

# Murallones de Tablestacas de Acero en trabajos subterráneos, canalizaciones y construcciones de muelles.

**Y**A han transcurrido casi 45 años desde que en Alemania se hicieron los primeros ensayos para reemplazar el tablestacado de madera con ranuda y resorte por una muralla de acero, cuando el suelo impenetrable presentaba dificultades incombustibles para hincar las vigas de madera.

Desde un principio se procuró de establecer entre una tablestaca y otra una unión, como antes había existido en el tablestacado de madera por medio de la machihembradura y el resorte, componiendo el tablestacado de perfiles de fierro laminado. Según parecer, era lo más apropiado la combinación de perfiles de fierro doble «T» de diferentes medidas, según dibujo N.º 1,



Dibujo N.º 1

pero esto se abandonó muy luego por su poca resistencia, pues en lo que se refiere a este punto, el tablestacado combinado de fierro doble «T» y fierro «U» ha dado un resultado más favorable, empleándose por consiguiente en repetidas ocasiones. (Dibujo N.º 2).



Dibujo N.º 2

En Norte América ya se conocía desde algún tiempo el tablestacado compuesto de perfiles laminados, pues en ese país ya se había empezado unos 30 años atrás con la laminación de tablestacas especiales. Pero esta renovación tampoco se pudo considerar como un progreso efectivo, pues las desventajas principales, como son: el exceso de material en relación con la poca resistencia, la capacidad insuficiente para hincar y la mala conexión no han sido suprimidas.

El arquitecto municipal de Bremen, señor Larssen, ha hecho la primera proposición aceptable referente a murallones de tablestacado de acero, nombrándose éste, por consiguiente, Tablestacado «Larssen», el cual fué producido por la Dortmund Union, hoy día los «Vereingte Stahlwerke A. G., Dortmund Union», bajo la vigilancia de su inventor, señor Larssen. Este ha sido el primer perfil de tablestacas que cumplía con las exigen-

cias técnicas y económicas. El señor Larssen propuso de reemplazar la muralla compuesta de perfiles normales laminados y remachados con fierro doble «T», por tablestacas de acero en forma de molde, juntando una tablestaca con otra de tal manera, que resulta una muralla acanalada y bien unida.

Para cumplir con este objeto el cierre en un lado de la tablestaca tenía la forma de una garra medio cerrada, en la cual se introducía el postizo de la tablestaca siguiente. El garrote medio ce-



Dibujo N.º 3

rrado se componía hasta el año 1914 de un fierro perfil Z remachado.

El perfil de Tablestacas «Larssen» ha podido aprobarse hasta ahora como la suprema elaboración en tablestacado y especialmente desde que la Dortmunder Union ha logrado de laminar el perfil con su cierre fijo (dibujo N.º 4), según



Dibujo N.º 4

un nuevo método de laminación debidamente patentado, en todas las obras fluviales, tanto en Alemania como en los países extranjeros se emplea únicamente el tablestacado «Larssen». El nuevo cierre consiste en una doble garra, abandonándose el garrote con postizo. Con esta unión de doble garra se han obtenido las siguientes ventajas: una coherencia más segura, mayor densidad y una presentación más sencilla de la tablestaca

esquinera, pues los cierres en ambos lados son iguales.

Todo el mundo sabe que los fabricantes, que hasta ahora no han abandonado el cierre de garra con postizo, siempre tienen que luchar con dificultades, por abrirse esta unión muy fácil. Por consiguiente, el progreso obtenido con la tablestaca «Larssen» es en primer lugar su alta resistencia y además sus buenas cualidades para hincar.

*Resistencia:*

El tablestacado «Larssen» forma una muralla ondulada y cada tablestaca es media ondulación. Para apreciar su resistencia es de gran importancia, si en el cálculo puede adoptarse como base una ondulación entera, es decir, el par de tablestacas o la resistencia de cada tablestaca sola. Teóricamente podría aceptarse la resistencia del par de tablestacas únicamente, si la combinación del cierre garantiza una transferencia íntegra de todos los movimientos ocasionados por fuerzas exteriores. El doble cierre «Larssen» cumple con estas condiciones, como ya se ha podido comprobar en miles de obras, y por consiguiente se puede calcular la resistencia de toda la muralla en la práctica con 100%.

Hay gente que cree todavía, que el perfil «Z» se puede comparar con el perfil «Larssen» en lo que se refiere a la resistencia, no fijándose que la resistencia de una muralla depende de la conexión de las diferentes tablestacas y que por consiguiente se debe revisar primero el cierre. En consecuencia, decide la garantía, que la coherencia de la muralla no sea interrumpida de ninguna manera. Justamente en el perfil «Z» se puede adoptar un cálculo de resistencia basado únicamente en el eje de la muralla, si los diferentes fierros «Z» se están apoyando *completamente*. Al inte-

rumpirse la muralla en cualquier parte, abriéndose por ejemplo el cierre, la tablestaca siguiente cesa inmediatamente de prestar su ayuda de apoyo y la resistencia de la muralla se reduce hasta 20% o 25% de la calculada en su eje. Por consiguiente queda establecido, que depende de la unión tanto en el perfil «Z» como en el perfil «Larssen», si la resistencia se puede calcular por la muralla corrida en total. (Quedan exentos casos extraordinarios).

#### *El cierre:*

La conexión debe transferir todas las fuerzas exteriores, ya sean de atraque o de empuje. Además debe ofrecer toda garantía que no se abra. Como por consiguiente la capacidad y la coherencia de la muralla dependen esencialmente de la unión, se comprobará en el cierre «Larssen» las características más importantes de una conexión apropiada para tablestacado.

La disposición de colocar la conexión en la zona neutral, evita casi por completo que ésta se abra, aún cargándola con la mayor fuerza posible, pues no pueden producirse fuerzas suplementarias. Aun al cortarse varios tirantes o quebrarse los refuerzos, esto sólo produce dobladuras de poca importancia, sin alterar la coherencia total de la muralla. (Dibujo N.º 5).



Dibujo N.º 5

La conexión «Larssen» está protegida contra atraques de los buques, mientras que los cierres situados en la parte exterior de la tablestaca están expuestos a todos los golpes, de manera que mu-

chas veces hay que colocar vigas de atraque. Todos los cierres, que se encuentran al exterior de la tablestaca deben sufrir durante la clavadura y a veces también salen partes de las conexiones, las cuales producen deterioros en los vapores, interrupciones en el trabajo marítimo y dificultades en la construcción, mientras que el tablestacado «Larssen» es una muralla lisa. Además debe considerarse como punto bastante importante, que esta unión se presta muy bien para hincar, pues tiene la ventaja de encontrarse en una zona neutral, que poco sufre durante la clavadura.

#### *Cualidades para hincar:*

La resistencia que el tablestacado ofrece en la clavadura es un punto que merece bastante consideración. En lo general se hincan las tablestacas por pares y únicamente en casos excepcionales se clava cada tablestaca separadamente; pues mientras mayor inercia tienen mejor se dejan clavar. Las tablestacas perfil Z no se pueden clavar separadamente por motivo de su poca inercia, y también el par de tablestacas perfil Z hay que introducir más tirante para evitar las desventajas a consecuencia de su gran flexibilidad. Lo mismo se puede decir respecto a la resistencia de torsión, pues en vista de su alta resistencia en este punto, las tablestacas «Larssen» no son tan fáciles para torcerse como otros perfiles.

Debemos mencionar aquí también especialmente, que la tablestaca misma no debe ser muy delgada, sino que sobre todo en su alma trasera debe ser más gruesa, pues si la tablestaca es muy delgada, ésta penetra en la cabeza de hincar y se deforma en sus extremos.

Además, las tablestacas tampoco pueden ser tan delgadas por los dos motivos siguientes: 1) En trabajos de fun-

damentos, tomándose en cuenta que éstas deben ocuparse nuevamente, para cuyo fin es necesario que se dejen extraer fácilmente, mientras que de las tablestacas delgadas sale muy fácil la parte agarrada por el extractor. 2) En obras marítimas, diques, esclusas, etc., donde la muralla forma parte de la construcción, debiéndose tomar en cuenta su duración.

#### Extracción de las tablestacas:

Las tablestacas para fundaciones deben ocuparse en lo general en repetidas ocasiones, de modo que debe prestarse especial cuidado durante la extracción.



Perfil Z



Perfil Larssen

En vista de que las tablestacas «Larssen» se agarran para extraerlas en su parte trasera, mientras que los perfiles Z hay que tomarlos en el alma, se puede emplear más fuerza en la extracción de las tablestacas «Larssen», ofreciendo éstas en su parte trasera una resistencia mayor por ser más gruesa a la del perfil Z en el alma.

#### Duración:

Ha podido comprobarse que los escrúpulos que existían al principio en emplear acero para partes de construcciones marítimas, esclusas, muelles, etc., han sido infundados. Normalmente la duración del tablestacado de acero es de unos 80 hasta 100 años, plazo bastante largo para estas construcciones, que muchas veces están sometidas a cambios considerables. Mediante el empleo de acero cobrizado se aumenta su resistencia contra la oxidación, siendo por consiguiente de mayor duración.

#### Empleo de las tablestacas «Larssen»:

Las tablestacas de acero se ocupan hoy día casi en todos los trabajos marítimos, como también en fundaciones y partes de construcciones.

Damos algunos ejemplos del gran campo que tienen las construcciones efectuadas con tablestacas «Larssen»: puentes, centrales hidráulicas, presas, ferrocarriles subterráneos, fundaciones de edificios, etc. Murallones de muelles, rompeolas, espigones contruídos de tablestacas de acero protegen costas y puertos. Para construcciones de esclusas, muelles y diques se emplean siempre más las tablestacas de acero. Justamente para estos fines se exigía la producción de tablestacas más resistentes. El desarrollo en la elaboración de tablestacas ha encontrado hasta ahora su término en el nuevo perfil VI «Larssen», el cual pesa 293 kg/m<sup>2</sup> de tablestaca y tiene la extraordinariamente alta resistencia de 4170 cm<sup>2</sup> por mtr. crdo. de muralla. Este nuevo perfil se emplea únicamente si el agua tiene una profundidad superior a 10 mtrs. Se ocupa por ejemplo en las esclusas de la central hidráulica en el lago Zuider y en los diques en Southampton. Esta tablestaca es tan resistente en todas sus partes, sobre todo en las almas, que su duración supera a 100 años.

La popularidad mundial del tablestacado «Larssen» y su empleo en casi todas las construcciones marítimas de importancia, demuestra mejor que cualquiera inspección teórica su superioridad. Sobre todo en la América del Sud se ha aceptado generalmente esta noción.

También en nuestra patria, Chile, los ingenieros expertos en la materia, han aprovechado las ventajas del tablestacado «Larssen». Desde luego, se ha hecho en Taltal, como ensayo, un pequeño muelle, donde nuestro Ministerio ha te-

nido oportunidad de convencerse de la gran economía y resistencia de este nuevo método de construcción. En seguida se ha procedido a construir el puerto de Puerto Montt también con tablestacado «Larsen», y últimamente el Ministerio ha resuelto además ampliar el puerto

de San Antonio con tablestacas «Larsen». Todas estas construcciones se hacen con tablestacas «Larsen», después de haberse hecho oficialmente las ofertas más ventajosas por los Vereinigte Stahlwerke A. G., Sección Dortmunder Union, Dortmund.