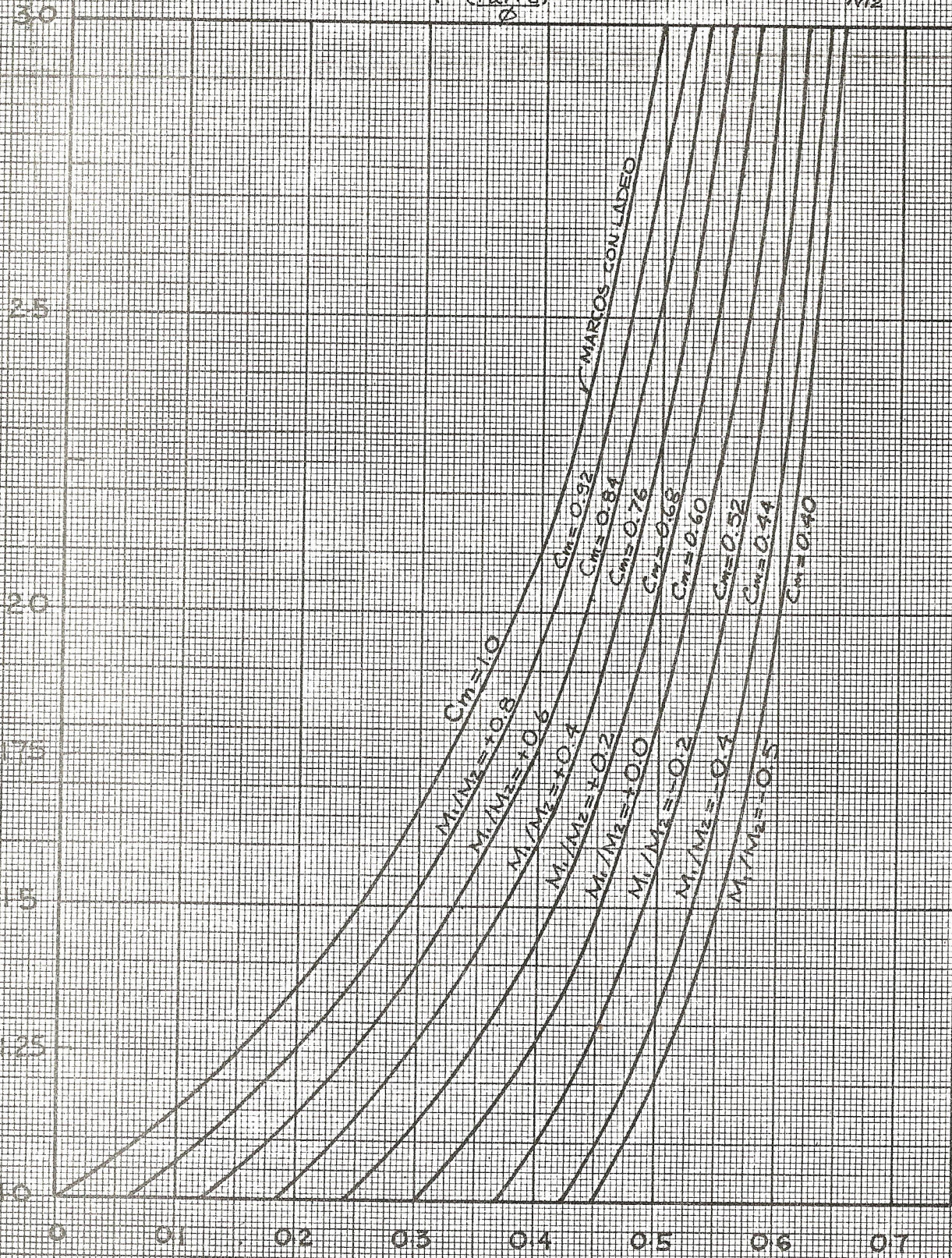
ECUACION 10-5 (Y 10-9) C6DIGO ACI 318-71

$\phi = 0.75$

$$\delta = \frac{C_m}{1 - (P_u/P_c) \phi}$$

$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2}$

δ



P_u/P_c

GRAFICA A10-2

ECUACION 10-5 (Y 10-9) CODIGO ACI 318-71

$\phi = 0.70$

$\delta = \frac{C_m}{1 - (P_u/P_c)}$

$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2}$

δ

3.0

2.5

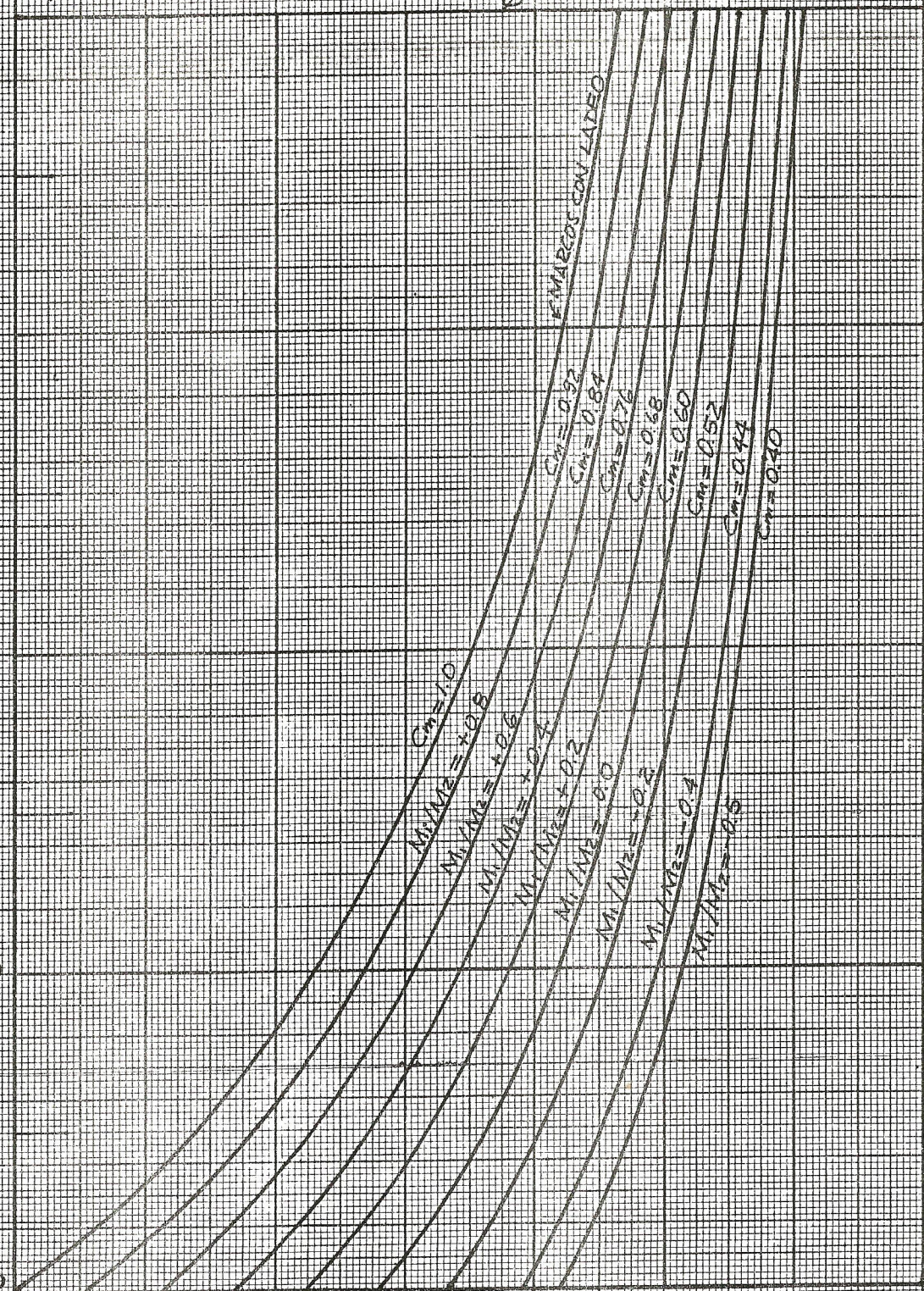
2.0

1.75

1.50

1.25

1.00



0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7

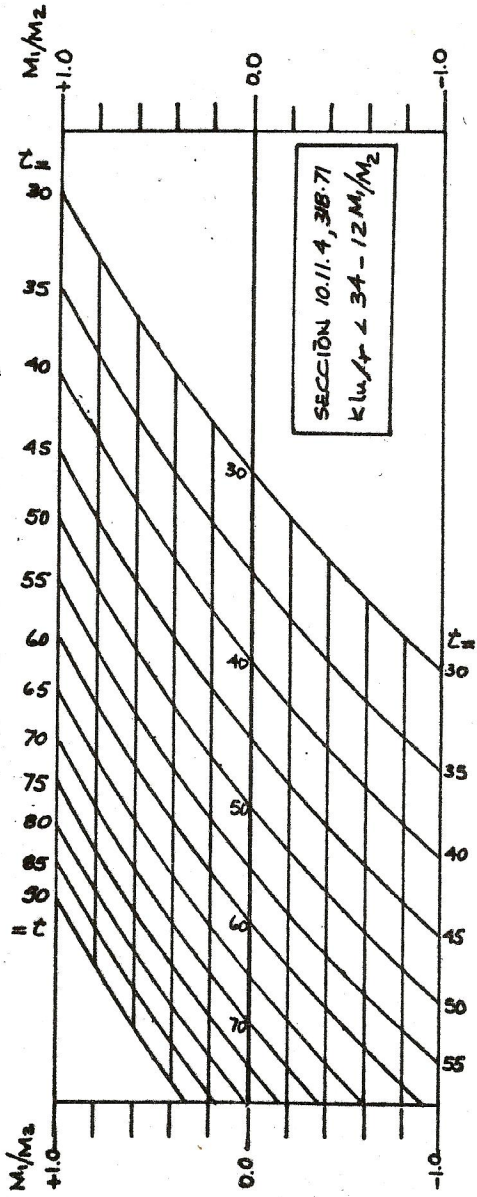
P_u/P_c

GRÁFICA A 10-4

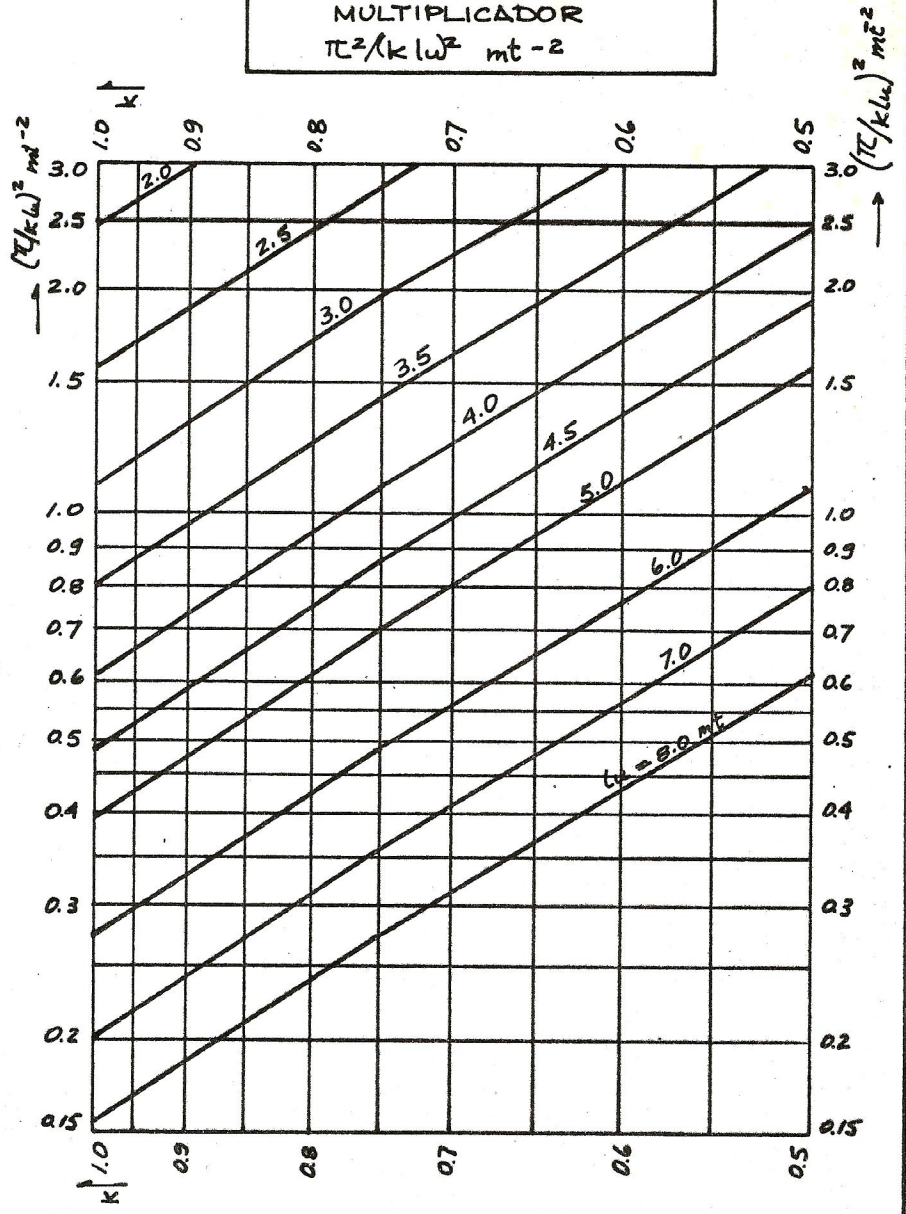
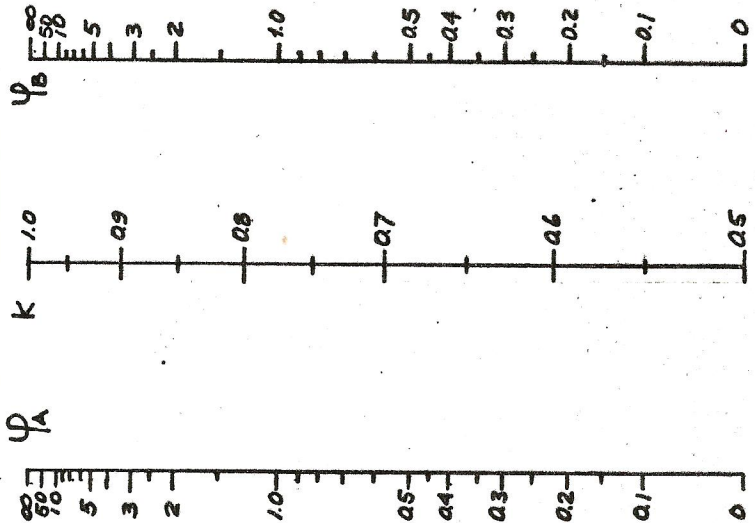
REFERENCIA: SECCIÓN 10.11
CÓDIGO ACI 318-71 EC.10-6

EVALUACIÓN APROXIMADA
DE EFECTOS DE ESBELTEZ

MARCO ARRIOSTRADO



MARCO ARRIOSTRADO
NOMOGRAMA DE
JACKSON & MORELAND



TABLAS A10-5 y A10-6
 Valores EI' (Ton mt²/cm)
 Ecuaciones 10-7 y 10-8 ACI 318-71
 $EI = (EI' * b)/(1 + d)$ Ton mt²

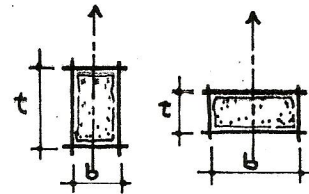


Tabla A10-5 $f'c = 0.352 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 283 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Recubrimiento efectivo = 8.7 cm.

t \ %	Ecuación 10-7						Ec. 10-8
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
90	586	828	854	1025	1195	1365	688
85	488	686	708	847	987	1126	580
80	402	562	579	692	804	917	484
75	326	453	467	556	645	735	398
70	261	359	370	440	509	579	324
65	205	280	288	341	394	447	259
60	158	213	219	258	297	336	204
55	119	158	163	191	218	246	157
50	86.1	113	116	135	154	173	118
45	60.6	78.0	80.0	92.3	104	117	86.1
40	40.6	51.0	52.2	59.5	67.8	74.2	60.4
35	25.8	31.4	32.0	35.9	39.7	43.6	40.5
30	15.2	17.7	17.9	19.6	21.3	23.1	25.5
Arreglo 1-4			Arreglo 2-12				

Tabla A10-6 $f'c = 0.281 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 253 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Recubrimiento efectivo = 8.7 cm.

t \ %	Ecuación 10-7						Ec. 10-8
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
90	550	792	818	989	1159	1329	615
85	457	655	677	816	956	1095	518
80	376	536	553	666	778	891	432
75	305	432	446	535	624	714	356
70	244	342	353	423	492	562	289
65	191	266	274	327	380	433	232
Arreglo 1-4			Arreglo 2-12				

Tablas A10-7 y A10-8
 Valores EI' (Ton mt²/cm)
 Ecuaciones 10-7 y 10-8 ACI 318-71
 EI = (EI' * b)/(1 + d) Ton-mt²

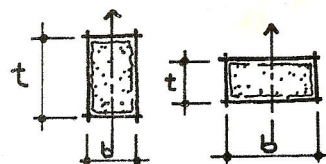


Tabla A10-7 $f'c = 0.281 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 253 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Recubrimiento efectivo=7.7cm, Arreglo acero 2-12

t \ %	Ecuación 10-7						Ec. 10-8
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
60	134	177	219	264	305	348	182
55	101	132	163	194	225	256	140
50	74.0	95.4	117	139	160	182	105
45	52.6	66.8	80.9	95.1	110	124	76.9
40	35.7	44.4	53.0	61.7	70.4	79.1	54.0
35	22.9	27.7	32.6	37.4	42.2	47.0	36.2
30	13.7	16.0	19.3	20.6	22.9	25.2	22.8

Tabla A10-7 $f'c = 0.281 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 253 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Recubrimiento efectivo=8.0cm, Arreglo acero 1-4

t \ %	Ecuación 10-7						Ec. 10-8
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
60	150	209	260	328	387	446	182
55	113	155	198	241	283	326	140
50	82.3	112	141	171	200	230	105
45	57.8	77.1	96.4	116	135	155	76.9
40	38.7	50.5	62.2	74.0	85.7	97.5	54.0
35	24.5	31.0	37.4	43.9	50.3	56.7	36.2
30	14.4	17.4	20.4	23.4	26.4	29.4	22.8

Tabla A10-8 $f'c = 0.211 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 219 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Recubrimiento efectivo=7.7cm, Arreglo acero 2-12

t \ %	Ecuación 10-7						Ec. 10-8
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
60	122	165	207	250	293	336	158
55	91.7	123	154	185	216	247	122
50	67.2	88.6	110	132	153	175	91.4
45	47.4	61.6	75.7	89.9	104.0	118.2	66.7
40	32.1	40.8	49.4	58.1	66.8	75.5	46.8
35	20.5	25.3	30.2	35.0	39.8	44.6	31.3
30	12.2	14.5	16.8	19.1	21.4	23.7	19.7

Tabla A10-8 $f'c = 0.211 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 219 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Recubrimiento efectivo=8.0cm, Arreglo acero 1-4

t \ %	Ecuación 10-7						Ec. 10-8
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
60	138	197	257	316	375	434	158
55	104	146	189	232	274	317	122
50	75.2	105	134	164	193	223	91.4
45	52.6	71.9	91.2	110	130	149	66.7
40	35.1	46.9	58.6	70.4	82.1	93.9	46.8
35	22.1	28.6	35.0	41.5	47.9	54.3	31.3
30	12.9	15.9	18.9	21.9	24.9	27.9	19.7

Tablas A10-9 a A10-12
 Valores directos EI" (Ton mt²)
 Ecuaciones 10-7 y 10-8 ACI 318-71
 EI = EI"/(1 + d) Ton mt²

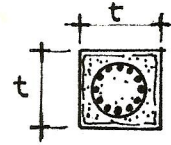


Tabla A10-9 $f'c = 0.352 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 283 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Recubrimiento efectivo = 8.5cm, Arreglo Acero 4-12

		Ecuación 10-7						Ec. 10-8
t \ %	%	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
90		41981	52982	63984	74986	85987	96989	61958
85		33163	41678	50193	58708	67223	75738	49295
80		25814	32288	38763	45237	51711	58185	38680
75		19763	24586	29409	34231	39054	43877	29879
70		14845	18353	21861	25369	28878	32386	22674
65		10910	13391	15872	18353	20834	23315	16857

Tabla A10-10 $f'c = 0.281 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 253 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Rec. Efectivo = 8.5cm, Arreglo Acero 4-12

		Ecuación 10-7						Ec. 10-8
t \ %	%	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
90		38681	49682	60684	71686	82687	93689	55358
85		30537	39052	47567	56082	64597	73112	44044
80		23754	30228	36703	43177	49651	56125	34560
75		18171	22994	27817	32639	37462	42285	26696
70		13637	17145	20653	24161	27670	31178	20258
65		10012	12493	14974	17455	19936	22417	15061

Tabla A10-11 $f'c = 0.281 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 253 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Rec. efectivo = 7.5cm, Arreglo Acero 4-12

		Ecuación 10-7						Ec. 10-8
t \ %	%	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
60		7326	9184	11042	12900	14758	16616	10935
55		5095	6328	7562	8795	10029	11263	7721
50		3418	4198	4979	5759	6540	7320	5273
45		2195	2659	3124	3588	4053	4517	3460
40		1335	1590	1845	2100	2354	2609	2160
35		758	883	1008	1133	1257	1382	1266
30		394	445	497	548	600	652	683

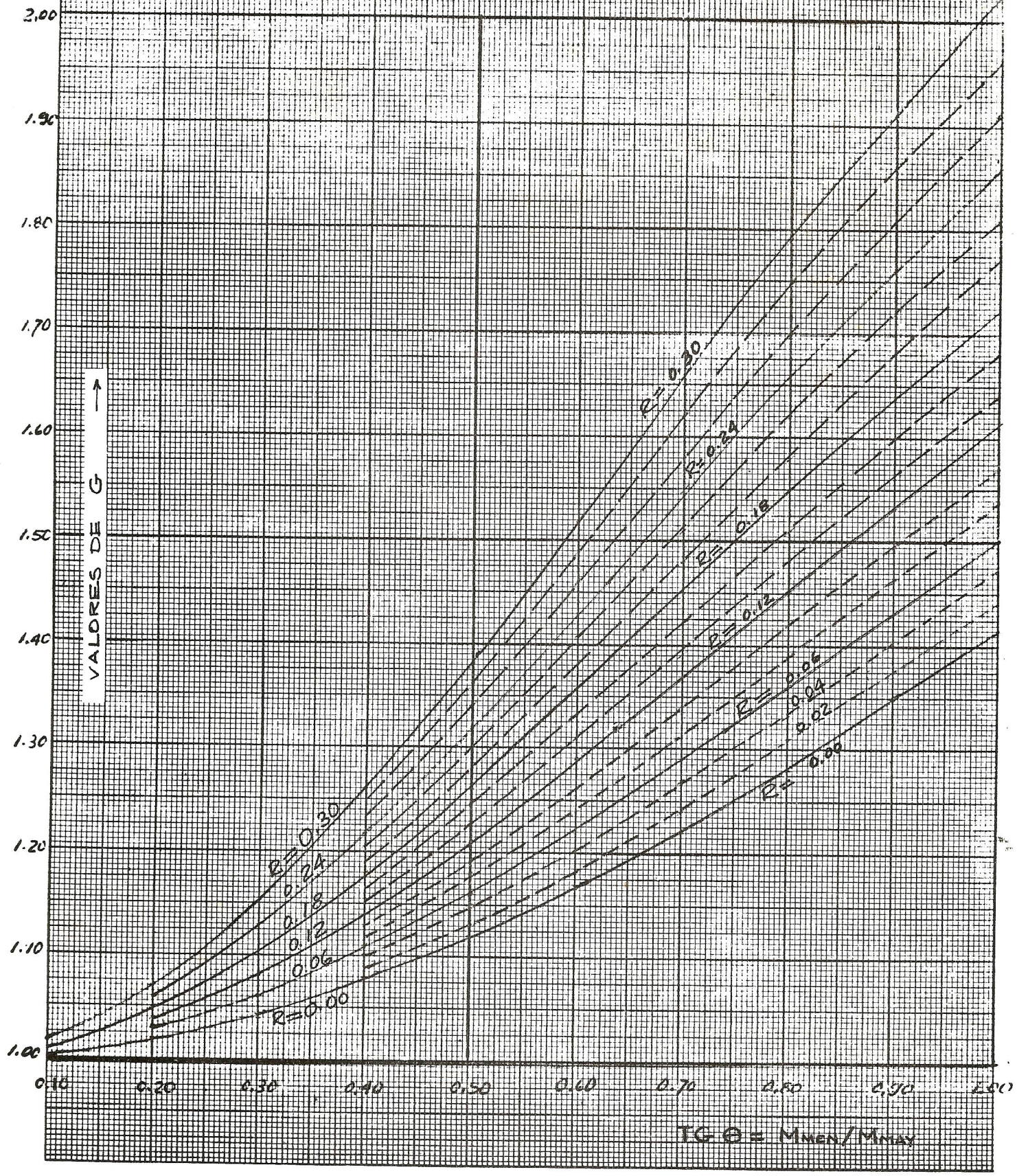
Tabla A10-12 $f'c = 0.211 \text{ Ton/cm}^2$ $E_c = 219 \text{ Ton/cm}^2$
 Para Ecuación 10-7: Rec. efectivo = 7.5cm, Arreglo Acero 4-12

		Ecuación 10-7						Ec. 10-8
t \ %	%	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
60		6596	8454	10312	12170	14028	15886	9475
55		4579	5812	7046	8279	9513	10747	6690
50		3066	3846	4627	5407	6188	6968	4570
45		1964	2428	2893	3357	3822	4286	2998
40		1191	1446	1701	1956	2210	2465	1877
35		674	799	924	1049	1173	1298	1097
30		348	399	451	502	554	606	592

APENDICE 11

TABLAS Y GRAFICAS AUXILIARES

GRAFICA A II-1
 EXISTENCIA DE MRADIAL EN FUNCIÓN DE M_x Y M_y
 VALORES DE $\text{SEC } \theta / (1 - R \text{sen}^2 2\theta) = G$
 GRAFICA AUXILIAR PARA CÁLCULO DE COLUMNAS CON DIAG. DE INTERACCIÓN
 MRADIAL = $G \cdot M_{\text{MAYOR}}$ BIAxIAL




VALORES DE SEC $\theta / (1 - R \sin^2 2\theta)$

En FUNCION DE TG θ Y R

LOAD SUBROUTINES
PDQ FREE FORM SUBROUTNS 11/63
LOAD DATA

R \ TG	.00	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	1.00
.00	1.00	1.00	1.02	1.04	1.08	1.12	1.17	1.22	1.28	1.35	1.41
.02	1.00	1.01	1.02	1.05	1.09	1.13	1.18	1.24	1.31	1.37	1.44
.04	1.00	1.01	1.03	1.06	1.10	1.15	1.20	1.27	1.33	1.40	1.47
.06	1.00	1.01	1.03	1.06	1.11	1.16	1.22	1.29	1.36	1.43	1.50
.08	1.00	1.01	1.03	1.07	1.12	1.18	1.24	1.31	1.39	1.46	1.54
.10	1.00	1.01	1.04	1.08	1.13	1.19	1.26	1.34	1.42	1.49	1.57
.12	1.00	1.01	1.04	1.08	1.14	1.21	1.29	1.37	1.45	1.53	1.61
.14	1.00	1.01	1.04	1.09	1.15	1.23	1.31	1.39	1.48	1.56	1.64
.16	1.00	1.01	1.04	1.10	1.17	1.25	1.33	1.42	1.51	1.60	1.68
.18	1.00	1.01	1.05	1.10	1.18	1.26	1.36	1.45	1.55	1.64	1.72
.20	1.00	1.01	1.05	1.11	1.19	1.28	1.38	1.48	1.58	1.68	1.77
.22	1.00	1.01	1.05	1.12	1.20	1.30	1.41	1.51	1.62	1.72	1.81
.24	1.00	1.01	1.06	1.13	1.22	1.32	1.43	1.55	1.66	1.76	1.86
.26	1.00	1.02	1.06	1.13	1.23	1.34	1.46	1.58	1.70	1.81	1.91
.28	1.00	1.02	1.06	1.14	1.24	1.36	1.49	1.62	1.75	1.86	1.96
.30	1.00	1.02	1.07	1.15	1.26	1.38	1.52	1.66	1.79	1.91	2.02

STOP 0000




Héctor Monzón Despang

Visto Bueno:



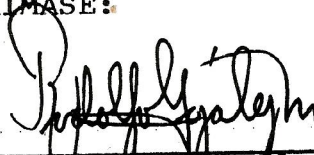
Ing. Luis Felipe Merida
Asesor

Visto Bueno:



Ing. Joaquín Lottmann E.
Jefe del Depto. de Estructuras

IMPRIMASE:



Ing. Rodolfo González M.
Decano en Funciones