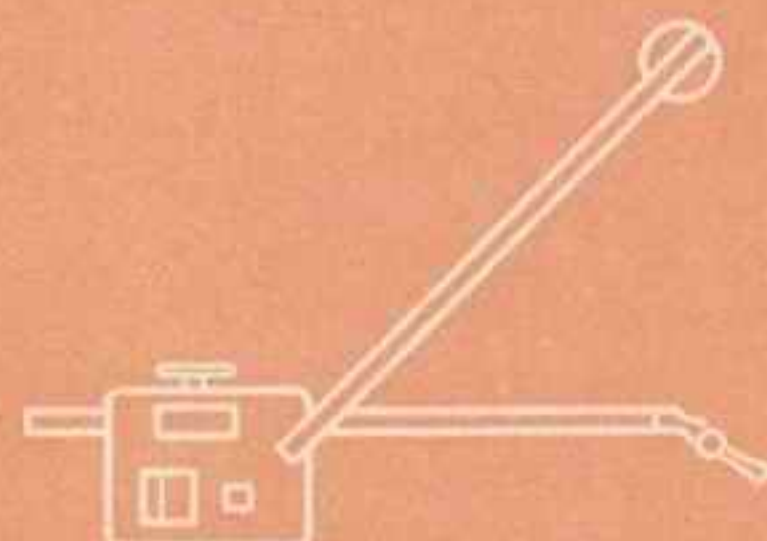


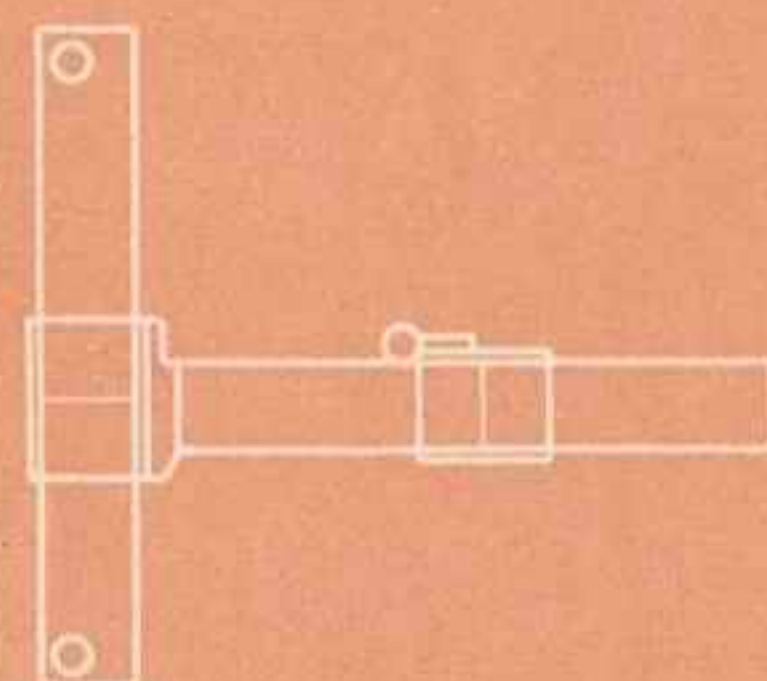
ARISTO



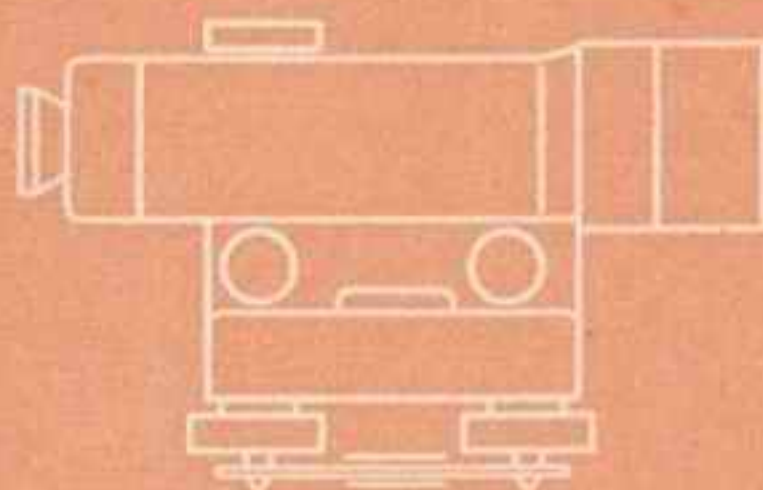
REGLAS DE CÁLCULO
CALCULADORES
CIRCULARES
REGLAS GRADUADAS



PLANIMETROS
INTEGRADORES
PANTOGRAFOS



COORDINATOGRAFOS
PARA LA INDUSTRIA Y
PARA LA TÉCNICA DE
MEDICION



NIVELES
TEODOLITOS
MIRAS

Exija Vd. de sus suministradores prospectos individuales detallados

DENNERT & PAPE · ARISTO-WERKE
HAMBURG-ALEMANIA

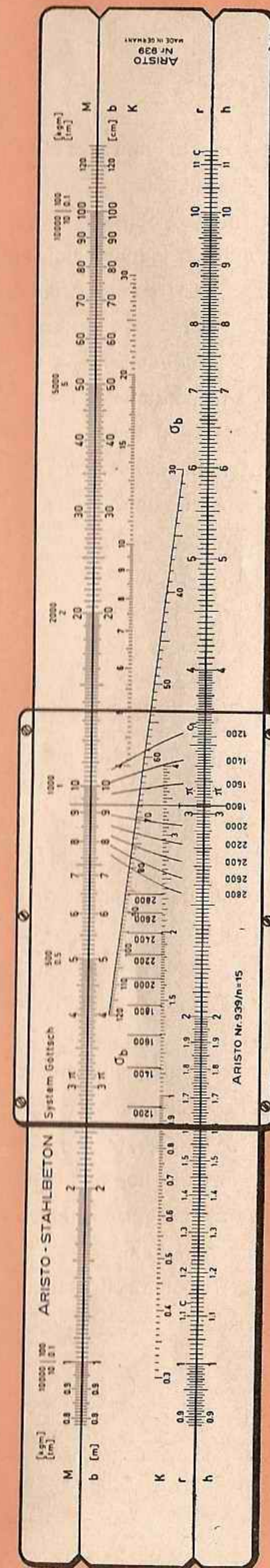
INSTRUCCIONES PARA USAR LA REGLA DE CALCULO

ARISTO

HORMIGON ARMADO

939

S



INDICE

1. Disposición de las escalas	3
2. Generalidades	5
3. Campo de aplicación	5
3.1 Bases fundamentales para el cálculo	5
3.2 Tensiones de hormigón y de acero	5
3.3 Formas de secciones transversales	5
3.4 Clases de esfuerzos	6
3.5 Dimensiones	6
4. Explicación de las escalas	6
4.1 Momento de flexión M	6
4.2 Ancho de sección b	6
4.3 Valor auxiliar para dimensionamiento r	7
4.4 Altura útil de vigas y losas h	7
4.5 Tensiones de hormigón σ_b	7
4.6 Valores de la escala K	7
5. El cursor	7
6. Esquema de colocaciones para el dimensionado	8
7. Corrimiento de la lengüeta	10
8. Comprobador de dimensiones	10
9. Cálculo de la sección transversal de acero F_e	11
10. Escalas especiales al reverso	12
11. Dimensionamiento (con ejemplos en cifras)	12
11.1 Losas	12
11.2 Vigas rectangulares con armadura simple	13
11.3 Vigas rectangulares con armadura doble	14
11.4 Vigas de nervios (vigas de piso)	15
11.5 Flexión con fuerzas longitudinales	16
11.6 Columnas y armaduras de presión	16
11.7 Empuje, torsión y otras	16
12. Comprobación de la tensión	16
13. Tensiones extraordinarias	17
14. Elección de hierro redondo	17
15. Anotación escrita del cálculo estático	19
16. Tratamiento de la regla de cálculo	19

Reservados todos los derechos, especialmente para traducciones a idiomas extranjeros. Prohibida la reimpresión total o parcialmente
 © 1956 by DENNERT & PAPE · ARISTO-WERKE · HAMBURG · 2ª edición 030461
 Impreso en Alemania, editorial Borek KG · 66

LA REGLA DE CALCULO ARISTO-HORMIGON ARMADO, Sistema Götsch

La ARISTO-Hormigon armado es una regla de cálculo para el experto en cemento armado, ingenieros de construcción y arquitectos.

1. Disposición de escalas

Anverso:	M	Escala de cuadrados y escala de momentos	sobre la lengüeta
	b	Escala de cuadrados y escala de anchuras	
	K	Escala auxiliar para leer los valores K escala en posición oblicua de las tensiones de hormigón	
	r	Escala fundamental de los valores de tablas r	
	h	Escala fundamental y escala para alturas	

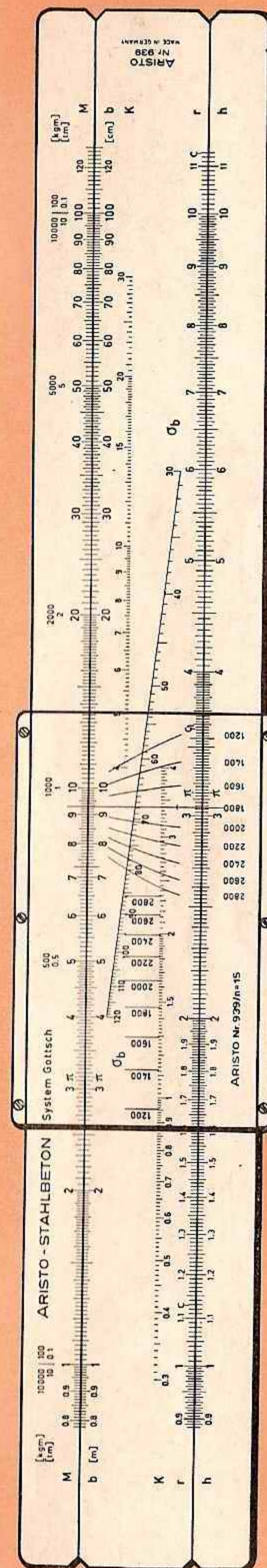


Fig. 1 Anverso

Reverso:

σ'_e Escala auxiliar para tensiones presoras de acero

x Escala auxiliar para la distancia x de la línea cero del borde presionado

z Escala auxiliar para la distancia Z del punto central de presión del punto central de tensión

Las escalas al extremo derecho son una bien marcada repetición reducida del anverso y sirven para cálculo en números redondos

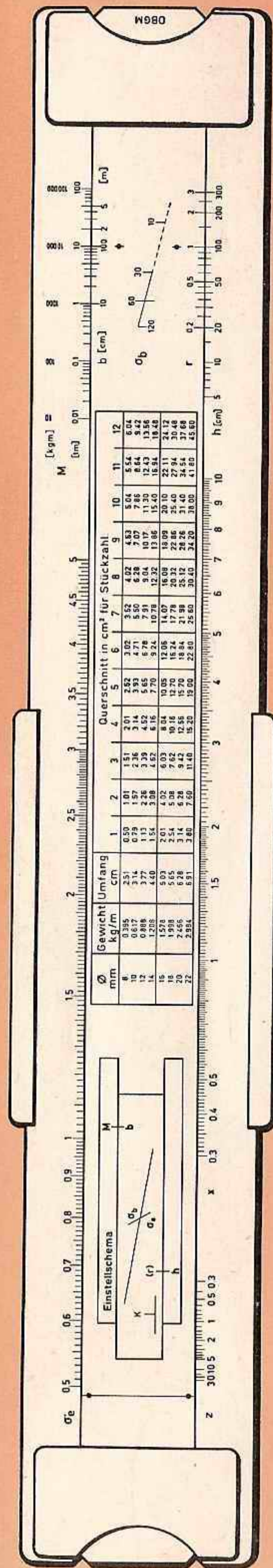


Fig. 2 Reverse

2. Generalidades

Las múltiples posibilidades de aplicación de las escalas fundamental y de cuadrados son las mismas que en el sistema Rietz y se supone son conocidas. En caso necesario se hecha mano a las instrucciones para el uso de la ARISTO-Rietz o al libro de enseñanza del Dr. R. Stender: «La regla de cálculo moderna», una obra preparatoria para escuelas y escuelas superiores, Editorial Otto Salle, Hamburgo.

La regla de cálculo ARISTO-Hormigón armado posee escalas especiales para dimensionamiento de hormigón armado, o sea, escalas que en la estática de construcción son muy a menudo de empleo necesario. Las conocidas marcas c y las rayas del cursor para cálculo de secciones transversales han sido tomadas del sistema Rietz. Una tabla para hierro redondo a menudo usado se halla además en el reverso de la lengüeta.

3. Campo de aplicación

3.1 Bases fundamentales para el cálculo

Las escalas especiales se fundamentan sobre la teoría internacional de mayor aplicación para flexión de hormigón armado, según la cual el sentido de tensión se supone en línea recta y la zona de tracción se toma como quebrada. La relación del módulo de elasticidad se considera aquí como una constante n.

La regla de cálculo se halla a disposición en tres ejecuciones diferentes:

Para $n = 15$: σ_e desde 1200 hasta 2800 kg/cm² con cursor L 939/15

Para $n = 10$: σ_e desde 880 hasta 2200 kg/cm² con cursor L 939/10

Para $n = 8$: σ_e desde 800 hasta 2000 kg/cm² con cursor L 939/8

Además estamos preparando cursores especiales para tensiones de acero extraordinarias.

La regla de cálculo ARISTO-hormigón armado no. 939/15 corresponde a las disposiciones de la Comisión Alemana para hormigón armado (DIN 1045): los otros modelos se han previsto para los cálculos de hormigón armado según las disposiciones del extranjero.

Las ejecuciones se caracterizan individualmente por medio de impresiones correspondientes sobre los cursores. El empleo de todos los modelos es en principio el mismo. Sobre las diferencias insignificantes se hará mención en cada caso al tratar las correspondientes secciones de estas instrucciones.

Las divisiones de la regla de cálculo son exactamente igual en todos los modelos. Diferentes correspondientemente al valor n son únicamente las rayas del cursor. Los cursores son cambiables y pueden pedirse también sueltos.

3.2 Tensiones de hormigón y de acero

La ARISTO hormigón armado permite cálculos con cualquier tensión deseada de acero o de hormigón.

De modo especial, es decir, de ejecución sencilla son los cálculos de las tensiones de hormigón desde 300 hasta 120 kg/cm² y las tensiones indicadas para acero sobre el cursor.

3.3 Formas de secciones transversales

Con la ARISTO hormigón armado se calculan rápida y simplemente:

- Planchas de hormigón armado
- Vigas rectangulares con armadura simple
- Vigas rectangulares con armadura doble
- Vigas para pisos (vigas de nervios)
- Pisos de nervios y pisos de losas de acero

3.4 Clases de esfuerzos

Las secciones transversales mencionadas bajo 3.3 pueden ser dimensionadas en cuanto a:

- Flexión de un eje
- Flexión con fuerza longitudinal
- Tensión cortante

Además columnas rectangulares en cuanto a la presión central como de costumbre.

Las demás tablas de dimensionamiento corrientes resultan superfluas al efectuar los cálculos indicados arriba con la regla de cálculo ARISTO hormigón armado. Necesario es tan sólo el conocimiento de las tensiones toleradas prescritas en cada caso, en la forma fijada en las disposiciones básicas para cálculo.

3.5 Dimensiones

La ARISTO hormigón armado es aplicable para:

Momento de flexión M	en kgm y tm
Anchura de sección transversal b	en m y cm
Altura de sección transversal	en m y cm
Tensiones de hormigón y acero σ_b y σ_e	en kg/cm ²

4. Explicación de las escalas

Las escalas fundamental y de cuadrados corresponden a las del sistema Rietz y pueden emplearse igual que en este para todas las tareas de multiplicación y división y para la formación de cuadrados y raíces. Para las tareas de medición tiene todavía un significado especial cada una de estas escalas:

4.1 La escala de cuadrados en el cuerpo es la escala para momentos de flexión M

La posición correcta, resptv. lectura, del momento de flexión M en kgm y tm se facilita por medio de la indicación de cifras exacta, y clara según número de cifras como complemento de la verdadera escala. Según esto se colocará p. ej. $M = 4000$ kgm o, lo que significa lo mismo, $M = 4,0$ en la marca 40 de la escala M.

No indicados directamente, pero de posición clara son los momentos de más de 10.000 kgm (10 tm). El extremo derecho de la escala termina ciertamente con este valor, pero el mismo valor se repite en el extremo izquierdo de la escala. Puede verse fácilmente, que entonces se colocará p. ej. $M = 20.000$ kgm sobre 2, $M = 30.000$ kgm sobre 3 y así sucesivamente. Correspondientemente se procederá para tm.

Para momentos menores de 100 kgm (0,1 tm) se aplica lo mismo convenientemente: el extremo izquierdo de la escala empieza ciertamente con 100 kgm, pero el mismo valor se halla repetido en el extremo derecho de la regla. Allí se colocará pues: $M = 100$ kgm en 100, a su izquierda $M = 80$ kgm en 80 y así sucesivamente.

Esta clase de colocación de los momentos nos será pronto familiar. Desde un principio debe acostumbrarse uno a calcular siempre con la misma dimensión (kgm o tm).

4.2 La escala de cuadrados en la lengüeta sirve preferentemente en los cálculos para:

Colocación y lectura del ancho de secciones transversales b. Y precisamente se colocarán o leerán:

- En la mitad derecha de la escala: 10, 20, 30, 40... 100 cm
- En la mitad izquierda de la escala: 1, 2, 3, 4... 10 m

4.3 La escala fundamental en la lengüeta nos da los valores auxiliares para dimensionamiento r, como ellos se emplean a menudo en los valores de tablas prescritos. Aunque estos valores no son **nunca necesarios** para el empleo de la ARISTO hormigón armado, sin embargo se considera como regla, leer los valores r e indicarlos en el cálculo. El ingeniero comprobador, que tal vez no posea le ARISTO hormigón armado, podrá comprobar más fácilmente los resultados teniendo a mano tablas por él conocidas.

Los valores r se escriben con la coma decimal antepuesta. Es decir, p. ej.: lectura 358, escribirse $r = 0,358$. Excepción aquí son la cifra final derecha 10 de la escala, la cual se escribirá como $r = 1,0$ y las cifras de la sobredivisión roja como $r = 1,...$

4.4 La escala fundamental en el cuerpo sirve para colocación y lectura de alturas útiles h de vigas y planchas o losas. La dimensión (cm o m) no tiene aquí importancia alguna.

4.5 La escala especial oblicua de la lengüeta sirve para colocación y lectura de tensiones de hormigón σ_b . Para la colocación resptv. lectura sirven las rayas de tensión del acero del cursor (c en fig. 3). Estas marcas se han dispuesto más o menos curvadas y oblicuas, tanto más precisamente, cuando más distantes se hallen de la raya principal del cursor (a en fig. 3).

Téngase en cuenta: escala oblicua — marcas de lectura oblicuas.

4.6 La escala especial horizontal K de la lengüeta sirve para lectura de valores K para el cálculo de la necesaria sección transversal de acero F_e . Ella se ha corrido hacia arriba desde $K = 4$ por motivos de espacio. La escala K se leerá con un segundo grupo de rayas del cursor (e en fig. 3), las cuales están cifradas con tensiones del acero. Estas rayas se hallan verticales y son lo suficientemente largas, para que corten ambas ramas de la escala K.

Téngase en cuenta: Escala recta — marcas de lecturas rectas.

5. El cursor

El cursor de la ARISTO-Hormigón armado lleva (fig. 3) una raya principal larga y vertical a para la colocación sobre las escalas fundamental y de cuadrados. A la izquierda en la parte superior y a la derecha en la parte inferior de esta raya principal se han dispuesto dos marcas de raya cortas d, que pueden emplearse para cálculos de sección transversal y pesos de hierro redondo (véase cap. 14). Las rayas de lectura c ligeramente curvadas trabajan con la escala σ_b y las rayas de lectura e con la escala K.

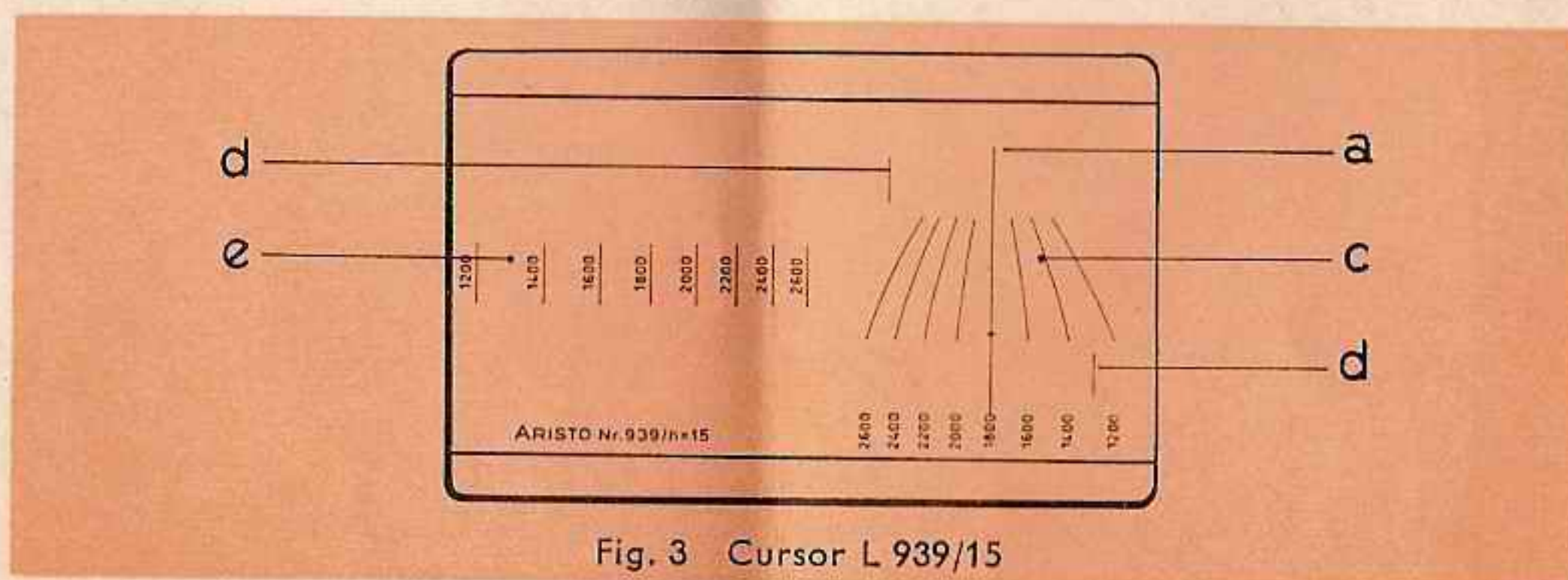


Fig. 3 Cursor L 939/15

Sobre los cursores L 939/10 y L 939/8 (véase cap. 3.1) los grupos de marcas c y e han sido corridos algo más opuestamente que en el cursor L 939/15 (fig. 3). En principio sin embargo la disposición de las rayas del cursor es lo mismo que se ha descrito arriba. Tan sólo se ha añadido adicionalmente una marca de raya para el cálculo de la sección transversal de acero F_e (véase cap. 9.2).

6. El esquema de colocación para el dimensionamiento

Para dimensionar una sección transversal rectangular (losas o vigas) son de interés especial los valores siguientes:

- M Momento de flexión
- b Ancho de sección transversal
- h Altura útil
- σ_e Tensión del acero
- σ_b Tensión del hormigón
- r Valores de tabla para el ingeniero comprobador
- K Valor para el cálculo de la sección transversal F_e

Todos los valores indicados arriba pueden leerse al mismo tiempo sobre la regla de cálculo ARISTO hormigón armado, si la lengüeta y el cursor se han colocado en la posición correspondiente. La figura 4 muestra el esquema de colocación con las lecturas correspondientes. El mismo esquema se ha repetido al reverso de la regla de cálculo (fig. 2), para tenerlo siempre a disposición.

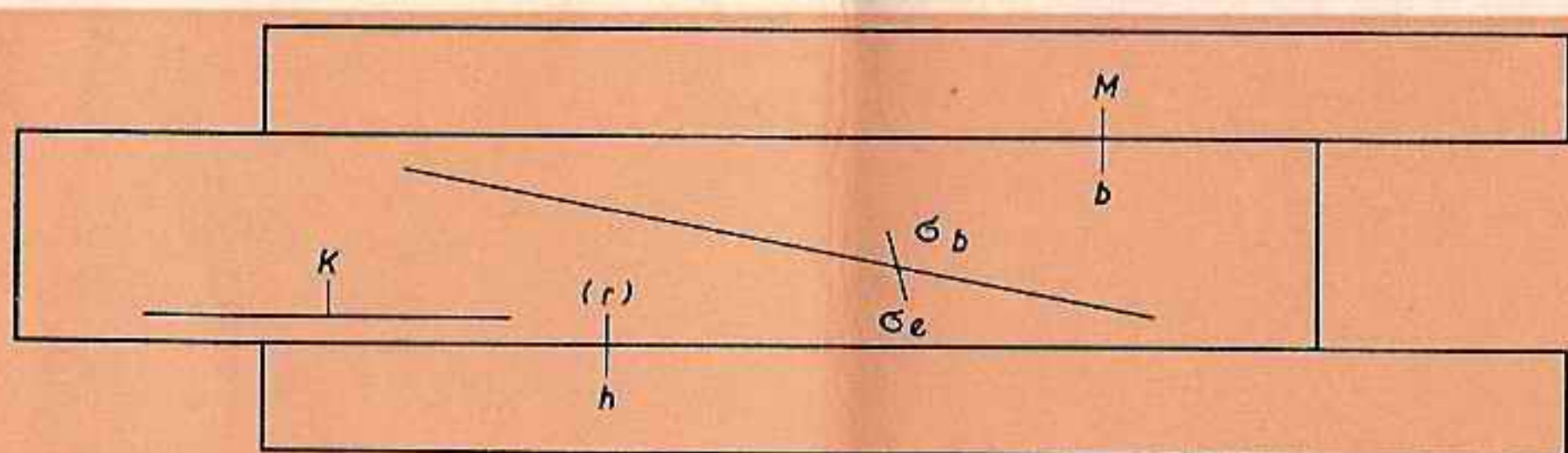


Fig. 4

La misma clase de colocación muestra la fig. 5 ejecutada para los valores de cifras siguientes:

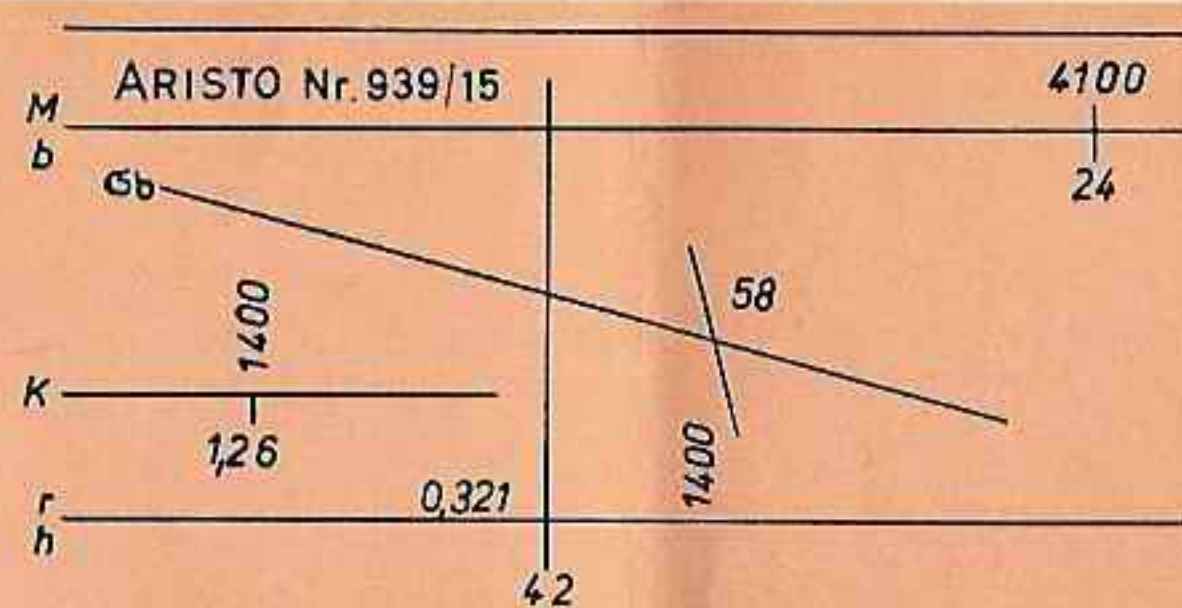


Fig. 5

Para $n = 15$:
 $M = 4100 \text{ kgm}$
 $b = 24 \text{ cm}$
 $h = 42 \text{ cm}$
 $\sigma_b = 58 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$
 $r = 0,321$
 $K = 1,26$

El orden de sucesión, en que ha de procederse en estas colocaciones depende de cual sea el valor, además de r y K, que deba buscarse como valor desconocido. Para el ejemplo de cifras de la fig. 5 se procede en el orden de sucesión, sección 6.1 hasta 6.4. (En los casos de las secciones desde 6.2 hasta 6.4 se toman las tensiones indicadas como tensiones toleradas). En cada caso se obtendrán las posiciones presentadas en la fig. 5.

Téngase en cuenta: El esquema de posiciones es invertible a deseo.

6.1 Se busca: Tensión de hormigón σ_b

Primeramente se colocan los valores M y b uno exactamente debajo del otro (corrimiento de la lengüeta), para la cual puede adelantarse provisionalmente la raya del cursor. Se corre después la raya principal del cursor sobre el valor h y sin alterar la posición de la lengüeta se lee entonces los valores r, σ_b y K.

6.2 Se busca: La altura útil h necesaria

Se vuelve a colocar los valores M y b uno sobre otro. Entonces se corre el cursor de tal modo, que la tensión de hormigón haya sido colocada exactamente por la marca de lectura para la tensión tolerada de acero (escala oblicua — marcas oblicuas). La raya principal del cursor indicará entonces la altura útil necesaria sobre la escala h. Al mismo tiempo serán también legibles r y K.

6.3 Se busca: Ancho de viga necesario b

Se procede exactamente en sentido inverso al indicado bajo 6.2: la raya del cursor sobre h (altura útil elegida), el corrimiento de la lengüeta de tal forma, que queden colocadas las tensiones toleradas. Se lee entonces r y K y se busca el ancho de viga necesario b bajo el valor M. Para ello puede utilizarse la raya del cursor, después de haberse leído r y K.

6.4 Se busca: El momento de flexión admisible de una sección transversal

Se efectúan todas las colocaciones como en 6.3. Después de leer r y K se busca $M_{tol.}$ sobre b (ancho de sección transversal).

6.5 Esquema de colocación para las ARISTO-Cemento armado no. 939/10 y no. 939/8

El esquema para colocaciones es fundamentalmente el mismo para todos los modelos. Los resultados obtenidos son sin embargo lógicamente diferentes, porque ellos dependen en cada caso de una otra n funcional.

Se ejercita las posibilidades de colocación 6.1 hasta 6.4 para los valores de cifras siguientes:

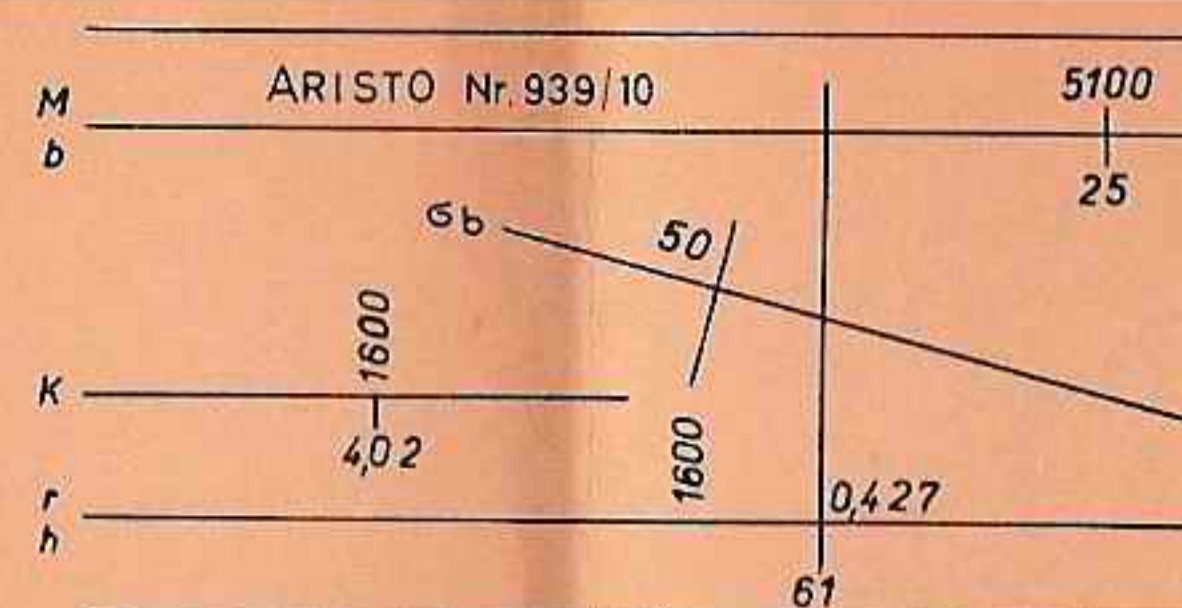


Fig. 6

Para $n = 10$:
 $M = 5100 \text{ kgm}$
 $b = 25 \text{ cm}$
 $h = 61 \text{ cm}$
 $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2$
 $r = 0,427$
 $K = 4,02$

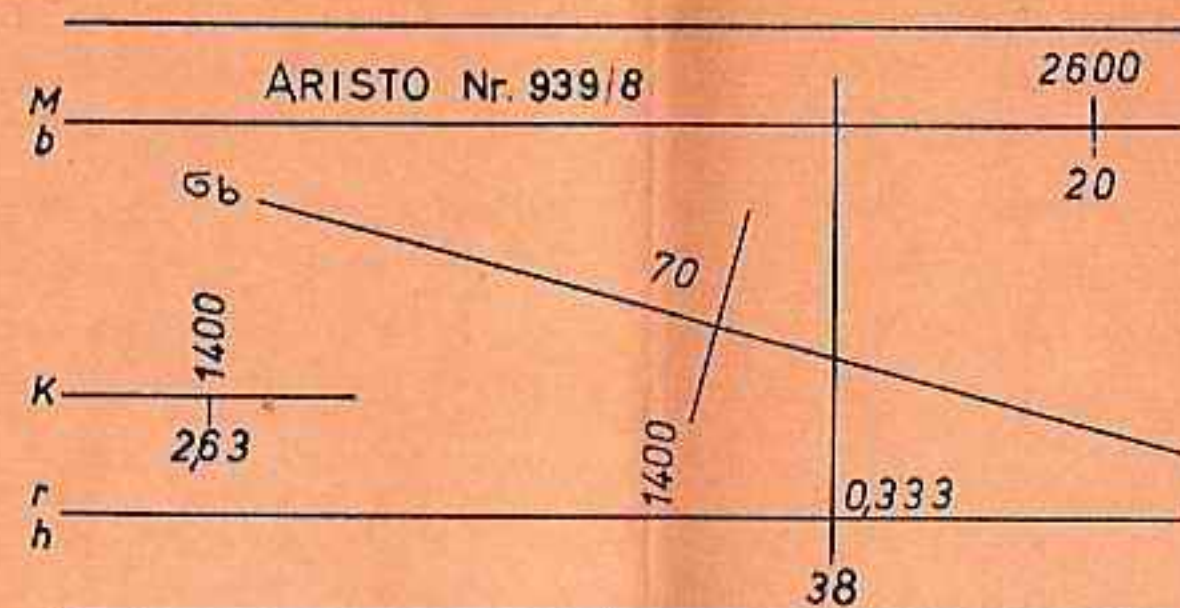


Fig. 7

Para $n = 8$: $M = 2600 \text{ kgm}$ $h = 38 \text{ cm}$ $r = 0,333$
 $b = 20 \text{ cm}$ $\sigma_b = 70 \text{ kg/cm}^2$ $K = 2,63$
 $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$

7. El corrimiento de la lengüeta

En algunas posiciones para solución de tareas ocurrirá, que no será legible el valor buscado M , b ó h , porque quedan fuera del límite de la escala. Entonces puede correrse la lengüeta sin inconveniente por un largo completo de la escala fundamental, en la forma acostumbrada en cálculos con otras reglas de cálculo, haciéndolo precisamente hacia derecha o izquierda, según resulte necesario.

Las lecturas de los valores r y K tienen sin embargo lugar siempre en la misma posición de cursor que las lecturas, resp'tv. posiciones de las tensiones de hormigón.

8. El comprobador de dimensiones

Las dimensiones, resp'tv. el orden de cifras de ellas en un valor leído no resulta siempre claro sin más ni más. Así p. ej. una lectura de $h = 153$ puede significar: $h = 15,3 \text{ cm}$ o $h = 1,53 \text{ m}$. Por otro lado p. ej. una tensión de hormigón leída $\sigma_b = 53 \text{ kg/cm}^2$ puede tener un valor para colocación de $h = 85 \text{ cm}$. Pero pudiera ocurrir, que esta tensión tenga realmente validez para $h = 8,5 \text{ cm}$. O tal vez se lee p. ej. un momento admisible $M = 350 \text{ kgm}$. Conforme al párrafo 4.1 puede leerse en la misma posición: $M = 35000 \text{ kgm}$. ¿Cual es el valor correcto?

El estadista experimentado puede contestar a esta pregunta con seguridad en la mayoría de los casos. El podrá indicar o decir ya antes del cálculo exacto el orden de cifras de las dimensiones exigidas, cuan grande sea tal vez el momento admisible. La regla de cálculo le dará después los valores exactos. Pero si una vez se fuese duda, de haber procedido correctamente o no en el corrimiento de la lengüeta, entonces se hace uso del comprobador de dimensiones, un cuadro de escalas disminuido en 10 veces, que se halla en la parte derecha del anverso. Las escalas para M , r y h se han prolongado más allá del extremo, de modo que cada punto de estas escalas nos dará una información clara. En este caso resulta innecesario un corrimiento de la lengüeta. Por lo demás se hace uso del comprobador de dimensiones lo mismo que la regla grande cálculo, o sea, se procede a efectuar las mismas colocaciones valiéndose del esquema para las mismas.

Para este cálculo en números redondos no se necesita el cursor, pues todas las posiciones se efectúan en forma basta (aproximada). No se desean valores de cifras, sino tan sólo controlar el orden de cifras en las dimensiones. Las tensiones del hormigón se leen tal vez verticalmente sobre h , porque las distancias de las marcas de tensión de acero desde la raya principal del cursor en esta reducción representan solamente de 1 hasta 2.

9. El cálculo de la sección transversal de acero F_e

El cálculo de F_e tiene lugar en forma sencilla con el auxilio del valor K leído (véase 6).

9.1 Para $n = 15$ empleando el cursor L 939/15 se aplica: $F_e = \frac{h}{K} \cdot b$

Se obtiene F_e en cm^2 , si se coloca h en cm y b en m en la fórmula anterior.

En la forma más fácil se calcula F_e sobre el par de escalas inferior, tanto mejor porque en la mayoría de los casos el valor h está colocado todavía allí. (Esquema de colocaciones.) Para ello se corre la lengüeta sólo lo suficiente, hasta que ahora se halle bajo h (fig. 8) el valor K en vez del valor r , y bajo b de la escala r se leerá el valor F_e buscado en la escala h .

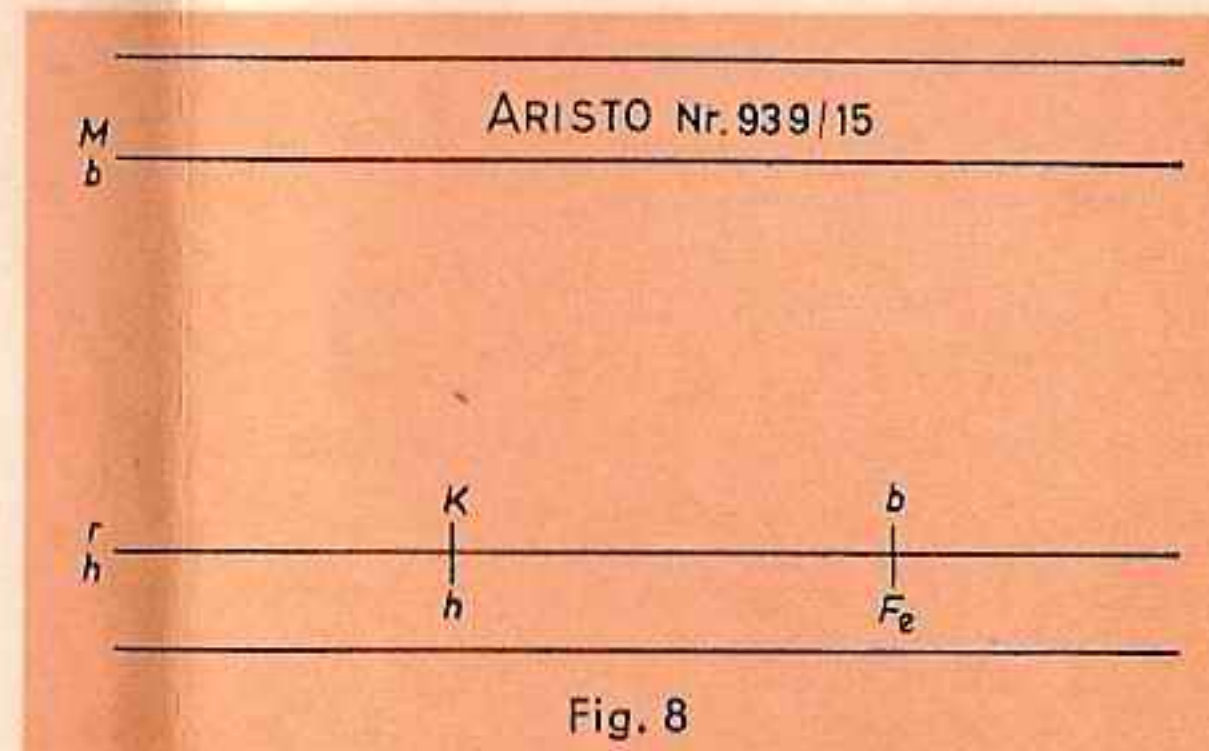


Fig. 8

El ejemplo en cifras del párrafo en la sección 6 nos dió: $K = 1,26$. Por tanto la sección transversal de acero exigida será

$$F_e = \frac{42}{1,26} \cdot 0,24 = 8,01 \text{ cm}^2$$

9.2 Para $n = 10$ empleando el cursor no. 939/10 se aplica:

$$F_e = \frac{h}{K} \cdot b \cdot 1,5$$

F_e en cm^2 para h en cm y b en m .

La colocación de la fórmula anterior se efectúa en la forma más sencilla según fig. 9, o sea se coloca primero el valor K sobre el valor h .

F_e no puede leerse bajo el valor b , sino debe multiplicarse ahora todavía por el factor 1,5. Esto se hace lo más sencillamente con auxilio de la marca pequeña b del cursor (aprox. 4,5 cm a la izquierda de la raya principal). Si se coloca esta marca precisamente sobre el valor b de la escala de la lengüeta r , entonces la raya principal del cursor indicará el valor F_e buscado. La distancia de la marca b a la raya principal corresponde exactamente el trayecto 1,5 de la escala fundamental, de lo cual puede uno convencerse fácilmente.

Para el ejemplo en cifras de la sección 6.5 ($n = 10$) es

$$F_e = \frac{61}{4,02} \cdot 0,25 \cdot 1,5 = 5,7 \text{ cm}^2$$

9.3 Para $n = 8$ empleando el cursor L 939/8 se aplica:

$$F_e = \frac{h}{K} \cdot b \cdot 1,875 \quad F_e \text{ en cm}^2 \text{ para } h \text{ en cm y } b \text{ en m.}$$

La forma de colocación de posiciones corresponde a la descrita para $n = 10$. También el cursor puede emplearse para $n = 8$ con la marca b exactamente igual que en $n = 10$. La Distancia de la marca b a la raya principal corresponde aquí sin embargo al factor 1,875. Para el ejemplo en cifras de la sección 6.5 ($n = 8$) es:

$$F_e = \frac{38}{2,63} \cdot 0,20 \cdot 1,875 = 5,42 \text{ cm}^2$$

10. Las escalas especiales del reverso

Común para todas es la forma de procedimiento siguiente: Se coloca el valor K obtenido en el anverso nuevamente sobre la escala especial del reverso, para lo cual se emplea una de las marcas índice del reverso y entonces se lee el resultado sobre el par de escalas fundamentales del anverso. Las marcas índices de la derecha son idénticas con los valores 1 y 100 del comprobador de dimensiones.

10.1 La escala x nos da la distancia x de la línea cero al borde impreso (véase fig. 13). Se lee x directamente sobre la altura útil h colocada generalmente todavía con la raya larga del cursor, en la escala r .

Si p. ej. en el anverso se había leído: $K = 3,52$, entonces este valor dará — colocado de nuevo sobre la escala x — p. ej. sobre $h = 16,5$ el valor $x = 4,17$ cm.

10.2 La escala z da la distancia desde el punto central de presión al punto central de tracción (brazo de palanca de las fuerzas interiores). El empleo es análogamente el mismo que el de la escala x . La lectura del valor z tiene lugar nuevamente sobre h en la escala r .

10.3 La escala especial σ'_e sirve para determinar las tensiones de presión del acero. Aquí se coloca también el valor K con la raya índice en la escala σ'_e . Entonces en el par de escalas fundamentales del anverso se halla la tensión de presión del acero σ'_e en la escala r sobre la tensión de tracción del acero σ_e en la escala h . Para σ_e debe tomarse el mismo valor, sobre el cual debe leerse el valor K en el esquema de colocaciones.

Ejemplo:

Se leyó

$$K = 1,33 \text{ para } \sigma_e = 2000.$$

Colocado de nuevo K sobre la escala σ'_e , dará en el anverso:

$$\sigma'_e = 975 \text{ kg/cm}^2, \text{ legible sobre } \sigma_e = 2000 \text{ kg/cm}^2.$$

Con relación a la escala σ'_e hay una relación básica $h'/h = 0,07$, una relación, que según Ehlers, Luetkens y otros tiene aplicación suficiente y se considera apropiada para vigas con una altura útil $h > 25$ cm.

11. Dimensionamiento (con ejemplos en cifras)

11.1 Losas o planchas son medidas generalmente como bandas de 1 m de ancho lo mismo que las vigas rectangulares: Se ejecuta el esquema de colocación según sección 6 y se lee entre otros el valor K . Del K se averigua inmediatamente, según sección 9, la sección transversal de acero F_e . Con esto se ha terminado el dimensionamiento. Para el ancho de losa b se toma a elección la marca $b = 100$ cm o $b = 1$ m.

Ejemplo 1:

Se busca: σ_b y F_e

Dados: $M = 1470$ kgm

$b = 1,00$ m

$h = 14,5$ cm

$\sigma_e = 1400$ kg/cm²

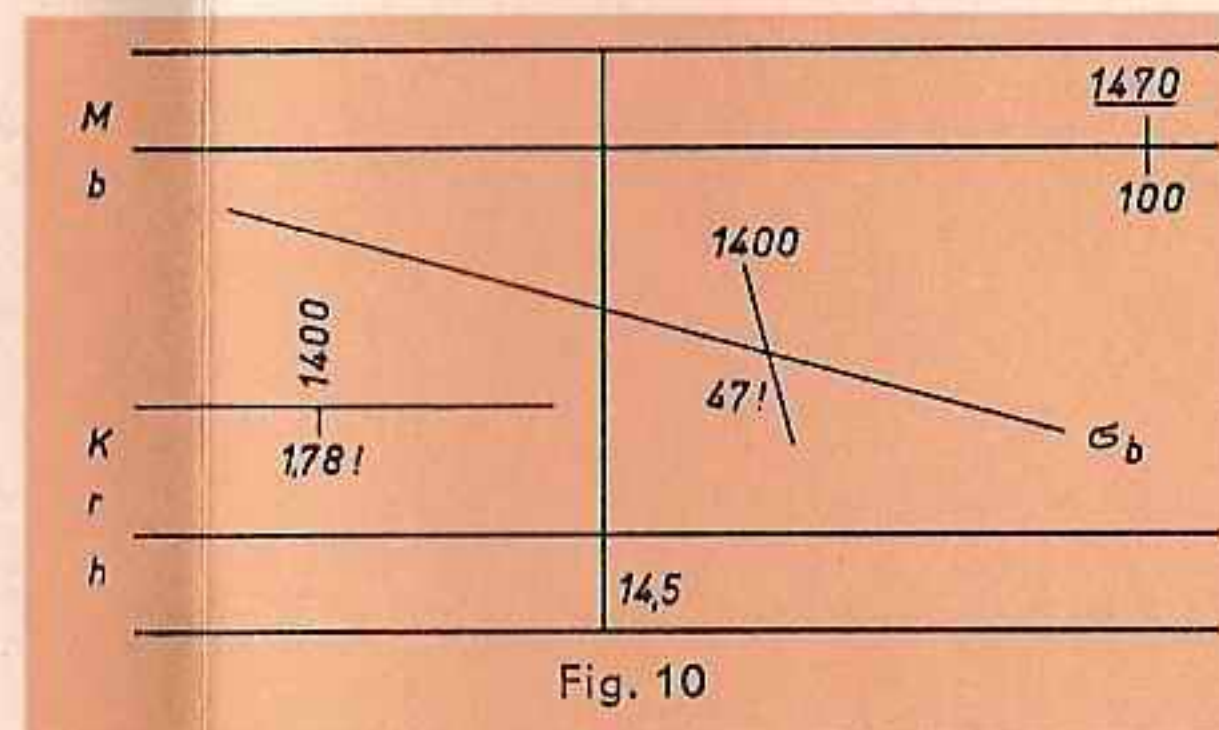


Fig. 10

Solución (véase 6.1):

Se coloca $b = 100$ cm bajo $M = 1470$ kgm ($b = 1$ m no podría leerse en modo alguno sobre $h = 14,5$). Entonces se coloca la raya del cursor sobre $h = 14,5$ cm.

Lectura para $n = 15$: $r = 0,379$, $\sigma_b = 47$ kg/cm² para $\sigma_e = 1400$ kg/cm² y $K = 1,78$ cm².

Según fig. 8 se calcula: $F_e = \frac{14,5}{1,78} = 8,15$ cm²

$n = 10$: $r = 0,379$, $\sigma_b = 55$ kg/cm², $K = 2,72$: $F_e = \frac{14,5}{2,72} \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 8,00$ cm² (fig. 9)

$n = 8$: $r = 0,379$, $\sigma_b = 60$ kg/cm², $K = 3,43$: $F_e = \frac{14,5}{3,43} \cdot 1,0 \cdot 1,875 = 7,93$ cm²

Ejemplo 2:

Se busca: F_e y h

Dados: $M = 835$ kgm

$b = 1,0$ m

$\sigma_e = 2000$ kg/cm²

$\sigma_b = 80$ kg/cm²

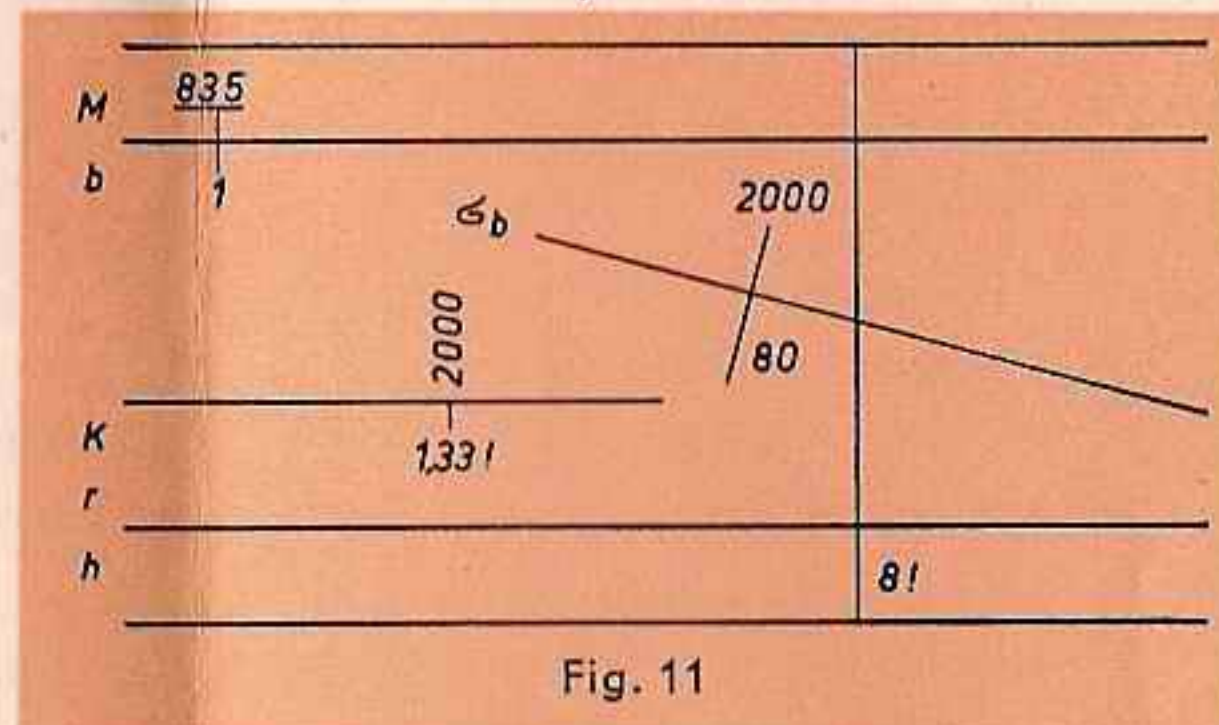


Fig. 11

Solución (véase 6.2):

Se coloca $b = 1,0$ m bajo $M = 835$ kgm y se corre el cursor de modo, que $\sigma_b = 80$ quede colocada por la marca del cursor 2000.

$n = 15$: $h = 8,0$ cm, $K = 1,33$; $F_e = \frac{8,0}{1,33} \cdot 6,0$ cm² $r = 0,276$,

$n = 10$: $h = 9,0$ cm, $K = 2,63$; $F_e = \frac{9,0}{2,63} \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 5,13$ cm²

$n = 8$: $h = 9,7$ cm, $K = 3,86$; $F_e = \frac{9,7}{3,86} \cdot 1,0 \cdot 1,875 = 4,72$ cm²

11.2 Vigas rectangulares con armadura simple

Lo mismo que para las losas el dimensionamiento se limita a:

a) ejecución del esquema de colocación (según sección 6)

b) cálculo de la sección transversal del acero, (según sección 9)

En las secciones arriba mencionadas se ha efectuado ya un ejemplo en cifras algunas veces variado:

Ejemplo 3:

Se busca: σ_b y F_e

Dados: $M = 7,8$ tm

$h = 56$ cm

$b = 50$ cm

$\sigma_e = 1800$ kg/cm²

Solución (véase 6.1):

Se coloca $b = 50$ cm bajo $M = 7,8$ tm y después se coloca la raya del cursor sobre $h = 56$ cm.

$n = 15$: $\sigma_b = 42$ kg/cm² para $\sigma_e = 1800$ y $K = 3,31$ $r = 448$,

$$F_e = \frac{56}{3,31} \cdot 0,50 = 8,45 \text{ cm}^2$$

$n = 10$: $\sigma_b = 49,5$ kg/cm² para $\sigma_e = 1800$, $K = 5,01$;

$$F_e = \frac{56}{5,01} \cdot 0,50 \cdot 1,5 = 8,40 \text{ cm}^2$$

$n = 8$: $\sigma_b = 54$ kg/cm² para $\sigma_e = 1800$, $K = 6,33$;

$$F_e = \frac{56}{6,33} \cdot 0,50 \cdot 1,875 = 8,33 \text{ cm}^2$$

Ejemplo 4:

Se busca: $M_{tol.}$ y F_e

Dados: $b = 60$ cm

$h = 72$ cm

$\sigma_e = 1600$ kg/cm²

$\sigma_b = 60$ kg/cm²

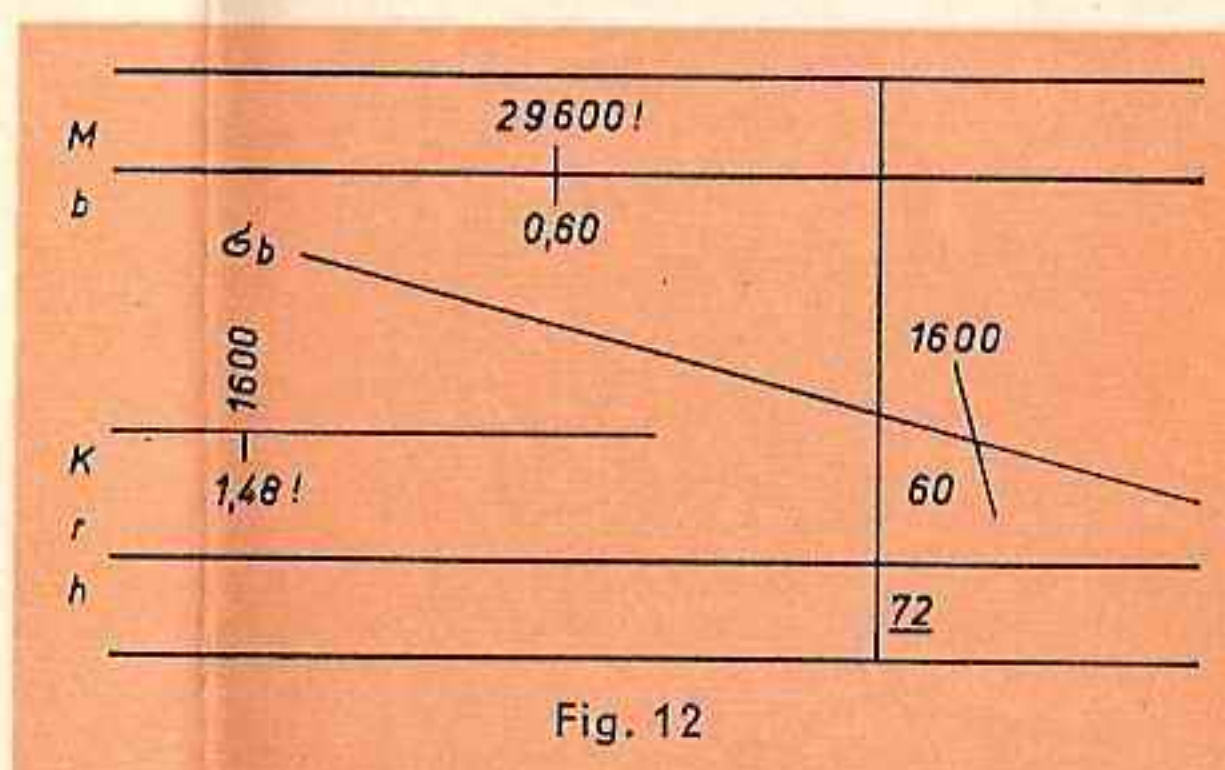


Fig. 12

Solución (véase 6.4):

Se coloca la raya del cursor sobre $h = 72$ cm y se corre la lengüeta de modo, que $\sigma_b = 60$ kg/cm² quede colocada por la marca 1600, sobre $b = 60$ cm no se puede leer M ninguno.

Después de haberse leído para $n = 15$ los valores $r = 0,325$ y $K = 1,48$, puede correrse la lengüeta (véase sección 7). Para esto se fija el extremo inicial de la lengüeta izquierdo con la raya del cursor y se corre la lengüeta hacia la izquierda. Sobre $b = 60$ cm podrá leerse entonces $M = 29600$ kgm.

Contrólese el orden de cifra de las dimensiones con el comprobador de las mismas: se coloca tal vez aproximadamente $\sigma_b = 60$ cm sobre $h = 72$ cm y sobre $b = 60$ se lee aproximadamente: $M = 30000$ kgm.

Finalmente puede indicarse: $F_e = \frac{72}{1,48} \cdot 0,60 = 29,2 \text{ cm}^2$

$n = 10$: $K = 2,93$, $M = 23100$ kgm: $F_e = \frac{72}{2,93} \cdot 0,60 \cdot 1,5 = 22,1 \text{ cm}^2$

$n = 8$: $K = 4,32$, $M = 19900$ kgm: $F_e = \frac{72}{4,32} \cdot 0,60 \cdot 1,875 = 18,8 \text{ cm}^2$

11.3 Vigas rectangulares con armadura doble

Armadura doble (de tracción y de presión) resulta necesaria para aquellas vigas cuyo máximo momento tolerable para armadura simple (véase 6.4) es menor al realmente existente.

Primeramente se determina el momento para armadura simple — aquí se denomina con M_o — según sección 6.4), así como también la armadura necesaria F_{eo} .

Entonces se aplica: $\Delta M = M_{exist.} - M_o$

$$\Delta F_e = \frac{\Delta M}{\sigma'_e \cdot c} \text{ donde } c = h - h'$$

(véase fig. 13)

$$\Sigma F_e = F_{eo} + \Delta F_e \text{ armadura de tracción}$$

$$F'_e = \frac{\Delta M}{\sigma'_e \cdot c} \text{ armadura de presión}$$

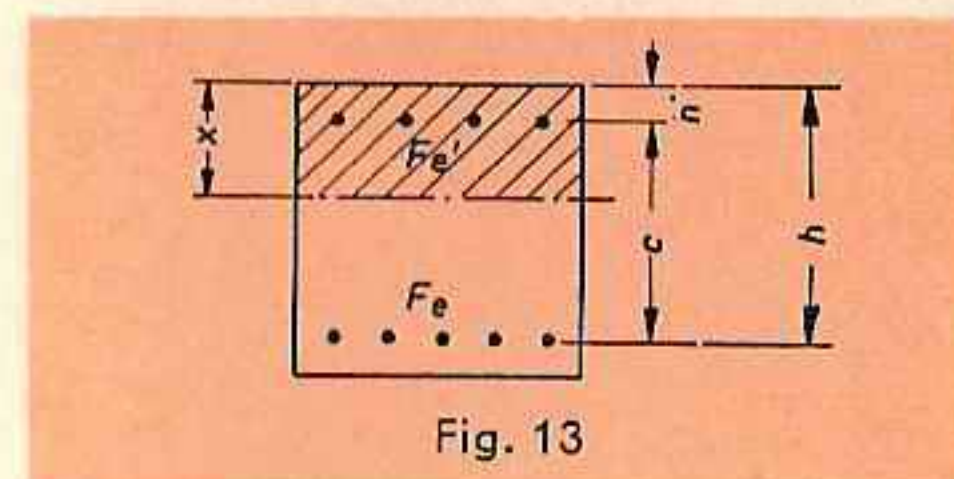


Fig. 13

Averiguación de σ'_e tiene lugar según sección 10.3.

Ejemplo 5:

La viga rectangular debe medirse según el ejemplo 4 para un momento $M = 35000$ kgm. Tomemos $h' = 4$ cm, $c = 72 - 4 = 68$ cm.

$n = 15$:

El ejemplo 4 nos dió: $M_o = 29600$ kgm

$$F_{eo} = 29,2 \text{ cm}^2$$

Así pues será: $\Delta M = 35000 - 29600 = 5400$ kgm

$$\Delta F_e = \frac{5400}{1600 \cdot 0,68} = 4,96 \text{ cm}^2$$

$$\Sigma F_e = 29,2 + 4,96 = 34,16 \text{ armadura de tracción}$$

La escala σ'_e nos dió para $K = 1,48$ (véase ejemplo 4):

$$\sigma'_e = 725 \text{ kg/cm}^2 \text{ (legible sobre } \sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2)$$

Por consecuencia será: $F'_e = \frac{5400}{725 \cdot 0,68} = 10,95 \text{ cm}^2$ (armadura de presión)

$n = 10$:

$$M_o = 22100 \text{ kgm}, F_{eo} = 22,1 \text{ cm}^2 \text{ (ejemplo 4)}$$

$$\Delta M = 35000 - 22100 = 12900 \text{ kgm}, \Delta F_e = 11,75 \text{ cm}^2$$

$$\Sigma F_e = 33,85 \text{ cm}^2 \text{ (armadura de tracción)}$$

$$\sigma'_e = 446 \text{ kg/cm}^2 \text{ para } K = 2,93 \text{ y } \sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_e = 42,7 \text{ cm}^2 \text{ (armadura de presión)}$$

$n = 8$:

$$M_o = 19900 \text{ kgm}, F_{eo} = 18,8 \text{ cm}^2 \text{ (ejemplo 4)}$$

$$\Delta M = 35000 - 19000 = 15100 \text{ kgm}, \Delta F_e = 13,9 \text{ cm}^2$$

$$F_e = 18,8 + 13,9 = 32,7 \text{ cm}^2 \text{ (armadura de tracción)}$$

$$\sigma'_e = 335 \text{ kg/cm}^2 \text{ para } K = 4,32 \text{ y } \sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_e = 63,3 \text{ cm}^2 \text{ (armadura de presión)}$$

11.4 Vigas de nervios

Las vigas de nervios se dimensionan como las vigas rectangulares con la anchura $b =$ al ancho total de la losa de presión (nervio de presión) (fig. 14). Esta b se coloca también en la fórmula para F_e (sección 9). La sección transversal de armadura obtenida en esta forma es tan sólo un poco mayor, de lo que nos daría una demostración más exacta, pero más trabajosa. La tensión de hormigón leída según el procedimiento dicho es ciertamente inexacta, pero al mismo tiempo casi sin interés, porque generalmente es mucho más pequeña que $\sigma_{tol.}$. Se escribe por consiguiente sólo p. ej.

$$\sigma_b < 70 \text{ kg/cm}^2.$$

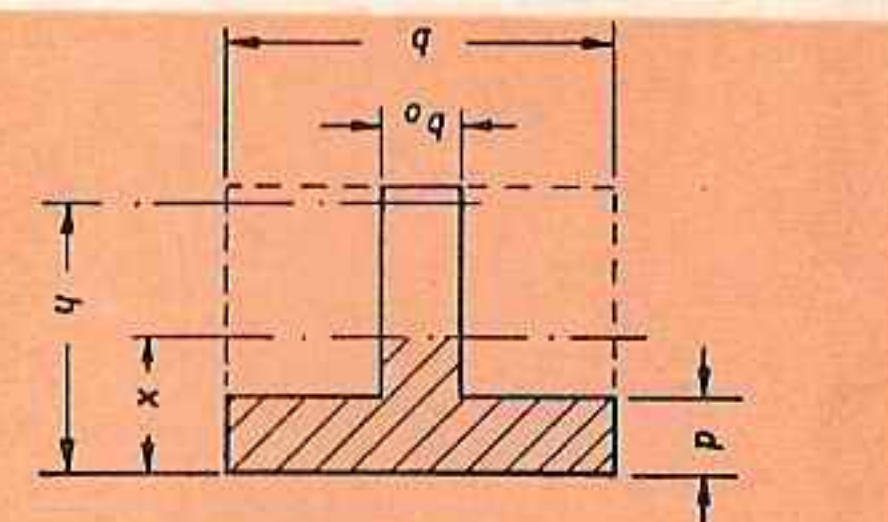


Fig. 14

Tan sólo en casos extraordinarios se comprueba:

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{100} \cdot \frac{30/K + 100/\alpha^2}{30/\alpha - 15/\alpha^2} \cdot \frac{15}{n} \leq \sigma_{b \text{ tol.}}$$

Aquí se aprecian para K el valor obtenido del procedimiento de aproximación arriba indicado, para n el valor prescrito de 15, 10 ó 8 y $\alpha = h/d$.

11.5 Flexión con fuerzas longitudinales

Se aprecia como corriente en general:

$$M_e = M - N \cdot e$$

(N como fuerza de presión negativa) donde $e = h - d/2$ (fig. 14) y se calcula con M_e como se hace para M.

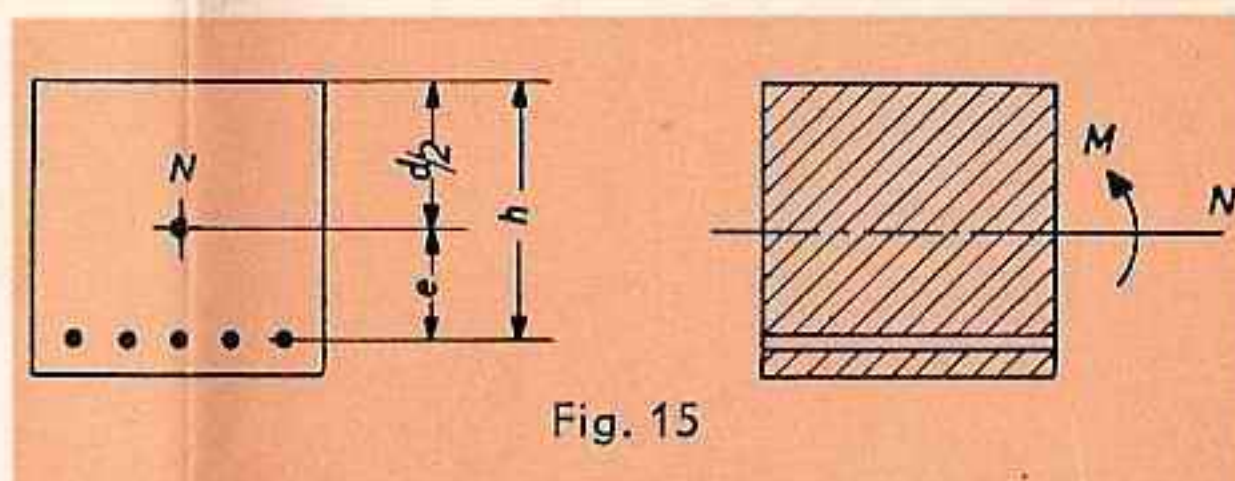


Fig. 15

Entonces es $\Sigma F_e = F_e + \frac{N}{\sigma_e}$ (N como fuerza de presión negativa).

11.6 Columnas y armaduras de presión

Para el cálculo de columnas y armaduras de presión con presión central o poco fuera del centro se necesita en general únicamente las indicaciones de normas generales para esfuerzos tolerados, mínimas o máximas armaduras y semejantes, pero no tablas de dimensionamiento especiales. Pueden efectuarse pues tales tareas con la ARISTO hormigón armado como con cualquier otra regla de cálculo. Para presión fuerte fuera del centro se calcula, según sección 11,5, siempre que prescriban las instrucciones una demostración correspondiente sobre flexión con fuerzas longitudinales, resptv. toleren.

11.7 Empuje, torsión y otras

Para demostración de tensiones de empuje, seguridad de reserva de empuje y semejantes, se necesita preferentemente las dimensiones de dimensionamiento z (brazo de palanca de fuerzas interiores), las cuales pueden averiguarse fácilmente según sección 10,2 con la ARISTO hormigón armado. Por lo demás las fórmulas para tales tareas de dimensionamiento son fáciles de construir, de modo que resulta innecesario tablas de dimensionamiento, resptv. tablas especiales. Lo mismo tiene aplicación para averiguación de las tensiones de adhesión tensiones de torsión y reservas disponibles de torsión.

En cuanto a las fórmulas y apreciaciones debemos hacer referencia a la literatura teniendo en consideración la amplitud de estas instrucciones.

12. Demostración de tensiones

Una demostración de tensión tiene lugar solamente, cuando ambas tensiones (la tensión del acero y del hormigón) de una sección transversal deban ser averiguadas como valores todavía desconocidos. Esto tiene lugar sólo en el caso, si además de la dimensión del hormigón y del momento de torsión se ha determinado ya la dimensión de la sección transversal del acero F_e , es decir, p. ej. en construcciones ya llevadas a cabo a las cuales deben darse esfuerzos diferentes.

Para la demostración de la tensión se calcula primeramente el valor K de la sección transversal (vigas, vigas de nervios o losas):

$$n = 15: K = \frac{h}{F_e} \cdot b$$

$$n = 10: K = \frac{h}{F_e} \cdot b \cdot 1,5$$

$$n = 8: K = \frac{h}{F_e} \cdot b \cdot 1,875$$

se aprecia aquí F_e en cm^2 , h en cm, b en m (en vigas de nervio: b = anchura del nervio de presión en total según fig. 14).

Después de obtenido el valor K se emplea para averiguar el x y z según sección 10,1 resptv. 10,2.

Entonces tendrá validez: $\sigma_e = \frac{M}{F_e \cdot z}$

Para vigas rectangulares y losas: $\sigma_b = \frac{2M}{b \cdot x \cdot z}$

Para vigas de nervios: $\sigma_b = \frac{\sigma_e}{100} \cdot \frac{30/K + 100/\alpha^2}{30/\alpha - 15/\alpha^2} \cdot \frac{15}{n}$

13. Tensiones extraordinarias

Tensiones de hormigón $< 30 \text{ kg/cm}^2$ son siempre sin interés, porque quedan muy por debajo de los límites tolerados. Se da en tales casos simplemente:

$$\sigma_b < 30 \text{ kg/cm}^2$$

Tensiones de hormigón $> 120 \text{ kg/cm}^2$ pudieran ser toleradas tan sólo en casos raros. En tales casos se lee el valor K como de costumbre, se calcula la sección transversal del acero como se hace corrientemente y se fijan los valores x y z según sección 10,1 resptv. 10,2. Después se calcula la tensión del hormigón según la fórmula correspondiente de la sección 12 (demostración de tensión).

Para tensiones extraordinarias de acero se aprecian la tensión de hormigón y el valor K por interpolación óptica (lectura entre dos marcas de tensión del acero en el cursor) o se calcula como tanteo redondo:

$$F_e = \frac{M}{\sigma_e \cdot 0,88 h}$$

Según el grado de exactitud necesario se efectúa después la prueba exacta de tensión (véase sección 12).

14. La elección de hierro redondo

La elección de hierro redondo en diámetro y número tiene lugar, bien sea, como es en la mayoría de los casos, corriente, teniendo a la vista una tabla para hierro redondo (impresa al reverso de la regla de cálculo) o ya con el auxilio de las escalas fundamental y cuadrada de la regla de cálculo.

14.1 Con las rayas del cursor

La sección transversal de acero de un hierro redondo con el diámetro d se calcula, como en casi todas otras reglas técnicas, muy sencillamente con las marcas del cursor (véase fig. 3) (fig. 16). Se coloca la marca derecha d sobre el diámetro del hierro redondo d sobre la escala h. Entonces puede leerse inmediatamente la sección transversal del hierro redondo bajo la raya principal a. La misma denominación tiene valor para la raya principal y la marca superior a la izquierda Diámetro d $\leftrightarrow$ sección transversal F.

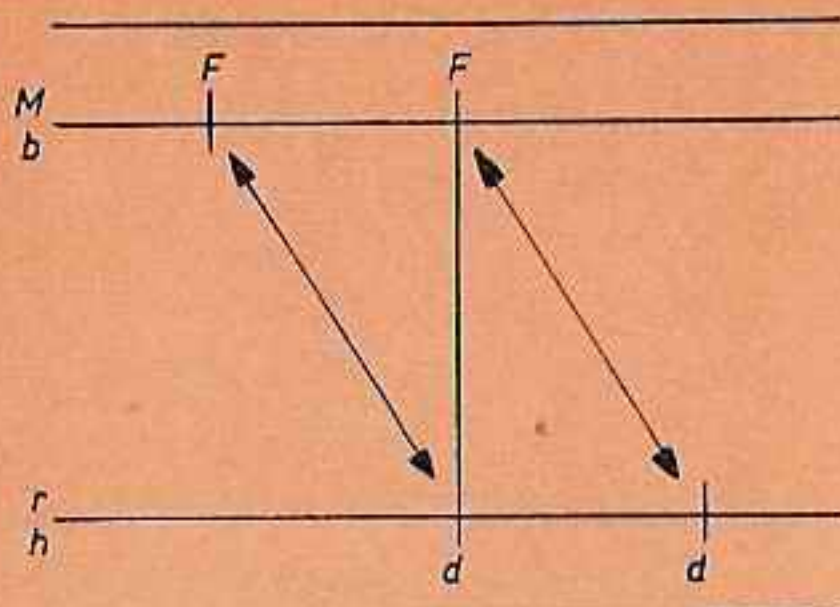


Fig. 16

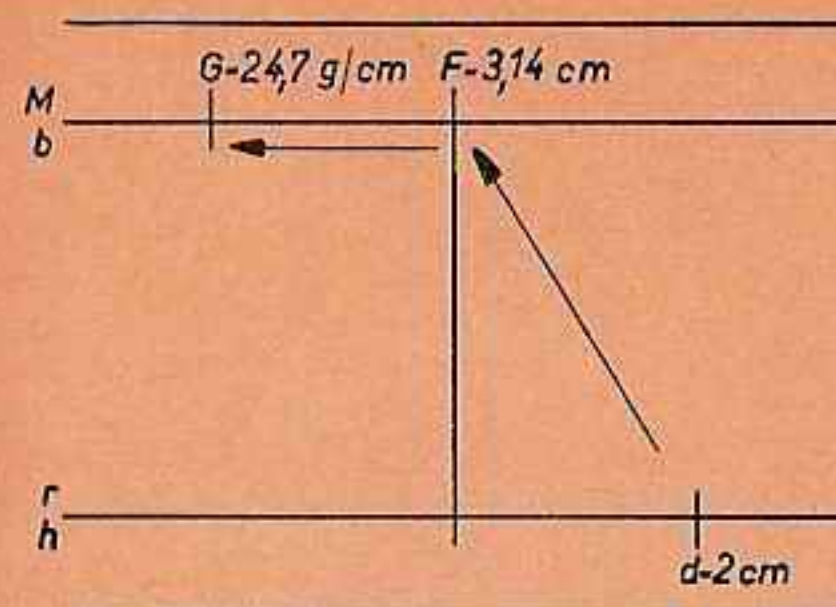


Fig. 17

El mismo factor 785 ($\pi/4 = 0,785$ en la fórmula $F = d^2 \cdot \pi/4$) tiene casualmente validez para el peso específico de acero fundido $\gamma = 7,85 \text{ g/cm}^3$, de modo que pueden simplificarse los dimensionamientos de peso de barras de acero (fig. 17).

Diámetro de hierro redondo $d = 2 \text{ cm}$ Sección transversal $F = 3,14 \text{ cm}^2$
1 pieza de acero fundido de unidad de largo 1 m pesa pues $G = 2,47 \text{ kg}$.

Si se coloca el extremo inicial de la lengüeta bajo la raya izquierda del cursor, entonces podrá leerse por multiplicación el peso para cualquier largo.

14.2 Con las marcas c

La sección transversal de varios hierros redondos del mismo diámetro se obtiene lo más fácil con el auxilio de las marcas c y c1 sobre la escala inferior de la lengüeta. Si se coloca la marca c sobre el diámetro de hierro redondo d en la escala h, entonces se hallará la sección transversal F de un hierro redondo d en la escala M sobre el 1 de la escala b.

Además de esto la misma posición dará también la sección transversal para 2, 3, 4 etc. piezas de hierro redondo, si se coloca el cursor sobre 2, 3, 4 etc. de la escala b. La fig. 18 nos muestra un cálculo de esta clase para hierro redondo de 18 mm $\varnothing$.

Si fuese necesario p. ej. $F_e = 14,0 \text{ cm}^2$, entonces se lee para hierro redondo de 18 mm $\varnothing$ la cantidad 5,5 piezas, es decir, prácticamente 6 piezas de $\varnothing 18 \text{ mm}$. Para losas no es necesario redondear el número de piezas leído al valor total, sino se calcula para número de piezas sin redondear la distancia del hierro: el ejemplo de arriba dará p. ej. para una losa de un m ancho una distancia necesaria de $a = 100/5,5 = 18,2 \text{ cm}$.

Si se desea atenerse desde un principio a un número determinado de piezas de hierro redondo, entonces se coloca el correspondiente número de piezas, p. ej. 6, en la escala b bajo la sección transversal de acero necesaria, o sea, p. ej. $F_e = 12,0 \text{ cm}^2$ (fig. 19). Entonces se podrá leer bajo la marca c el diámetro de hierro redondo necesario para calculación, o sea, p. ej. $d = 18,5 \text{ mm}$, que redondeado según arriba indicado: necesario $d = 16 \text{ cm}$.

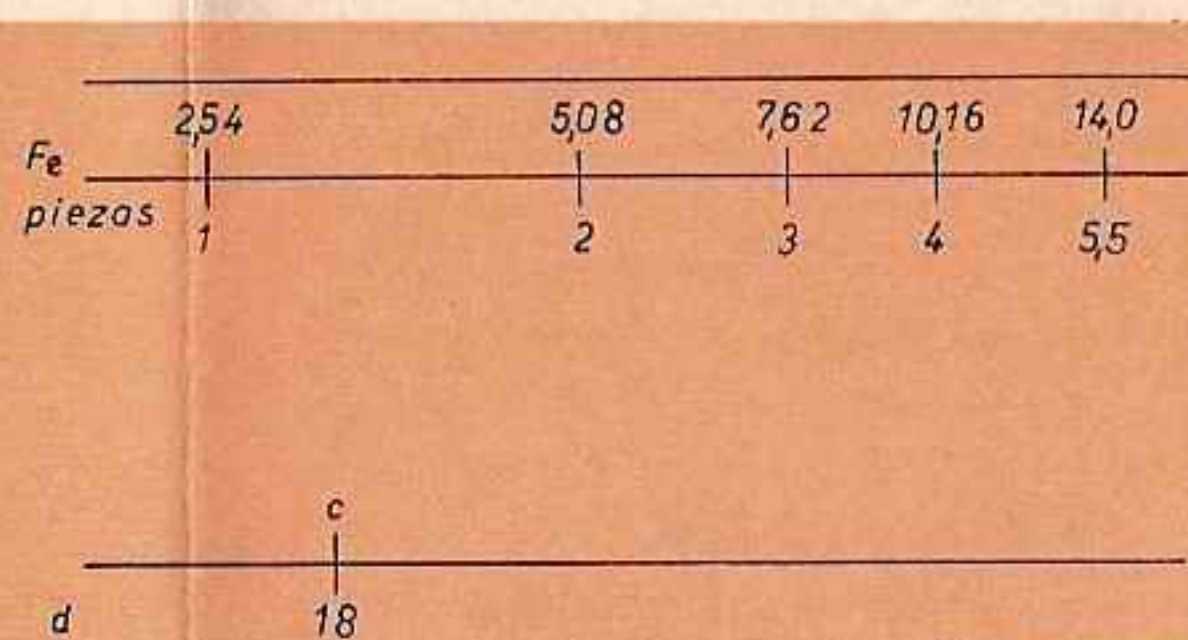


Fig. 18

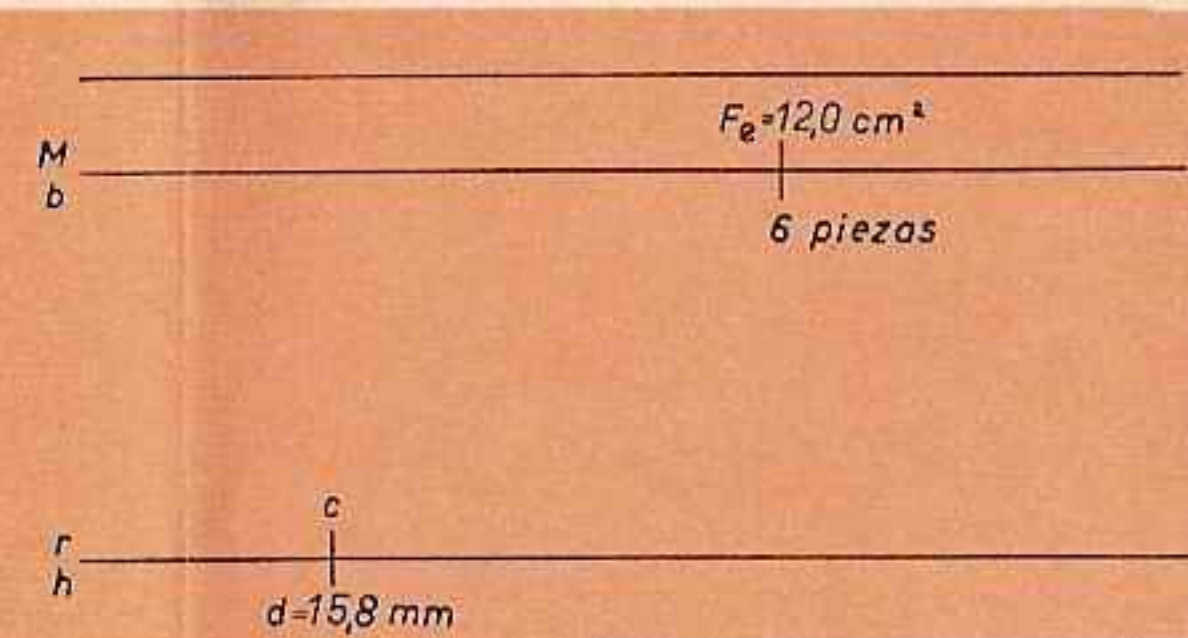


Fig. 19

15. La anotación escrita en el cálculo estático

La escritura de las tareas de dimensionamiento y sus soluciones será individualmente de alguna diferencia siempre. En general, es decir, no sólo para la ARISTO hormigón armado, tiene aplicación lo siguiente:

- Las fórmulas, resptv. las relaciones funcionales entre M, b, h, r y la tensión son generalmente tan bien conocidas y familiares, que **no es necesario** derivarlas o escribirlas.
- Para el comprobador no es de importancia, cual de los valores deba buscarse primordialmente como resultado del cálculo.

Se escribe por tanto las tareas ejercitadas en la sección 6 para $n = 15$ (vigas rectangulares) para todas las variaciones 6.1 hasta 6.4 al mismo tiempo y tal vez como sigue:

$M = 4100 \text{ kgm}$, $b = 24 \text{ cm}$, $h = 42 \text{ cm}$, $\sigma_b = 58 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$

$$r = 0,321, K = 1,26, F_e = \frac{42}{1,26} \cdot 0,24 = 8,01 \text{ cm}^2$$

Para los valores de cifras sin conocer se deja convenientemente un espacio libre, anotándolos inmediatamente después de la lectura.

La indicación para tensiones tolerables etc. se indican la mayoría de las veces en la llamada preparación del cálculo.

Una referencia, que el dimensionamiento puede ser efectuado con la ARISTO hormigón armado, se recomienda en todo caso, pero no es **absolutamente** necesario. Pues los valores r se vuelven a encontrar directamente, los valores K al menos como valores recíprocos en muchos valores de tablas, por consiguiente no son ni mucho menos una cosa especial de la ARISTO hormigón de acero.

16. Tratamiento de la regla de cálculo ARISTO:

La regla de cálculo es un medio auxiliar valioso y necesita ser bien cuidada. Las escalas y cursor deben protegerse de suciedad o arañazos, para que no sufra nada la exactitud de la lectura.

Se recomienda limpiar de cuando en cuando la regla de cálculo con el medio especial de limpieza DEPAROL, o con agua y jabón, secándola y puliéndola después. Pero en modo alguno se emplearán medios químicos de cualquier clase, porque estos podrían destruir la división.

La regla de cálculo no se guardará en lugares muy calientes, p. ej. sobre radiadores de calefacción o al pleno sol, porque a altos grados de calor, aproximadamente 60° C , se deformará. Para reglas estropeadas por estas causas no tendrá lugar sustitución alguna por nuestra parte.