(Continuación)

Ensambladuras de madera con Conectores

SISTEMA MATEUS de plástico

por Fernando NAJERA

En el número 12 de esta Revista publicamos un artículo en el que se inició el estudio de los conectores de plástico, notable invento del Ingeniero Especialista portugués Tomás J. E. Mateus, aplicados a las ensambladuras de madera.

Dada la transcendental importancia de estos anillos para las construcciones de madera, continuamos dando cuenta en este número del estudio del Ingeniero Mateus en la seguridad de que los conectores de plástico están llamados a ser un elemento fundamental en dicha clase de construcciones.

Influencia de la altura de los anillos

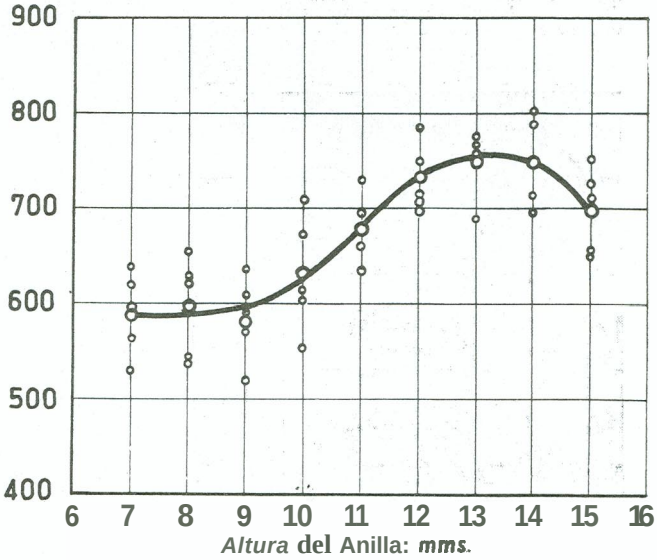
Para determinar la altura más conveniente de los anillos de plástico desde el punto de vista de su resistencia, se ensayaron 9 grupos de 5 probetas cada uno, en los que se hizo variar la altura de 7 a 15 mm., así como la correspondiente profundidad del corte de la madera.

Los resultados obtenidos se encuentran resumidos en el estado III y en la curva de la fig. 4. Se deduce de su observación, que la altura del anillo influye bastante en la resistencia de la ensambladura que adquiere su valor máximo cuando queda comprendida entre 12 y 14 mm. y como interesa reducir al mínimo el área útil resistente de las piezas a unir, se considera que el valor de 12 mm. es el más aconsejable, ya que se obtiene con él una dispersión baja de la resistencia (fig. 4) y una deformación mínima de la unión (última columna del estado III). Es interesante notar que teniendo el anillo 30 mm. de diámetro, su altura corresponde con la óptima que fue determinada experimentalmente cuando se estudió la unión con barras transversales que trabajan entre las caras de las piezas a unir. En efecto, la media altura del anillo coincide con el 1/5 de su diámetro, valor que se aproxima bastante a la relación más conveniente entre la media altura de las barras y la distancia entre ellas.

Influencia del espaciamiento entre anillos

Este es sin duda uno de los factores más importantes en el estudio de una ensambladora, ya; que la distancia mínima eficiente entre los Órganos de unión es un factor determinante de la resistencia del conjunto. Un anillo metá-

Fig. 4.—Relación entre la resistencia del anillo y su altura



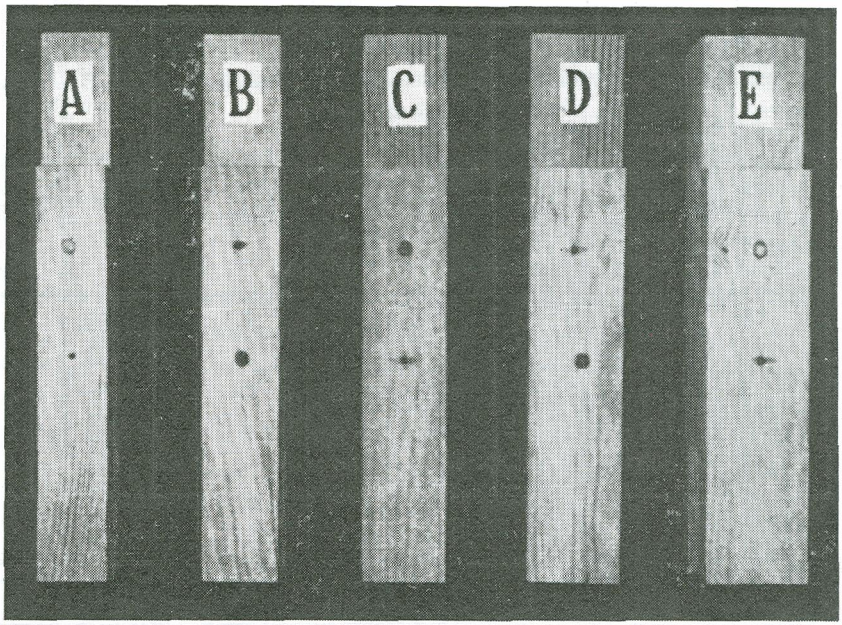


Fig. 6.—Probetas utilizadas para el estudio de la influencia de la distancia de los anillos a las aristas de las piezas, en uniones alineadas

lico tipo Appel o Tuchscherer es un órgano de elevada eficiencia, pero el espaciamiento entre los anillos tiene que ser bastante grande con el fin de que se pueda adaptar para cada uno la carga máxima admisible. determinada experimentalmente. Por ejemplo. las distancias entre centros para anillos del primer tipo con diámetros de 55,68 y 83 mm. son respectivamente 15, 19 y 20 cm. y para anillos del segundo tipo con 63 y 102 mm. de diámetro son 17 y 23 cm., uniendo piezas que forman ángulos comprendidos entre 0º y 30º. Por tanto, para colocar dos anillos de estos tipos en una misma cara se necesita una superficie de superposición de las piezas muy grande, puesto que también se exige una distancia mínima de los bordes del orden del 70 al 80 % de las dimensiones citadas. Este es, sin duda, un inconveniente de los anillos de gran diámetro en relación con los pequeños.

Los resultados realizados en el Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil de Lisboa, muestran que para anillos de plástico de 30 mm. de diámetro interior el espaciamiento óptimo es alrededor de 15 mm., lo que corresponde a una distancia entre centros de 50 mm. Este valor representa 1,67 del diámetro mientras que para los anillos Appel y Tuchscherer es 3,6 y 4,4.

Los ensayos indicados se hicieron sobre 7 grupos de 5 probetas cada uno, en los que se hizo variar el espaciamiento entre anillos desde 5 a 35 mm. por escalones de 5 mm. Dada la importancia de las conclusiones que se querían obtener con este estudio se repitió el ensayo sobre

ESTADO III

Altura de los Anillos mms.	Número de Probetas ensayadas	Dimensiones de las Probetas cm.		Número de clavos	Dimensiones de los clavos	Número de Anillos	Fuerza máxima en Kgs. por probeta	en Kgs. por anillo	Fuerza en Kgs. para la deformación de 1 mm.
		Piezas laterales	Pieza central				Media	Media	Media
7	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2358	590	1885
8	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2392	598	1740
9	5	2 × 8	4 × 8	2	40 X 89	4	2340	585	1690
10	5	2 × 8	4 × 8	2	40 X 89	4	2528	632	1755
11	5	2 × 8	4 × 8	2	40 Y 89	4	2720	680	2065
12	5	2 × 8	4 × 8	2	40 X 89	4	2928	732	2400
13	5	2 × 8	4 × 8	2	40 X 89	4	3008	752	2360
14	5		4 × 8	2	40 X 89	4	3002	751	2320
15	5		4 × 8	2	40 X 89	4	2796	699	2440

ESTADO IV Primera serie de ensayos.

Separación entre Anillos mms.	Número de Probetas ensayadas	Dimensiones de las Probetas cm. Piezas laterales	Dimensiones de las Probetas cm. Pieza central	Número de clavos	Dimensiones de los clavos	Número de Anillos	Fuerza máxima en Kgs por probeta Media	en Kgs. por anillo Media	Fuerza en Kgs. para la deformación de 1 mm. Media
5	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2714	679	2140
10	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2578	645	1960
15	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2702	676	2160
20	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2684	671	1940
25	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2476	619	1860
30	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2282	570	1490
35	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2626	657	1805
Segunda serie de ensayos.									
5	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2204	551	1810
10	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2402	601	2085
15	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2526	632	2145
20	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2368	592	2070
25	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2462	616	2110
30	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2376	594	2095
35	5	2 × 8	4 × 8	2	40 × 89	4	2244	561	1890

ESTADO V Influencia de la distancia de los anillos a las aristas de las piezas.

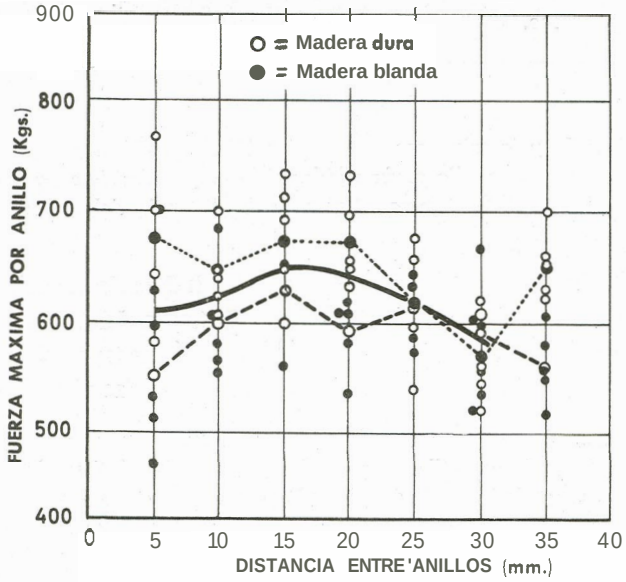
Distancia a las aristas mms.	Número de Probetas ensayadas	Dimensiones de las Probetas cm. Piezas laterales	Dimensiones de las Probetas cm. Pieza central	Número de clavos	Dimensiones de los clavos	Número de Anillos	Fuerza máxima en Kgs por probeta Media	en Kgs. por anillo Media	Fuerza en Kgs. para la deformación de 1 mm. Media
Uniones alineadas: $\alpha = 0°$									
5	5	2 × 4,5	4 × 4,5	2	40 × 89	4	2578	645	1825
7,5	5	2 × 5	4 × 5	2	40 × 89	4	2560	640	1995
10	5	2 × 5,5	4 × 5,5	2	40 × 89	4	2739	685	2135
12,5	5	2 × 6	4 × 6	2	40 × 89	4	2767	692	2225
15	5	2 × 6,5	4 × 6,5	2	40 × 89	4	2592	648	1930
Uniones cruzadas: $\alpha = 90°$									
5	5	2 × 5,5	4 × 10	2	40 × 89	4	1756	439	1340
7,5	5	2 × 5,75	4 × 10	2	40 × 89	4	1958	490	1450
10	5	2 × 6	4 × 10	2	40 × 89	4	1772	443	1220
12,5	5	2 × 6,25	4 × 10	2	40 × 89	4	2364	591	1705
15	5	2 × 6,5	4 × 10	2	40 × 89	4	2230	558	1430

ESTADO VI	Influencia del numero de anillos por unión.							
Número de Anillos mms.	Número de Probetas ensayadas	Dimensiones de las Probetas cm.		Número de clavos	Dimensiones de los clavos	Fuerza máxima en Kgs. por probeta	Fuerza máxima en Kgs. por anillo	Fuerza en Kgs. para la deformación de 1 mm.
		Laterales	Pieza central			Media	Media	Media
uniones alineadas: a = 0°								
4	10	2 × 9,4	4 × 9,4	2	40 × 89	2586	646	2180
8	10	2 × 9,4	4 × 9,4	4	40 × 89	5352	669	4478
12	10	2 × 9,4	4 × 9,4	6	40 × 89	7159	596	6045
16	10	2 × 9,4	4 × 9,4	8	40 × 89	9909	619	7855
20	10	2 × 9,4	4 × 9,4	10	40 × 89	12264	613	9225
Uniones cruzadas: α = 90°								
4	10	2 × 9,4	4 × 9,4	2	40 × 89	2202	550	1518
8	10	2 × 9,4	4 × 9,4	4	40 × 89	3848	481	2830

una segunda serie de probetas, de las mismas características, pero con madera de peor calidad.

Los resultados obtenidos se resumen en el estado IV y en la fig. 5, en la que se representa lo curva media de variación de la fuerza máxima por anillo con respecto al espaciamiento entre anillos. La curva muestra que a partir de un espaciamiento de 10 mm. se puede considerar que se obtiene la máxima eficiencia de unión, lo que se traduce en la posibilidad de aumentar de anillos hasta tener en la dirección de las fuerzas actuantes una distancia entre centros de cerca de 45 mm. (diámetro exterior del anillo, que es 34 mm., más 10 mm.). En los casos en que no sea

Fig. **5.—Relación** entre la resistencia y la distancia entre los anillos



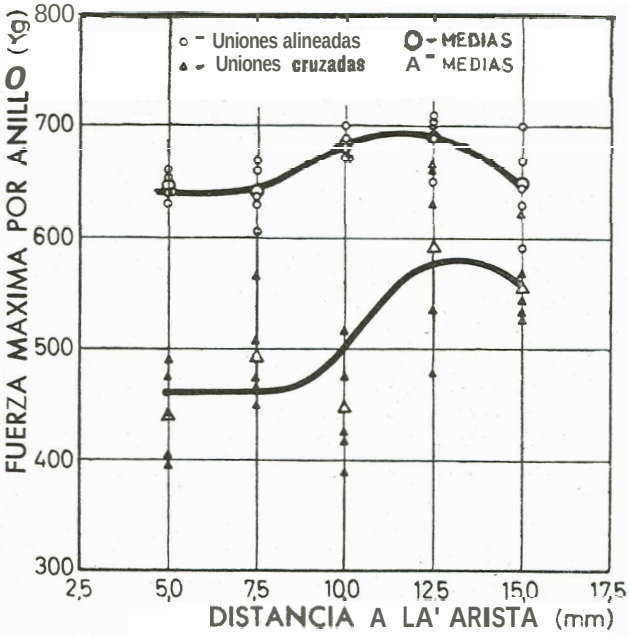


Fig. **7.—Relación** entre la resistencia de los anillos y su distancia a la arista de las piezas

preciso aprovechar tanto el espacio disponible se debe tomar el valor de 50 mm. que corresponde sensiblemente al espaciamiento de 15 mm. entre anillos, que produjo en los ensayos la unión más resistente y menos deformable.

Influencia de la distancia de los anillos a las aristas de las piezas

El estudio de la influencia de este parámetro tiene interés sobre todo en el caso de uniones cruzadas, es decir, de aquellas en que las piezas forman entre si un ángulo de 90°, ó muy mentuado.

Los ensayos realizados incidirán también sobre las reuniones alineadas ($\alpha = 0°$) con objeto de averiguar en qué

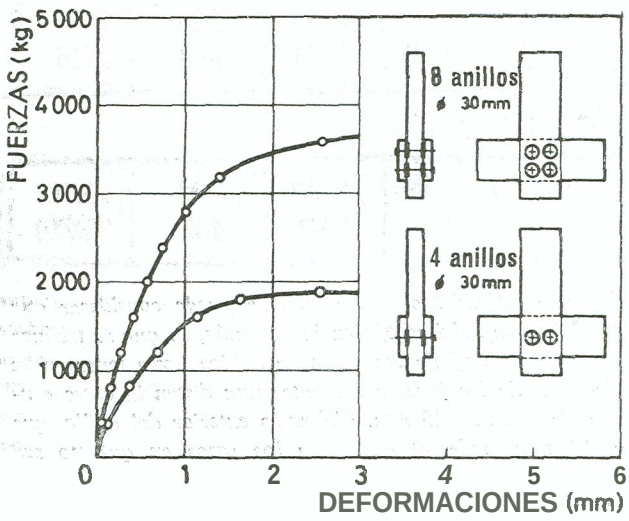


Fig. 9.—Diagrama **fuerzas-deformaciones** (**curvas** medias) en uniones cruzadas con un número variable de anillos

medida la carga admisible por anillo se puede aumentar cuando se dispone de una distancia relativamente grande entre éste y la arista de las piezas que es el caso de uniones con una sola línea de anillos. Tanto para las uniones alineadas, como para las cruzadas se hace variar la distancia del anillo a la arista desde 5 a 15 m. por escalones de 2,5 mm. El número de probetas en cada uno fue de 5 y los valores medidos se recogieron en el estado V. Lo figura 7 representa las curvas de variación de resistencia por anillo en relación con el parámetro considerado. El análisis de estos elementos muestra que la máxima eficacia de las uniones, tanto alineados como cruzadas, se verifica para valores de la distancia a la arista del orden de 12,5 milímetros, no sólo bajo el punto de vista de la resistencia, sino también de su deformación. Este resultado puede traducirse prácticamente en aumentos de carga admisible por anillo del orden de 10 % y 20 %, respectivamente, para los casos $a = 0°$ y $a = 90°$, siempre que la distancia entre el anillo y la arista sea de cerca de 12 mm. Evidentemente tales aumentos sólo serán válidos si la carga admisible por anillo se establece para valores de la distancia del orden de 5 a 7,5 mm.

Influencia de la distancia del anillo a las testas de las piezas

Después de los resultados obtenidos estudiando el espaciamiento entre anillos que conduce a un valor óptimo de 15 mm. y dada la dificultad de realizar ensayos para averiguar la influencia de este nuevo parámetro, lo que obligada a que las probetas se sometieran a tracción, se con-

Adelantos en la Industria Maderera

Se **pone** en **conocimiento** de los industriales **constructores** de maquinaria y de **toda** clase **de elementos** auxiliares para el trabajo de la madera, **que esta** Revista publicará **cuantos adelantos** y **perfeccionamientos se alcancen en la industria** de la madera. Para esto, diríjanse a la **Dirección Técnica** de A. I. T. I. M, **Sindicato Nacional** de la **Madera** y Corcho, **Flora, 1,** Madrid-13, dando **cuenta detallada, en** español a **ser** posible, c m **planos** y fotografías, de **los perfeccionamientos logrados.**

Wir geben an die Gerate und Holzbearbeitungmaschinen Her steller bekannt, dass diese Zeitschrift alle teschnische Fortschritte für die Industrie des Holzes bekanntmachen wird. Wenden Sie sich, bitte, mit den Texten, Plänen oder Bildern. Ihrer teschnischen Fortschritten, in Spanischer Sprache, wenn möglich, an die Teschnische Direktion von A. I. T. I. M, Sindicato) Nacional de la Madera, Plora 1, Madrid 13.

On **fait connaître** à **tous les industriels constructeurs** de **machines** et à **toute sorte d'elements auxiliaires** pour le **travail** du **bois,** que le **Bulletin publiera toutes les nouveautés** et **perfectionnements** dans **cette industrie.** Veuillez **vous diriger à** la DIrection Technique de A. I. T. I. M, Sindicato & la Madera, **Flora, 1,** Madrid-13, **eindiquant si c'est possible** en **espagnol,** tous **les perfeccionnements atteints** avec **des détails, plans et photographies.**

We are informing all manufacturers of woodworking machinery and all kinds of auxiliary tools for working wood that this journal will publish information about every advance and progress which might be attained in the wood industry. Please apply to the technical Management of A. I. T. I. M. Sindicato Nacional de la Madera, Flora 1, Madrid 13, whit full acount, il possible in Spanish language, of your achievments, and inclose plans and photographs of same.

sidera seguro adoptar como distancia mínima de los anillos a las testas un valor algo superior a aquél, del orden de 20 mm., que será considerado en los casos en que la unión esté sometida a ese tipo de solicitación.

Cuando el esfuerzo fuese de compresión, la distancia se puede reducir al mínimo, por ejemplo, 5 mm., ya que la madera entre anillos y la extremidad de las piezas no está sometida a ninguna solicitación.

Influencia del número de anillos por unión

En el estudio de este parámetro, que se considera también de gran interés, los ensayos se redizaron sobre uniones alineadas ($\alpha = 0^o$) *y cruzadas* ($\alpha = 90^o$).

Se emplearon las mismas probetas que sirvieron para el estudio de la influencia de todos los factores que afectan a la resistencia de las uniones. Las probetas ensayadas fueron 70, de las cuales 50 se destinaron a uniones alineadas y 20 a cruzadas. En el primer caso el número de anillos varió de 4 en 4 desde 4 hasta 20, correspondiendo a cada situación 10 probetas lo más iguales posibles desde el punto de vista de la calidad de la madera. La distancia entre anillos era de 30 mm., bastante superior al valor Óptimo determinado experimentalmente y la distancia a la arista de cerca de 5 m., valor también distinto del determinado como de rendimiento máximo. En el caso de las uniones cruzadas se consideraron dos grupos de 10 probetas, uno con 4 anillos y otros con 8. Sólo fue posible en el primero mantener una distancia a la arista del orden del tamaño óptimo, es decir de 12,5 mm. En el segundo grupo esa dimensión fue de 7 mm., por lo que era de esperar una reducción sensible de la capacidad de carga por anillo.

Los valores obtenidos en el estudio de la influencia del número de anillos se encuentran en el estado VI y en las figuras 8 y 9.

Estas figuras recogen las curvas medias de variación de la fuerza máxima por anillo en relación con el número de éstos. Según dichas curvas se deberá admitir para las uniones alineadas una reducción media del orden del 2 % por cada 2 pares de anillos que se junten en una unión con un mínimo de 4 (2 de cada lado de la pieza central), o sea 1 % por cada par de anillos. Este número es bastante seguro, ya que parece verificarse que la resistencia máxima por anillos se obtiene cuando el número de conectores es de 8 (4 de cada lado de la pieza central) y no de 4, como se consideró. Para las uniones cruzadas la reducción observada fue del orden de 13 %, cuando se duplicó el número de anillos, lo que se tradujo en 6,5 % por cada par de anillos (uno de cada lado de la pieza central) que se añadieron a una unión inicialmente constituida por 4 (2 de cada cara de la pieza de en medio). Debe hacerse notar que el factor causante de la disminución 'de resistencia no es el número de anillos sino la distancia de éstos a la arista del lado del borde cargado y también probablemente a la distancia entre sus centros. Ambas distancias están bastante distantes en las probetas con 8 anillos de los valores que producen' resistencia máxima. Por otra parte, dado que las uniones cruzadas con más de una fila de anillos se hace difícil en general, por insuficiencia de la anchura de las piezas, se deben respetar dichos valores óptimos y se deberá tener en cuenta este hecho en el establecimiento de las cargas de seguridad a adoptar.

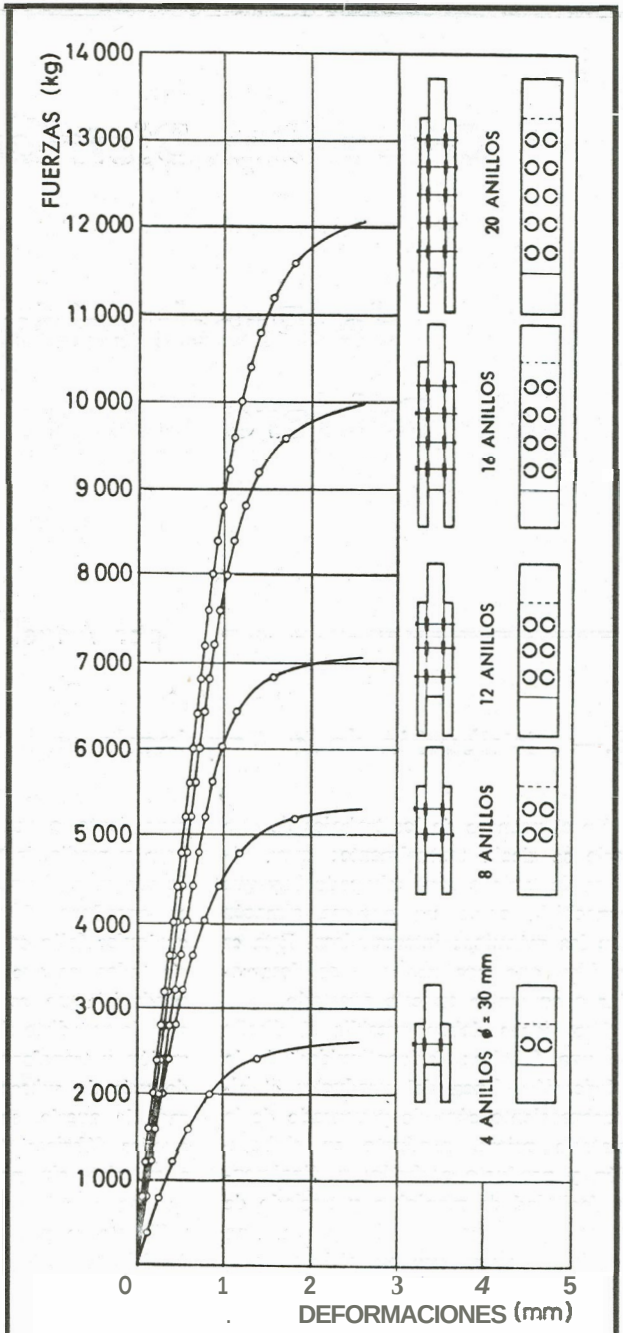


Fig. 8.—Magramas fuerza-deformación (curvas medias) en las uniones alineadas con número variable de anillos

(Continuará.)